

SALINIDAD Y EL NIVEL DEL AGUA COMO FACTORES EN LA DISTRIBUCION DE LA VEGETACION EN LA CIENAGA DEL NW DE CAMPECHE, MEXICO

VICTOR RICO-GRAY

Y

MONICA PALACIOS-RIOS

Instituto de Ecología, A.C.
Apdo. Postal 63
Xalapa, Ver. 91000 México

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue establecer si la presencia de ciertas asociaciones vegetales (i.e., tular, manglar de *Avicennia germinans*, manglar de *Rhizophora mangle*, manglar mixto, asociación *Rhizophora-Eleocharis*) se relaciona con diferencias significativas de factores abióticos (i.e., nivel de agua superficial y salinidad del agua). El estudio se desarrolló en la región de los petenes, a lo largo de la costa NW de Campeche, México. Se encontró que la salinidad se incrementa con la sequía y disminuye rápidamente con las lluvias. El manglar de *Rhizophora* tuvo la mayor concentración de sales en el año y la menor el tular. Para cada asociación, la salinidad fue significativamente mayor al finalizar la época seca que al terminar las lluvias. El nivel de agua disminuye al avanzar la sequía, se incrementa en junio con las precipitaciones pluviales y en julio se acerca a su máxima expresión. Sin embargo, encontramos diferencias significativas entre todas las asociaciones. Los resultados indican que la presencia de cada una de las comunidades estudiadas corresponde a condiciones específicas en términos de los factores abióticos considerados y sugieren que las altas salinidades del final de la temporada de sequía y la prolongada inundación durante la estación de lluvias, son determinantes para el establecimiento de las especies en las comunidades.

ABSTRACT

The purpose of this study was to establish if the presence of different plant associations (cattail vegetation, pure stands of *Avicennia germinans*, pure stands of *Rhizophora mangle*, mixed mangrove stands, and *Rhizophora-Eleocharis* association) correspond to significant differences in physical factors (surface water level, water salinity). Field work was accomplished in the 'petenes' (hammocks) region, along the NW coast of Campeche, Mexico. Salinity increases with the dry season, and rapidly decreases with the onset of the rains. *Rhizophora* stands experience the highest salinity year-round, and the cattail association the lowest. For each association, salinity was significantly higher before the rains start, compared to the end of the rainy period. Water level decreases with the dry period and increases with the rains. At the end of the rainy period, water level is significantly higher, with significant differences between associations. Plant associations studied correspond to significantly different levels of the abiotic factors considered. Results show that each community has particular conditions, and suggest that high salinities at the end of the dry period and the extended inundation period during the rains are determinant for the establishment of species in the communities.

INTRODUCCION

Uno de los problemas básicos en ecología es establecer las causas que determinan la distribución y abundancia de los organismos (Andrewartha y Birch, 1954). Cada uno habita una matriz o unidad espacio-temporal (Krebs, 1978), con un ámbito de tolerancia y, dentro de éste, un óptimo (Brewer, 1988). La amplitud en la distribución de los organismos depende de una gama de factores, e.g., temperatura, humedad, otros factores físicos y químicos, dispersión, conducta e interacciones con otras especies (Krebs, 1978). En particular, la tolerancia de las especies a los factores físicos o químicos es de gran importancia, ya que el establecimiento, desarrollo y reproducción de los individuos puede estar severamente limitado por tales elementos (Andrewartha y Birch, 1954; Krebs, 1978; Moreno-Casasola, 1986). El efecto de estos factores puede estudiarse con relativa facilidad en sistemas con baja riqueza de especies vegetales, como los manglares (e.g., Smith, 1987; Farnsworth y Ellison, 1991, 1993; Ellison y Farnsworth, 1993); donde es común encontrar bandas de vegetación y mosaicos uniespecíficos. Los perfiles diagramáticos de los manglares producen la impresión que la zonación es una serie regular de bandas de vegetación (e.g., Rico-Gray et al., 1987). Sin embargo, cualquier zonación está sujeta a la topografía local, la cual determina los patrones de escorrentía (agua salina y dulce), y por la composición y estabilidad del sedimento (Zinke, 1976; Tomlinson, 1986; McKee, 1993). Dado lo serpenteante y entrecruzado de las escorrentías, no debe sorprender que la vegetación pueda ser más fácilmente interpretada como un mosaico asociado a ciertas características particulares del ambiente (Jiménez-Bueno, 1994; Sánchez-Argüelles, 1994).

El objetivo de este estudio fue establecer la relación entre el nivel de agua superficial y la salinidad de ésta con la presencia de ciertas asociaciones vegetales en la ciénaga de la región costera noroeste del estado de Campeche, México

AREA DE ESTUDIO

La región de los petenes es una estrecha faja pantanosa que se extiende a lo largo de la costa noroeste del estado de Campeche (entre 20° - 21° N y 90° 20' - 90° 30' W; altitud 0-0.4 m s.n.m.), con una extensión aproximada de 1,300 km² (Rico-Gray, 1982; Durán 1987a, 1987b; Rico-Gray et al., 1988; Moreno-Casasola y Castillo, 1992; Olmsted, 1993; Trejo-Torres et al., 1993). El área está ocupada por una gran ciénaga, cuya parte más profunda se localiza del lado del litoral, formando una laguna de poco calado, que se vuelve somera y pantanosa hacia tierra firme. Se encuentra salpicada de islas de vegetación (petenes) de forma aproximadamente circular, en las cuales las diferentes asociaciones vegetales se distribuyen en círculos más o menos concéntricos (Barrera, 1982).

Salvo en la porción norte de la zona de estudio donde el clima es del tipo Bs₀(h')(x')i, el resto del área presenta el tipo Aw''₀ (de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García, 1976). Este último es, en general, cálido, subhúmedo con lluvias en verano (junio-septiembre), la precipitación total anual oscila en las porciones menos secas entre 1,000 mm y 1,200 mm y la temperatura promedio fluctúa entre 26° y 28° C (Rico-Gray, 1982). Los suelos son de tipo orgánico, profundos, que se caracterizan por ser jóvenes

y estar frecuentemente saturados por agua (Durán, 1987a). Presentan una capa superficial muy rica en materia orgánica, producto de la descomposición de hojas, raíces y ramas, que descansa sobre un horizonte de marga, formada a partir de la precipitación de carbonato de calcio del agua por las algas verde-azules del perifiton (Gleason, 1972; Olmsted et al., 1980; Durán, 1987a). Una característica de muchos petenes de la costa campechana es la disponibilidad hídrica a lo largo de todo el año, ya que, a través de los cenotes, reciben un aporte continuo proveniente de las aguas subterráneas (Barrera, 1982; Rico-Gray, 1982).

MATERIALES Y METODO

El trabajo de campo se realizó entre diciembre de 1980 y octubre de 1981 a lo largo del camino que une a El Remate con Punta Arenas, municipio de Calkiní, Campeche, México. Los sitios de muestreo se ubicaron en las asociaciones vegetales que, por su extensión, consideramos como las más importantes: manglar mixto (MM), manglar de *Avicennia germinans* (MAG), manglar de *Rhizophora mangle* (MRM), tular (T) y asociación *Rhizophora-Eleocharis* (ARE). No se estudiaron los petenes; para sus características véanse los trabajos de Olmsted et al. (1983), Durán (1987a, 1987b) y López-Portillo et al. (1989).

Los sitios de muestreo fueron visitados una vez por mes durante las temporadas de sequía (diciembre a marzo) y de lluvias (julio a octubre); entre abril y junio en algunas asociaciones (MAG, MRM, MM) el suelo se secaba completamente, impidiendo las mediciones. En cada lugar se marcó un transecto de 100 m de longitud y se tomaban mediciones cada 5 m (N= 20); obteniéndose el promedio mensual ($X \pm$ d.s.) por asociación vegetal. La salinidad se midió con un refractómetro de mano (American Optical, 0-160%) y el nivel de agua superficial con una regla de plástico graduada en milímetros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Asociaciones vegetales

Manglar mixto. Es la comunidad con presencia de mangles más rica en especies en la zona (Rico-Gray, 1982); sin duda como respuesta a las condiciones relativamente benignas que presenta (baja salinidad y periodos de inundación no muy largos). Las especies presentes son: *Aechmea bracteata* (Swartz) Griseb. (Bromeliaceae), *Avicennia germinans* (L.) L. (Verbenaceae), *Brassavola nodosa* (L.) Lindl. (Orchidaceae), *Cladium jamaicense* Crantz (Cyperaceae), *Conocarpus erecta* L. (Combretaceae), *Dalbergia glabra* (Miller) Standl. (Leguminosae), *Jacquinia aurantiaca* Aiton (Theophrastaceae), *Rhizophora mangle* L. (Rhizophoraceae), *Schomburgkia tibicinis* Batem. (Orchidaceae), *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) y *Tillandsia* sp. El manglar mixto colinda con la selva baja inundable, que es la comunidad con mayor riqueza de especies [ca. 20 especies arbóreas y 12 arbustivas, según Rico-Gray (1982) y Durán (1987a, 1987b)], básicamente en función de la baja salinidad del medio (0-4 %) y de un periodo de inundación muy breve (2-3 meses) (Rico-Gray, 1982).

Manglar de *Avicennia*. Es una comunidad muy pobre en especies [*A. germinans* y *Ruppia maritima* L. (Ruppiaceae)], con condiciones extremosas, pasando de un periodo de inundación con salinidad relativamente baja, a suelo seco con una costra de sal (abril-junio). Seguramente tal característica constituye un factor limitante para la existencia de otras especies. Esta asociación se conoce como manglar de ciénaga baja y es común en muchas regiones de la Península de Yucatán (Trejo-Torres et al., 1993; Jiménez-Bueno, 1994; Sánchez-Argüelles, 1994). Usualmente los manglares dominados por *A. germinans* presentan suelo altamente reductor y con alto contenido de sulfuros (McKee, 1993).

Manglar de *Rhizophora*. Es el que registra las salinidades más altas, a lo que puede deberse la pobreza de especies en esta comunidad, caracterizada por *Batis maritima* L. (Bataceae), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. (Combretaceae), *R. mangle* y *Sesuvium portulacastrum* L. (Aizoaceae). Los suelos de manglares dominados por *R. mangle* son moderadamente reductores y con baja concentración de sulfuros (McKee, 1993).

Tular. Las especies que forman el tular son *Eleocharis cellulosa* Torr. (Cyperaceae), *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae), *Cladium jamaicense* y *Phragmites communis* Trin. (Gramineae). Habita suelos inundados permanentemente, con una salinidad no mayor de 4%; rasgos comunes a todos los tulares (Lot, 1991). Posiblemente la anegación continua sea el factor que impida la presencia de otras especies.

Asociación *Rhizophora-Eleocharis*. Esta agrupación presenta en diferentes momentos del año características de salinidad y nivel de agua similares a las del tular y del manglar mixto. Incluye pocas especies: *E. cellulosa*, individuos relativamente pequeños (1.0-1.5 m) de *R. mangle* y plántulas de *A. germinans*. Es común encontrar tocones con rastros de carbón, por lo que seguramente ha soportado fuegos en diferentes ocasiones. Por lo anterior, y en virtud de la existencia de los elementos arbóreos, es posible que constituya una etapa seral del manglar mixto.

Salinidad y nivel de agua

Los resultados de los muestreos se presentan en el Cuadro 1 y en las figuras 1 y 2. Son evidentes los contrastes en salinidad y nivel de agua entre la temporada de sequía y la de lluvias y es claro que las distintas asociaciones estudiadas corresponden a condiciones significativamente diferentes de los factores medidos.

La salinidad se incrementa al avanzar la temporada de sequía, disminuyendo rápidamente con la llegada de las lluvias (Fig. 1). Las comunidades cuyos suelos registraron mayor y menor concentración de sales en el año fueron el manglar de *Rhizophora mangle* (MRM) y el tular (T), respectivamente (Cuadro 1). Para cada asociación vegetal tal concentración fue significativamente mayor al terminar la época seca que al final de la temporada lluviosa (ANOVA, $F_{1,4} = 12879.758$, $P < 0.0005$; Tukey test, $P < 0.05$). No encontramos diferencias en la salinidad al finalizar las lluvias, entre: MM-T, MM-ARE, MM-MAG, T-MAG, ARE-MAG y T-ARE (Tukey test, $P > 0.05$). Tampoco se registró disparidad significativa en los valores de este factor al terminar la época de sequía, entre T-ARE (Tukey test, $P > 0.05$).

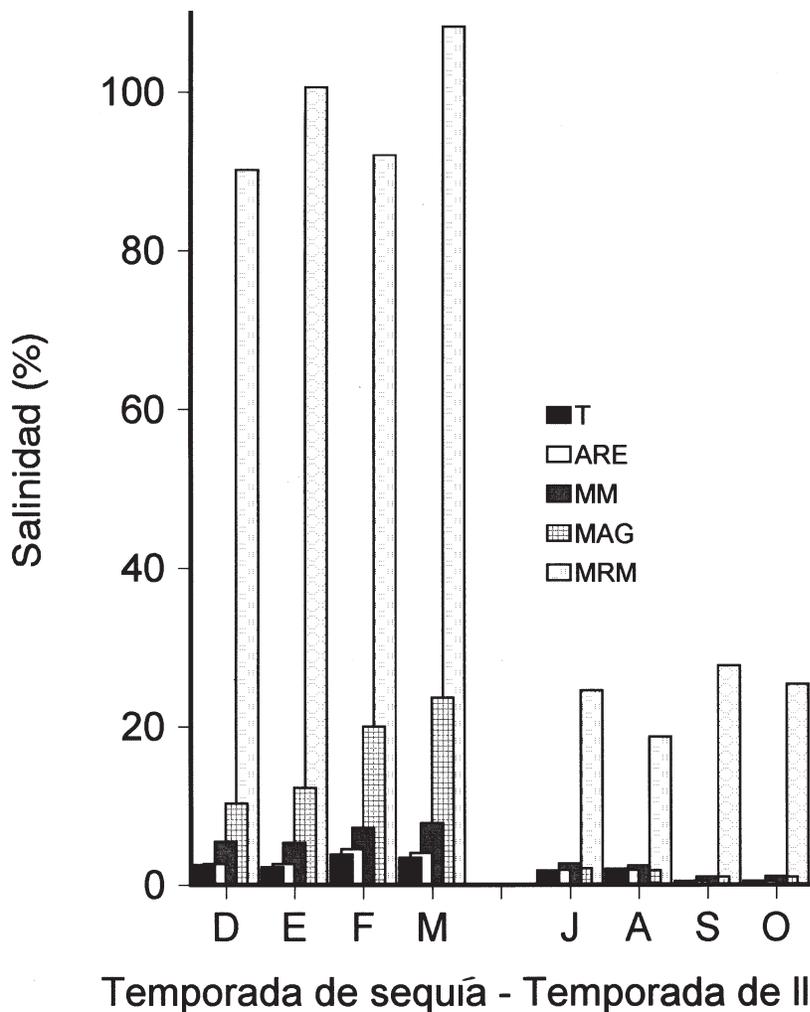


Fig. 1. Se muestra por mes la salinidad (%) del agua por asociación vegetal estudiada, para la región de los petenes, Campeche, México. T= tular, ARE= asociación *Rhizophora-Eleocharis*, MM= manglar mixto, MAG= manglar de *Avicennia*, MRM= manglar de *Rhizophora*.

El nivel de agua baja al avanzar la temporada seca y empieza a subir en junio con la llegada de las lluvias; en el mes de julio, ha alcanzado prácticamente la altura que mantendrá durante toda la temporada de lluvias (Fig. 2). El tular fue la asociación que a lo largo del año mantuvo la máxima profundidad; aunque en febrero y marzo ésta fue ligeramente mayor en la asociación *Rhizophora-Eleocharis* (ARE) (Cuadro 1). Las comuni-

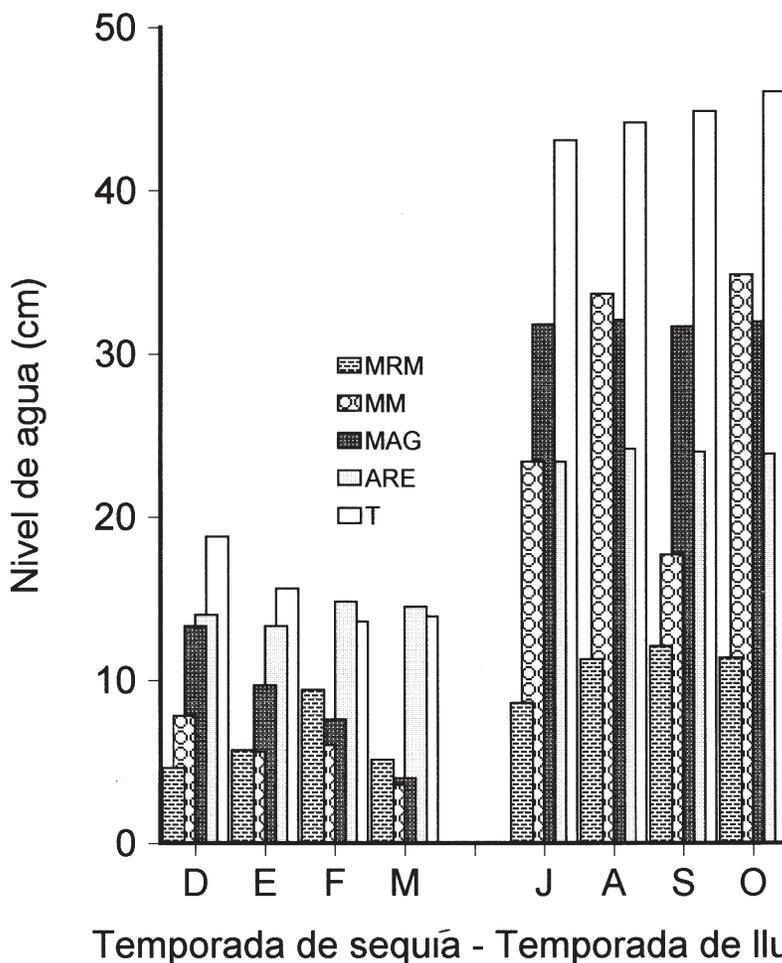


Fig. 2. Se muestra por mes el nivel de agua (cm) en el suelo por asociación vegetal estudiada, para la región de los petenes, Campeche, México. T= tular, ARE= asociación *Rhizophora-Eleocharis*, MM= manglar mixto, MAG= manglar de *Avicennia*, MRM= manglar de *Rhizophora*.

dades con el espesor hídrico más bajo, fueron el manglar de *Rhizophora* (MRM) y el manglar mixto (MM) (Cuadro 1). En general, el nivel de agua fue significativamente inferior al terminar el periodo de sequía que al final de las lluvias (ANOVA, $F_{1,4} = 333.145$, $P < 0.0005$; Tukey test, $P < 0.05$). Al terminar la temporada lluviosa (octubre) la profundidad se incrementa consecuentemente, aunque en diferente medida para cada una de las asociaciones (Tukey test $P < 0.05$). No encontramos diferencias significativas en los valores registrados al finalizar la época de sequía, entre: MM-MAG, MRM-MM, MRM-MAG y T-ARE (Tukey test, $P > 0.05$).

Cuadro 1. Resultados de los muestreos de salinidad y nivel de agua en las cinco asociaciones vegetales muestreadas en el NW de Campeche, México. MM= manglar mixto; T= tular; ARE= asociación *Rhizophora-Eleocharis*; MAG= manglar de *Avicennia germinans*; MRM= manglar de *Rhizophora mangle*. SAL= salinidad (%); NA= nivel de agua (cm).

		DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.
MM	SAL	5.4±1.0	5.3±0.4	7.2±1.5	7.8±2.4	2.7±0.8	2.4±0.5	1.0±0	1.1±0.3
	NA	7.8±2.3	5.6±2.4	6.0±2.7	3.6±2.5	23.4±10.4	33.7±3.9	17.7±3.0	34.9±3.4
T	SAL	2.5±0.9	2.2±0.4	3.8±0.4	3.4±0.5	1.8±0.4	2.0±0.4	0.5±0	0.5±0
	NA	18.8±1.6	15.6±3.0	13.6±2.3	13.9±3.0	43.1±3.6	4.2±2.7	42.9±1.4	46.1±3.2
ARE	SAL	2.6±0.4	2.6±0.5	4.5±0.5	4.0±0	1.9±0.3	1.9±0.3	0.5±0	0.5±0
	NA	13.2±1.5	13.3±1.7	14.8±3.7	14.5±1.8	23.4±2.5	24.2±2.5	24.0±3.0	23.9±3.3
MAG	SAL	10.3±0.4	12.3±0.5	20.0±0.5	23.7±0.8	2.1±0.6	1.8±0.4	1.0±0	1.0±0
	NA	13.3±2.9	9.7±3.2	7.6±4.2	4.0±2.0	31.8±4.0	32.1±4.9	31.7±1.9	32.0±2.4
MRM	SAL	90.2±2.5	100.6±2.0	92.1±1.7	108.3±1.6	24.6±0.8	18.7±7.0	27.7±1.2	11.4±2.5
	NA	4.6±2.3	5.7±2.2	9.4±4.5	5.1±2.3	8.6±1.6	11.3±3.7	12.1±0.8	11.4±2.5

Los resultados indican que cada comunidad presenta condiciones particulares en cuanto a los factores considerados y sugieren que la diferencia en salinidad y nivel de agua entre la época de sequía y la de lluvias podría ser el factor limitante para la distribución de especies en la región de los petenes. El nivel de agua desciende al finalizar la temporada de sequía, llegando a secarse el suelo en los tres tipos de manglar (MM, MAG, MRM), y se incrementa la salinidad. Al final de las lluvias la concentración de sales es baja y tiende a uniformizarse entre las comunidades, en tanto la profundidad se ha incrementado en todas ellas. En general, las condiciones para las especies son más benignas durante la temporada de lluvias, la salinidad es baja y muy similar entre asociaciones (sólo discrepa MRM) y el nivel de agua, aunque diferente para cada comunidad, se eleva considerablemente. De aquí puede decirse que las altas salinidades del final de la temporada de sequía y la inundación prolongada durante las lluvias juegan un papel determinante para la presencia/ausencia de especies en las comunidades estudiadas.

Los patrones de distribución de especies en los manglares se han correlacionado previamente con varios factores, como salinidad, frecuencia de inundación, pH del suelo y concentraciones de ácido sulfhídrico en el agua intersticial (Boto y Wellington, 1984; Nickerson y Thibodeau, 1985; López-Portillo y Ezcurra, 1989a, 1989b; Jiménez y Sauter, 1991). Sin embargo, los datos de los mencionados autores no definen relaciones de causa-efecto, por lo que las respuestas fisiológicas de las especies a las propiedades fisicoquímicas del suelo no son claras. Tampoco muestran en qué nivel las variables abióticas pudieron haber sido influenciadas por la vegetación (McKee, 1993), por lo que resultaría particularmente importante entender cómo los factores físicos interactúan con los efectos bióticos para generar patrones en la química del suelo, que influirán en la organización espacial de las comunidades vegetales que se ubican en el ámbito entre las

mareas baja y alta (McKee, 1993). Por otra parte, los cambios de salinidad en el medio alteran las concentraciones de compuestos (i.e., taninos) utilizados por los mangles como defensa contra la herbivoría (Delgado y Jiménez, 1992). Al igual que en el caso de otros manglares (e.g., López-Portillo y Ezcurra, 1989a, 1989b), nuestros resultados sugieren que las variaciones observadas en la composición y estructura de la vegetación, así como la formación de mosaicos a través de un gradiente ambiental, resultan de la interacción de un conjunto de factores que cambian en el tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Jorge López-Portillo su ayuda en la interpretación del análisis estadístico así como los comentarios y sugerencias de dos revisores anónimos. El trabajo de campo se realizó cuando el primer autor formaba parte del personal del Centro de Recursos Bióticos de la Península de Yucatán, perteneciente al desaparecido Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). El trabajo de campo fue apoyado por CONACYT (PCECBNA-005238), el resto fue apoyado por el Instituto de Ecología Nos. 902-14 y 902-16.

LITERATURA CITADA

- Andrewartha, H. G. y L. C. Birch. 1954. The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press. Chicago. 782 pp.
- Barrera, A. 1982. Los petenes del noroeste de Campeche. Su exploración ecológica en perspectiva. *Biotica* 7: 163-169.
- Boto, K. G. y J. T. Wellington. 1984. Soil characteristics and nutrient status in a northern Australian mangrove forest. *Estuaries* 7: 61-69.
- Brewer, R. 1988. The science of ecology. Saunders College Publishing. Philadelphia. 936 pp.
- Delgado, P. y J. A. Jiménez. 1992. Efectos de la salinidad en la concentración de taninos hidrosolubles en *Pelliciera rhizophorae* y en *Rhizophora mangle*. *Brenesia* 38: 115-122.
- Durán, R. 1987a. Descripción de la estructura y composición de la vegetación de los petenes del noroeste de Campeche, México. *Biotica* 12: 181-198.
- Durán, R. 1987b. Lista florística de la región de los petenes, Campeche, México. *Biotica* 12: 199-208.
- Ellison, A. M. y E. J. Farnsworth. 1993. Seedling survivorship, growth, and response to disturbance in Belizean mangal. *Am. J. Bot.* 80: 1137-1145.
- Farnsworth, E. J. y A. M. Ellison. 1991. Patterns of herbivory in Belizean mangrove swamps. *Biotropica* 23: 555-567.
- Farnsworth, E. J. y A. M. Ellison. 1993. Dynamics of herbivory in Belizean mangal. *J. Trop. Ecol.* 9: 435-453.
- García, E. 1976. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 pp.
- Gleason, J. P. 1972. The origin, sedimentation and stratigraphy of a calcitic mud location in the southern fresh-water Everglades. Ph.D. thesis. Pennsylvania State University. University Park. Pennsylvania. 355 pp.
- Jiménez-Bueno, D. 1994. Distribución de las especies arbóreas en tres comunidades de mangle en la Isla del Carmen, Campeche. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. 67 pp.

- Jiménez, J. A. y K. Sauter. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries* 14: 49-56.
- Krebs, C. J. 1978. *Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, Publishers. Nueva York. 678 pp.
- López-Portillo, J. y E. Ezcurra. 1989a. Response of three mangroves to salinity in two geofoms. *Func. Ecol.* 3: 355-361.
- López-Portillo y E. Ezcurra. 1989b. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán, México. *Biotropica* 21: 107-114.
- López-Portillo, J., E. Ezcurra y J. M. Maass. 1989. Los petenes de Sian Ka'an, Quintana Roo y su relación con gradientes de presión hídrica. *Acta Bot. Mex.* 5: 19-29.
- Lot, A. 1991. *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 226 pp.
- McKee, K. L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *J. Ecol.* 81: 477-487.
- Moreno-Casasola, P. 1986. Sand movement as a factor in the distribution of plant communities in a coastal dune system. *Vegetatio* 65: 67-76.
- Moreno-Casasola, P. y S. Castillo. 1992. Dune ecology on the eastern coast of Mexico. In: E. van der Maarel (ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. Academic Press, Inc. Nueva York. pp. 309-321.
- Nickerson, N. H. y F. R. Thibodeau. 1985. Association between pore water sulfide concentrations and the distribution of mangroves. *Biogeochem.* 1: 183-192.
- Olmsted, I. 1993. Wetlands of Mexico. In: Whigham, D. E., et al. (eds.). *Wetlands of the world Vol. 1*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holanda. pp. 637-677.
- Olmsted, I., L. L. Loope y C. E. Hilsenbeck. 1980. Tropical hardwood hammocks of the interior of Everglades National Park and Big Cypress National Preserve. Rept. T-604. Natl. Park Serv. South Florida Research Center. Homestead.
- Olmsted, I., C. López-Ornat y R. Durán. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. In: *Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo propuesta como reserva de la biosfera*. CIQRO-SEDUE. Cancún. pp. 63-84.
- Rico-Gray, V. 1982. Estudio de la vegetación de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: los petenes. *Biotica* 7: 171-190.
- Rico-Gray, V., R. Domínguez y G. Cobb. 1988. Avifauna de la zona costera inundable del noroeste de Campeche, México: lista de especies y su distribución con respecto a la vegetación. *Biotica* 13: 81-92.
- Rico-Gray, V., M. Palacios-Rios, R. Lira y J. Martínez. 1987. La interacción estabilidad-sucesión, un ejemplo: la vegetación costera del estado de Yucatán, México. *Brenesia* 28: 1-11.
- Sánchez-Argüelles, R. D. 1994. Comparación estructural de la comunidad de manglar en dos sistemas lagunares costeros del estado de Yucatán, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida. 99 pp.
- Smith, T. J. III. 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribution in mangrove forests. *Ecology* 68: 266-273.
- Tomlinson, P. B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge. 413 pp.
- Trejo-Torres, J. C., R. Durán e I. Olmsted. 1993. Manglares de la península de Yucatán. In: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y CIQRO. México, D.F. pp. 660-672.
- Zinke, P. J. 1976. Soil-vegetation interrelationships in mangrove forests. Manuscrito no publicado de la conferencia presentada en Seminar/Workshop on Mangrove Ecology. National Research Council of Thailand y UNESCO. Phuket Marine Biological Center. Phuket, Tailandia. 8 pp.