

Ficoflora de las desembocaduras del estado de Michoacán, México

LAURA N. MARTINELL* Y MICHELE GOLD**

Ficoflora of the River-mouths in the State of Michoacan, Mexico

Abstract. *The algae of the Balsas river-mouth, near Ciudad Lazaro Cardenas in Michoacan, and two other river-mouths in the same state, Ostula and Guagua, were studied in order to compare their flora. Thirty-nine taxa were identified, belonging to the following divisions: 23 Rhodophyta, 9 Chlorophyta, 3 Chrysophyta, 2 Phaeophyta, and 2 Cyanophyta. The floristic similarity between the river-mouths was evaluated, using the Jaccard Index (J). Salinity, type of substratum, exposition to light and wave impact, were the main factors related with the diversity of algae.*

Introducción

México posee un litoral con una extensión aproximada de 11,592 km (INEGI, 1989) distribuido en tres frentes marinos (Golfo de México, Mar Caribe y Océano Pacífico). Casi una tercera parte de éstos es de tipo estuarino, en donde se incluyen bahías, sondas, desembocaduras, caletas, esteros, lagos y lagunas costeras (Pritchard, 1967), lo que genera una gran diversidad en sus características morfológicas y climáticas (Lankford, 1977).

La importancia de los sistemas complejos, ha motivado el desarrollo de diversos estudios; sin embargo resalta la escasez de trabajos ficológicos. En el presente artículo, se expone la caracterización ficológica de las desembocaduras del estado de Michoacán, con base en la composición ficoflorística de la confluencia del río Balsas, que posteriormente fue corroborada con otras dos que presentan condiciones similares, con crecimientos de macroalgas marinas en la zona donde se detecta gradiente de salinidad.

I. Área de estudio

En las costas de Michoacán (Océano Pacífico) confluyen varios ríos, el principal es el Balsas, debido a su tamaño. De sus dos desembocaduras, únicamente la de Lázaro Cárdenas presenta crecimientos de macroalgas; el resto de los ríos son pequeños y sólo el Ostula y el Guagua cuentan con el desarrollo de estas especies (mapa 1).

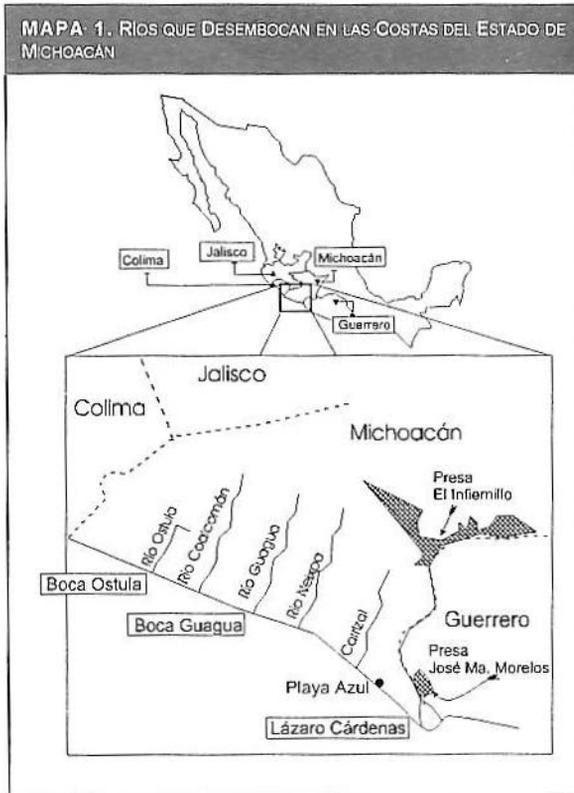
Desembocadura Lázaro Cárdenas. Se sitúa en los límites de los estados de Guerrero y Michoacán (102°33'O, 27°55'N). Recorre una distancia de 17 km desde la presa José María Morelos hasta el mar, y alcanza 400 m de ancho en la línea de desembocadura. La salinidad disminuye gradualmente de 32 partes por mil (ppm) en esta línea hasta 0 ppm un kilómetro y medio río arriba. El sustrato es fangoso con algunos cantos rodados hasta 500 m aproximadamente antes de la salida, en donde se encuentran bloques cúbicos de concreto y rocas de granito de 1 a 1.5 m de diámetro, lugar en que se encuentran fijadas las algas. Estas piedras están dispuestas de manera irregular y con una pendiente de casi 90°, lo que ocasiona un gran número de condiciones distintas de iluminación, oleaje y humectación, lo que se refleja en la diversidad de especies presentes (véase mapa 2).

Desembocadura Ostula. Se encuentra cerca del estado de Colima (103°33'O, 18°28'N), y se abre al mar en una pequeña bahía. La línea de desembocadura mide aproximadamente 15 m de ancho. La salinidad cambia de 1 ppm a 30 ppm fuera de la



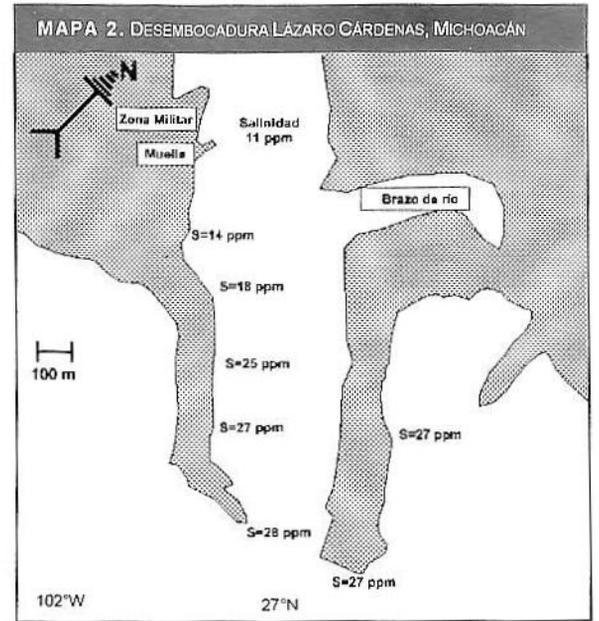
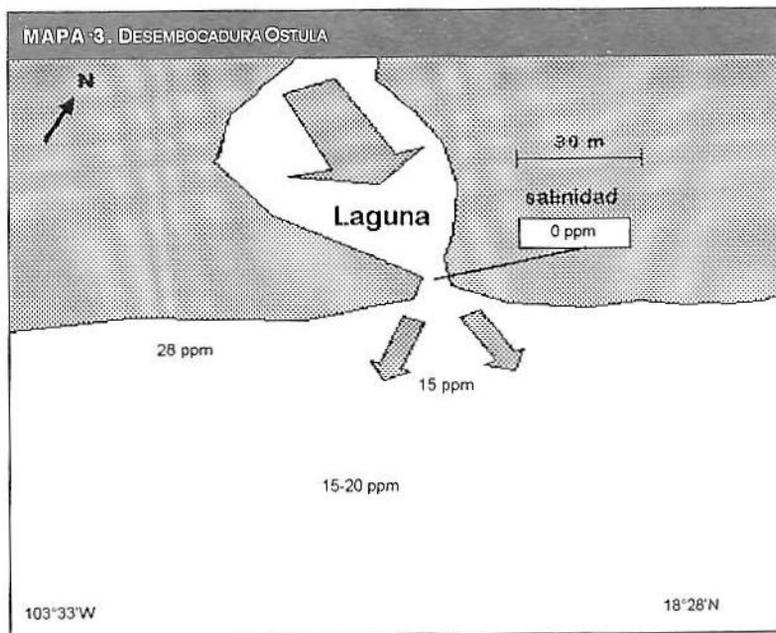
* Unidad de Morfofisiología, ENEP-Iztacala. Avenida de los Barrios S/N, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, C. P. 54000.

** Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM. A. P. 70620, Coyoacán, México, D. F., C. P. 04510.



línea en una distancia de 40 m hacia el S-E, en dirección de la corriente de California. El sustrato es arenoso, con algunas rocas pequeñas y cantos rodados. La pendiente es suave, de cerca de 20°, y existen condiciones de exposición a la luz y oleaje homogéneas (mapa 3).

Desembocadura Guagua. Su localización es 103°00'O, 18°28'N. Algunos metros río arriba, antes de su desembocadura, se forman lagunas pequeñas en donde la salinidad es 0 ppm, posteriormente el río se estrecha y crea un pequeño rápido de 5 m de ancho, en donde se abre al mar. El gradiente de salinidad se presenta fuera de la



línea de salida, hacia el Sureste, cambia en los primeros 100 m de 1 ppm a 15 ppm y aumenta gradualmente hasta 30 ppm, aproximadamente a 2.5 km al Sureste. El sustrato está formado por arena, cantos rodados y rocas pequeñas. La pendiente es suave, entre 15° y 20°, por lo que la exposición a la luz y el impacto del oleaje son uniformes (ver mapa 4).

II. Materiales y método

Se realizaron cuatro accesos a la desembocadura Lázaro Cárdenas entre octubre de 1982 y noviembre de 1984, por lo que se abarcaron dos periodos de lluvias y dos de sequía. Se hicieron recorridos a todo lo largo en el área donde había crecimientos de macroalgas y se colectaron las especies de la zona intermareal. Posteriormente se hizo una quinta colecta en noviembre de 1984, en las desembocaduras de Ostula y Guagua, en las que se tomaron datos de los siguientes parámetros:

- a) Temperatura del agua
- b) pH
- c) Salinidad (con un salinómetro YSI modelo S740-50)
- d) Tipo de sustrato (rocas grandes y pequeñas, de más y de menos de 1 m de diámetro, cantos rodados y arena)
- e) Exposición a la luz (se consideraron la exposición directa al Sol, Sol-sombra y sombra)
- f) Impacto del oleaje. La medida de este parámetro presenta fuertes dificultades prácticas (Lobban y Wynne, 1993) y se optó por clasificarlo de la siguiente manera: rompiente (oleaje directo y

fuerte); medio (oleaje indirecto); suave (zona de turbulencia) y rocío (salpicadura)

g) Grado de inclinación. Se midió el ángulo formado entre la línea de fondo y la superficie del agua.

Las colectas se realizaron manualmente o con ayuda de espátula.

Las muestras se fijaron en formaldehído al 4% y se encuentran depositadas en el herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME), con el código del proyecto "Desembocadura del río Balsas" (BALE). Se colectaron las muestras BALE 1 a BALE 326, las cuales fueron revisadas en su totalidad. Para la identificación de las especies se

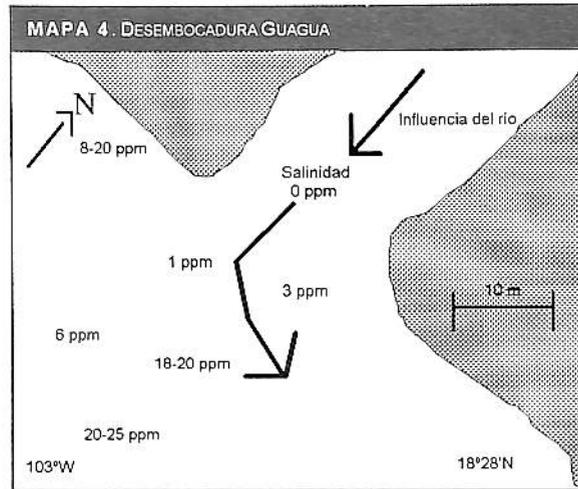


TABLA 1

COMPOSICIÓN DE LA FLORA DE LAS DESEMBOCADURAS ESTUDIADAS

ESPECIE	LÁZARO CÁRDENAS	OSTULA	GUAGUA	NOTAS
CYANOPHYTA				
<i>LYNGBYA AESTUARII</i> LIEBMAN. EX. GOMONT J.	X	-	-	
<i>OSCILLATORIA CORALLINAE</i> (KÜTZING) GOMONT J.	X	-	-	
RHODOPHYTA				
<i>ERYTHROTRICHIA CARNEA</i> (DILLWYN.) J. AGARDH S/C	X	-	-	EPÍFITA
<i>BANGIA ENTEROMORPHOIDES</i> DAWSON E. Y.	-	X	-	EPÍFITA
<i>AUDOINELLA ARCUATA</i> (DREWYN) COM. NOV.	X	-	-	EPÍFITA
<i>AUDOINELLA VIRGATULA</i> (HARVEY.) DIXON	X	X	X	
<i>GELIDIUM PUSILLUM</i> (STACKHOUSE) LE JOLIS	X	X	X	
<i>AMPHIROA DIMORPHA</i> LEMOINE	X	-	-	
<i>AMPHIROA MEXICANA</i> TAYLOR	X	-	-	
<i>JANIA TENELLA</i> KÜTZING	X	-	-	
<i>LITHOLEPIS ACOLA</i> FOSLIE	-	X	-	
<i>PEYSSONNELIA MEXICANA</i> DAWSON E. Y.	X	-	-	
<i>LITHOPHYLLUM DECIPIENS</i> (FOSLIE.) FOSLIE	X	-	-	
<i>GRATELOUPIA FILICINA</i> (LAMOUROUX.) C. AGARDH.	X	X	X	
<i>GRATELOUPIA DORYPHORA</i> (MONTAGNE.) HOWE J.	X	-	-	
<i>GRATELOUPIA VERSICOLOR</i> (J. AGARDH) J. AGARDH	X	-	-	
<i>GYMNOGONGRUS MARTINENSIS</i> SETCHELL. & GARDNER C.	X	X	X	
<i>GYMNOGONGRUS JOHNSTONII</i> (SETCHELL. & GARDNER C.) DAWS.	X	-	-	
<i>HYPNEA SPINELLA</i> (C. AGARDH) KÜTZING	X	-	-	
<i>CERAMIVM HAMATISPINUM</i> DAWSON E. Y.	X	-	-	EPÍFITA
<i>CERAMIVM FLACCIDUM</i> SETCHELL. & GARDNER C	X	-	-	EPÍFITA
<i>POLYSIPHONIA HENDRYI</i> GARDNER C.	X	-	-	EPÍFITA
<i>POLYSIPHONIA SUBTILISSIMA</i> MONTAGNE S/C	X	-	-	EPÍFITA
<i>POLYSIPHONIA SONORENSIS</i> HOLLENBERG C.	X	-	-	EPÍFITA
<i>TAYLORIELLA DICTYURUS</i> (J. AGARDH) KYLIN	X	X	X	
PHAEOPHYTA				
<i>GIFFORDIA MITCHELLAE</i> (HARVEY) HAMEL	X	X	X	
<i>RALPHSIA PACIFICA</i> HOLLENBERG C.	X	-	-	
CHLOROPHYTA				
<i>PROTODERMA MARINUM</i> REINKE	X	-	-	
<i>ENTEROMORPHA FLEXUOSA</i> (WULFEN EX ROTH.) J. AGARDH. S	X	X	X	
<i>ENTEROMORPHA INTESTINALIS</i> (L.) NEES	X	X	X	
<i>ENTEROMORPHA CLATHRATA</i> (ROTH.) J. AGARDH	X	-	-	EPÍFITA
<i>CHAETOMORPHA ANETENNINA</i> (BORY) KÜTZING	X	-	-	
<i>CLADOPHORA ALBIDA</i> (NEES) KÜTZING	X	X	X	
<i>CLADOPHORA OKAMURAI</i> (UEDA) VAN DEN HOEK	X	-	X	
<i>CLADOPHORA GLOBULINA</i> (KÜTZING) KÜTZING	-	X	-	EPÍFITA
<i>CLADOPHORA LINIFORMIS</i> KÜTZING	X	X	-	
CHRYSOPHYTA				
<i>BIDDULPHIA LAEVIS</i> EHRENBERG	X	-	-	
<i>NITZSCHIA LINEARIS</i> J. AGARDH	X	-	-	
<i>MELOSIRA JURGENSII</i> (DILLWIN) J. AGARDH	X	-	-	EPÍFITA
TOTAL DE ESPECIES 39	36	13	10	

NOTA: X INDICA PRESENCIA Y - AUSENCIA DE LA ESPECIE EN LA LOCALIDAD.

TABLA 2. CONDICIONES AMBIENTALES

	INCLINACIÓN	ILUMINACIÓN	OLEAJE	SUSTRATO
LÁZARO CÁRDENAS	PENDIENTE PRONUNCIADA (70°-90°)	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	R, R, C, A
OSTULA	PENDIENTE SUAVE (10°-20°)	1	2, 3	R, C, A
GUAGUA	PENDIENTE SUAVE (10°-20°)	1	2, 3	R, C, A

ILUMINACIÓN	OLEAJE	SUSTRATO
1 = SOL	1 = ROMPIENTE	R = ROCAS DE DIÁMETRO MAYOR A 1 M
2 = SOL/SOMBRA	2 = MEDIO	R = ROCAS DE DIÁMETRO MENOR A 1 M
3 = SOMBRA	3 = SUAVE	C = CANTOS RODADOS
	4 = ROCÍO	A = ARENA

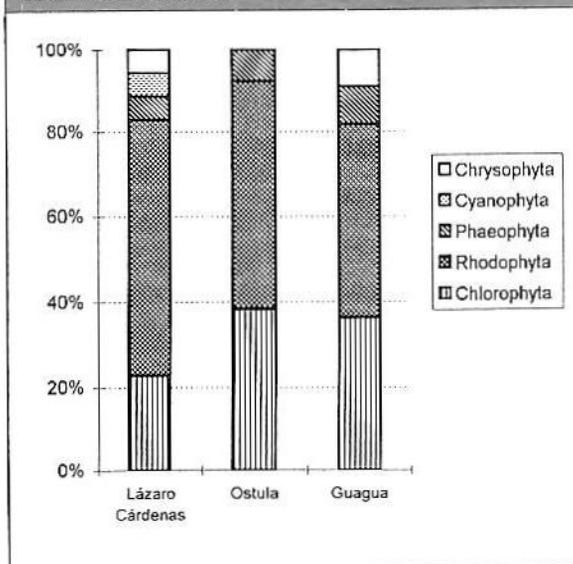
utilizaron los trabajos de Dawson (1951, 1953, 1954, 1960, 1961a, 1961b, 1962 y 1963), Humm y Wicks (1980), Van Den Hoek (1963) y Bourrelly (1981). Se tomaron en cuenta los cambios nomenclaturales propuestos por Wynne (1986).

La composición florística de las desembocaduras se comparó usando el índice de Jaccard (J), basado únicamente en la presencia de especies (Hooper *et al.*, 1980).

III. Resultados

La composición y número de especies de las algas colectadas en las tres desembocaduras se muestra en la tabla 1. El total de la flora fue de 39 especies clasificadas como sigue: 23 de la división *Rhodophyta*, 9 de la *Chlorophyta*, 3 de la *Chrysophyta*, 2 de la *Phaeophyta* y 2 de la *Cyanophyta*. Se distinguen por su abundancia las *Rhodophyta* (59%), siguiéndole las *Chlorophyta* (23.1%), las *Chrysophyta* (7.7%) y las *Phaeophyta* y *Cyanophyta* (5.1%). En la gráfica 1 se muestran las diferencias en el número de especies respecto al total y el porcentaje por división. La Lázaro Cárdenas es la que presenta una mayor diversidad (36 especies), mientras que

GRÁFICA 1. PORCENTAJE DE ESPECIES. NÚMERO DE ESPECIES/DESEMBOCADURA/DIVISIÓN



las de Ostula y Guagua presentan 13 y 10, respectivamente).

La desembocadura Lázaro Cárdenas es la que presenta mayor variación en cuanto a sustrato, iluminación e impacto del oleaje; su pendiente es mucho más acentuada que las demás, lo que ocasiona el crecimiento de macroalgas en las distintas franjas de la zona intermareal (tabla 2).

Del total de especies colectadas, la mayoría son típicamente marinas, excepto *Biddulphia laevis* que ha sido reportada para agua dulce y marina, y *Cladophora okamurai*, *Cladophora albida*, *Nitzschia linearis* y *Enteromorpha flexuosa*, para aguas dulces y salobres. De las 39 especies, únicamente nueve fueron comunes a las desembocaduras. El porcentaje de similitud, de acuerdo al coeficiente de comunidades de Jaccard (J), fue 23%. El mismo coeficiente, si se toma en cuenta sólo a las de Ostula y Guagua, fue de 60%.

Conclusiones

Las especies de origen marino, debido a que tienen una mayor resistencia osmótica a las condiciones salobres que las de agua dulce, son las principales colonizadoras de los sistemas estuáricos (Den Hartog, 1967; Remane y Schlieper, 1971).

Las distintas localidades del Pacífico tropical mexicano que han sido trabajadas hasta el momento (González-González *et al.*, 1996) muestran que la mayor diversidad de especies de esta región corresponde a las *Rhodophyta*, le siguen en abundancia *Phaeophyta* y *Chlorophyta*. De los resultados obtenidos, puede pensarse que las *Phaeophyta* son menos tolerantes a los cambios de salinidad, debido a la baja diversidad y abundancia en que se encontraron, lo cual ha sido reiterado en otros estudios similares (Doty y Newhouse, 1954; Yarish y Edwards, 1982; Coutinho y Seeliger, 1984).

Algunos de los principales factores ambientales que determinan la presencia de macroalgas son la luz, la temperatura, la salinidad, el impacto del oleaje y el sustrato (Lobban, Harrison y Duncan 1994).

El grado de similitud entre las desembocaduras (J = 23%) indica una composición florística diferenciada. Sin embargo, si se comparan únicamente las Ostula y Guagua (J = 60%) se pueden considerar comunidades semejantes. Si se observan las condiciones ambientales de la Lázaro Cárdenas que son similares a las encontradas en Ostula y

Guagua, sería evidente una composición de especies muy parecida.

Finalmente, al tomar en cuenta que casi todas las especies de Ostula y Guagua son comunes en las tres desembocaduras, se cree que las diferencias florísticas entre Lázaro Cárdenas, por un lado, y Ostula y Guagua, por otro, se deben a la gran diversidad de combinaciones ambientales en la primera y a la homogeneidad ambiental en las otras.

De lo anterior se desprende que la variedad de macroalgas está relacionada con los cambios de salinidad, lo cual se refleja en la presencia de especies típicas de sistemas salobres y en la baja proporción de *Phaeophyta*, en comparación con sistemas marinos. Sin embargo, factores como el grado de exposición a la luz, el impacto del oleaje, el tipo de sustrato y el grado de humectación, determinan la ausencia o presencia de las especies en las localidades. ◆

BIBLIOGRAFÍA

- Bourrelly, P. (1981). "Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique", en *Les algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phaeophycées, Xanthophycées et Diatomées*, Tome II. Editions N. Boubée & Cie. Paris. pp. 185-281.
- Coutinho, R. y Seeliger, U. (1984). *The benthic algal flora of the Atlantic coast of Rio Grande and the Patos Lagoon estuary (Brazil)*. Bibliotheca Phycologica, J. Cramer, Vaduz.
- Dawson, E.
 _____ (1951). "A further study of up welling and associated vegetation along Pacific Baja California, México", en *J. Marine Res.* 10 (1): 39-58.
- _____ (1953). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part I. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae", en *Allan Hancock Pac. Exped.* 17 (1): 1-239.
- _____ (1954). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part II. Cryptonemiales (cont)", en *Allan Hancock Pac. Exped.* 17 (2): 241-397.
- _____ (1960). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part III. Cryptonemiales, Corallinaceae. subf. Melobesioideae", en *Pac. Nat.* 2: 3-125.
- _____ (1961a). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part IV. Gigartinales", en *Pac. Nat.* 2: 191-343.
- _____ (1961b). "A guide to the literature and distribution of the Pacific benthic algae from Alaska to the Galapagos Islands", en *Pac. Sci.* 15: 370-461.
- _____ (1962). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part VII. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae", en *Allan Hancock Pac. Exped.* 26: 1-207.
- _____ (1963). "Marine red algae of Pacific Mexico. Part VIII. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae", en *Nova Hedvigia*, 6: 401-481.
- Den Hartog, C. (1967). "Brackish water as an environment for algae", en *Blumea*, Vol. 15, pp. 31-43.
- Doty, M. y Newhouse, J. (1954). "The distribution of marine algae into estuarine water", en *Am. J. Bot.* Vol. 41, pp. 508-515.
- González-González, J.; Gold, M.; Leon, H.; Candelaria, C.; Leon, D.; Serviere, E. y Fragoso, D. (1996). *Catálogo onomástico (Nomenclator) y bibliografía indexada de las algas bentónicas marinas de México*. Cuadernos del Instituto de Biología 29, UNAM.
- Hooper, R.; South, G. y Whittick, A. (1980). "Ecological and phenological aspects of marine phyto-benthos of the island of Newfoundland", en *The shore environment*, Vol. 2, edited by Price, J.; Irvine, D. y Farnham, W. Academic Press, New York, pp. 395-423.
- Humm, H. y Wicks, S. (1980). *Introduction and guide to the marine blue-green algae*. A wiley interscience publication. Jhon Wiley and sons.
- INEGI (1989). *Datos básicos de la geografía de México*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Lankford, R. (1977). "Costal lagoons of Mexico their origin and classification", en Wiley, M. (ed.), *Estuarine processes circulation, sediments and transfer of material in the estuary*. Academic Press. Inc. pp. 182-215
- Lobban, C.
 _____ y Wynne (1993). *The biology of seaweeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- _____ Harrison y Duncan (1994). *The physiological ecology of seaweeds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pritchard, D. (1967). "What is an estuary: physical view point", en Lauff, G. (ed.), *Estuaries*, Amer. Assoc. Adv. Publ 3, Washington, D. C. pp. 3-5.
- Remane, A. y Schlieper, C. (1971). *Biology of brackish water*. John Wiley/Sons, Inc. New York.
- Van Den Hoek, C. (1963). *Revision of the European species of Cladophora*. Leiden E. J. Brill.
- Wynne, M. (1986). "A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic", en *Can. J. Bot.* 64: 2239-2281.
- Yarish, C. y Edwards, P. (1982). "A field and cultural investigation of the horizontal and seasonal distribution of estuarine red algae of New Jersey", en *Phycologia*, Vol. 21, pp. 112-124.