

## Algunas comunidades macrobénticas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en laguna de Términos, Golfo de México

P. Hernández-Alcántara y V. Solís-Weiss

Laboratorio de Ecología Costera, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M., Apdo. Postal 70-305, México, D.F. 04510.

(Revisado 17-X-1994. Aceptado 2-XII-1994.)

**Abstract:** The composition of the benthic macrofauna associated with the red mangrove (*Rhizophora mangle*) in Términos Lagoon, Mexico, were analyzed together with some ecological parameters. Five sampling stations, were chosen reflecting the contrasting environmental conditions prevailing in the Lagoon, (marine or freshwater influence). The samples (0.3 m<sup>2</sup> of sediment) were collected at three month intervals between May 1983 and May 1984 with a corer (20 cm in diameter), and sieved through a 0.5 mm mesh screen. We found 3757 organisms of three taxa: Polychaeta (22 families, 43 species), Mollusca (11 families, 17 species) and Crustacea (20 families, 27 species). The polychaetes dominated in each sample. *Capitella "capitata"*, *Mediomastus californiensis*, *Laeonereis culveri*, *Streblospio benedicti*, *Lembos sp*, *Lucina pectinata*, *Palaemonetes vulgaris*, *Melinna maculata*, *Tellina lineata*, *Xenanthura sp*, *Tellina alternata tayloriana* and *Parandalia vivianneae* were the most abundant species, although not present at every station, presumably because of the contrasting environmental conditions. The highest abundances were registered at stations under marine influence, especially during the rainy and winter seasons. Diversity fluctuated at each station; the highest values were recorded in the southern (2.11 on average) and northeastern (2.06 on average) regions.

**Key words:** Macrofauna, coastal lagoon, Red mangrove, tropical polychaetes, Gulf of México.

Los manglares se encuentran entre los ecosistemas tropicales más importantes, tanto en términos de productividad primaria como por ser áreas de crianza, alimentación y protección de numerosas especies de interés comercial. Su amplia distribución, al representar más del 75% de la vegetación intermareal en los trópicos, y su papel como estabilizadores del sustrato, suponen un aporte considerable de materia orgánica al ambiente (Lugo y Snedaker 1974).

A pesar de que los manglares han recibido gran atención de los científicos (Cintrón *et al.* 1978, Alongi 1987, Hutchings y Recher 1982, Rützler y Feller 1988, Woodroffe 1988, D'Croz *et al.* 1989, Hernández-Alcántara y Solís-Weiss 1991, Sessegolo y Lana 1991), su función dentro de los ecosistemas y el papel de la fauna residente en el intercambio de nutrientes que soporta la productividad de estos manglares aún es poco entendida (Bacon 1986). En términos generales la fauna asociada a los manglares puede estar representada por especies tí-

picamente estuarinas, incluyendo algunas especies que sólo pueden encontrarse en estos ambientes; cuando los manglares crecen bajo condiciones más salinas, la fauna tiende a incrementar el número de especies común con las habitantes de los pastos marinos adyacentes (Bacon 1986). Por lo tanto, para poder conocer la transferencia de energía, y por tanto la productividad del sistema, es necesario identificar los componentes biológicos presentes.

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es conocer la composición faunística y evaluar algunos parámetros ecológicos de las comunidades macrobénticas de fondos blandos asociadas al mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Términos.

### MATERIAL Y METODOS

**Area de estudio:** La laguna de Términos se localiza en el sureste del golfo de México

(18°25'-18°49' N; 91°15'-91°55' W, Fig. 1). Tiene una forma elíptica con unos 70 km de largo por 28 km de ancho y una profundidad promedio de 3.5 m. El clima es cálido húmedo, isotermal, con la mayor precipitación en verano y parte del otoño: Amw"ig (García 1981).

Esta laguna está rodeada por manglares dominados por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), especialmente en las áreas con mayores salinidades, es decir, las más cercanas al mar; *Avicennia germinans* llega a dominar donde la influencia de los ríos es mayor; *Laguncularia racemosa* es menos abundante y no presenta preferencia marcada por algún ambiente; *Conocarpus erectus* se encuentra ocasionalmente. El detritus proporcionado por estas plantas vasculares, junto con los microorganismos asociados, puede ser ingerido por los invertebrados bénticos detritívoros, que posteriormente son alimento de otros organismos como peces y algunos crustáceos (Alongi 1990).

**Recolección:** Los muestreos se llevaron a cabo trimestralmente (mayo, agosto y noviembre de 1983, y febrero y mayo de 1984), en cinco localidades con características ambientales contrastantes entre sí.

Las muestras de sedimento fueron obtenidas por medio de un nucleador de 20 cm de diámetro interno, enterrándolo 20 cm en el sedimento. Se extrajeron 10 núcleos por localidad-muestreo (área total de 0.3 m<sup>2</sup>), que corresponden al área mínima de muestreo.

Además, se determinó la temperatura con un termómetro de cubeta (50°C ± 0.1), la salinidad con un refractómetro (A. O. 10419, precisión ± 0.5 ppm), el contenido de materia orgánica mediante el método de Walkley-Black (1934) modificado por Jackson (1958), y la textura sedimentaria con el método de Folk (1969).

El material biológico fue separado a través de un tamíz de 0.5 mm de luz de malla, fijado con formol al 10% y posteriormente preservado en alcohol etílico al 70%.

La diversidad de la comunidad se evaluó por medio del índice de diversidad de Shannon-Weaver (1949). La asociación entre las especies, debida a la variación de su abundancia durante el año, se determinó por análisis de agrupamiento (cluster), para evaluar el nivel de similitud entre las poblaciones por localidad de muestreo; se utilizó el método de conexión (longest link) y el coeficiente general de Gower (Reyes *et al.* 1978); el nombre de las espe-

cies con su número correspondiente está indicado en la lista faunística (Cuadro 1). Los organismos están depositados en la colección del laboratorio de Ecología Costera del ICMYL, Universidad Nacional Autónoma de México.

#### CUADRO 1

##### Lista Faunística

##### Phylum Annelida

##### Clase Polychaeta

##### Orden Orbiniida

##### Familia Orbiniidae

- 1) *Leitoscoloplos fragilis* (Verrill 1873)
  - 2) *Leitoscoloplos foliosus* (Hartman 1951)
  - 3) *Naineris sp*
  - 4) *Naineris setosa* (Verrill 1900)
  - 5) *Scoloplos (Scoloplos) treadwelli* Eisig 1914
- ##### Familia Paraonidae
- 6) *Aricidea (Allia) suecica* Eliason 1920
  - 7) *Paradoneis lyra* (Southern, 1914)

##### Orden Cossurida

##### Familia Cossuridae

- 8) *Cossura soyeri* Laubier 1963

##### Orden Spionida

##### Suborden Spioniformia

##### Familia Spionidae

- 9) *Malacoceros vanderhorsti* (Augener 1927)
  - 10) *Parapriospio pinnata* Ehlers 1901
  - 11) *Priospio heterobranchia* Moore 1907
  - 12) *Polydora cornuta* Bosc 1802
  - 13) *Scolecopsis squamata* (Müller 1806)
  - 14) *Streblospio benedicti* Webster 1879
- ##### Suborden Cirratuliformia
- ##### Familia Cirratulidae
- 15) *Caulerella alata* (Southern 1914)
  - 16) *Aphelocheata parva* (Berkeley 1929)

##### Orden Capitella

##### Familia Capitellidae

- 17) *Capitella "capitata"* (Fabricius 1780)
  - 18) *Mediomastus californiensis* Hartman 1944
- ##### Familia Maldanidae
- 19) *Sabaco elongatus* (Verrill 1873)
  - 20) *Axiothella sp*

##### Orden Phyllodocida

##### Suborden Phyllodociformia

##### Familia Phyllodocidae

- 21) *Eteone longa* Bergström 1914
- ##### Suborden Nereidiformia
- ##### Familia Pilargidae
- 22) *Parandalia vivianneae* Salazar-Vallejo & Reyes-Barragán 1990
  - 23) *Sigambra bassi* (Hartman 1945)
- ##### Familia Syllidae
- 24) *Syllis (Ehlersia) mexicana* Rioja 1960
- ##### Familia Nereidae
- 25) *Laeonereis culveri* (Webster 1880)

- 26) *Neanthes caudata* (delle Chiaje 1828)  
 27) *Neanthes succinea* (Frey & Leuckart 1849)  
 28) *Nicon aestuarensis* Knox 1951  
 29) *Leptonereis* sp  
 30) *Platynereis* sp  
 31) *Stenonereis martini* Wesenberg-Lund 1958  
 Suborden Glyceriformia  
 Familia Goniadidae  
 32) *Glycinde solitaria* (Webster 1879)

## Orden Amphinomida

Familia Amphinomidae

- 33)
- Linopherus ambigua*
- (Monro 1933)

## Orden Eunicida

Subfamilia Eunicia

Familia Onuphidae

- 34) *Diopatra cuprea* (Bosc 1802)  
 Familia Eunicidae  
 35) *Marphysa sanguinea* (Montagu 1815)  
 Familia Lumbrineridae  
 36) *Scoletoma impatiens* (Claparede 1868)  
 Familia Oeonidae  
 37) *Arabella (Arabella) iricolor* (Montagu 1804)  
 Familia Dorvilleidae  
 38) *Schistomeringos rudolphi* delle Chiaje 1868

## Orden Terebellomorpha

Familia Pectinariidae

- 39) *Petta tenuis* Caullery 1944  
 Familia Ampharetidae  
 40) *Melinna maculata* Webster 1879  
 Familia Terebellidae  
 41) *Terebella lapidaria* Linnaeus 1767  
 Familia Trichobranchidae  
 42) *Terebellides carmenensis* Solís-Weiss et al.  
 1991

## Phylum Mollusca

Clase Gasteropoda

Orden Archaeogastropoda

Familia Neritidae

- 43) *Nerita reclivata* (Say 1822)  
 44) *Neritina virginea* (Linnaeus 1758)

Orden Mesogastropoda

Familia Calyptraeidae

- 45) *Crepidula convexa* Say 1822  
 46) *Crepidula fornicata* (Linnaeus 1758)  
 47) *Crepidula maculosa* Conrad 1846  
 Familia Naticidae  
 48) *Polinices duplicatus* (Say 1822)

Orden Neogastropoda

Familia Melongenidae

- 49) *Melongenella melongena* (Linnaeus 1758)  
 Familia Nassariidae  
 50) *Nassarius vibex* (Say 1822)

Clase Bivalvia

Orden Veneroidea

Familia Dreissenidae

- 51) *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad 1831)  
 Familia Lucinidae  
 52) *Lucina pectinata* (Gmelin 1791)

Familia Veneridae

- 53) *Chione cancellata* (Linnaeus 1758)  
 54) *Anomalocardia auferiana* (d'Orbigny 1842)  
 Familia Mactridae  
 55) *Mulinia lateralis* (Say 1822)  
 Familia Tellinidae  
 56) *Tellina alternata tayloriana* Sowerby 1866  
 57) *Tellina angulosa* Gmelin 1792  
 58) *Tellina lineata* Turton 1819  
 Familia Solecurtidae  
 59) *Tagelus divisus* (Spengler 1794)

## Phylum Arthropoda

Clase Crustacea

Orden Decapoda

Suborden Pleocremata

- Familia Upogebiidae  
 60) *Upogebia affinis* (Say 1818)  
 Familia Grapsidae  
 61) *Pachygrapsus gracilis* (Saussure 1858)  
 Familia Ocypodidae  
 62) *Uca* sp  
 Familia Diogenidae  
 63) *Clibanarius vittatus* (Bosc 1801)  
 Familia Pinnotheridae  
 64) *Pinnixa* sp  
 Familia Porcellanidae  
 65) *Petrolisthes armatus* (Gibbes 1850)  
 Familia Portunidae  
 66) *Callinectes sapidus* Rathbun 1895  
 67) *Callinectes similis* Williams 1966  
 Familia Panopeidae  
 68) *Dyspanopeus texanus* (Stimpson 1859)  
 Familia Alpheidae  
 69) *Alpheus heterochaelis* Say 1818  
 Familia Hippolytidae  
 70) *Hippolyte pleuracanthus* (Stimpson 1871)  
 Familia Ogyrididae  
 71) *Ogyrides alphaerostris* (Kingsler 1880)  
 Familia Palaemonidae  
 72) *Palaemonetes pugio* Holthuis 1949  
 73) *Palaemonetes vulgaris* (Say 1818)  
 Suborden Dendrobranchiata  
 Familia Penaeidae  
 74) *Penaeus duorarum* Burkenroad 1939  
 75) *Penaeus setiferus* (Linnaeus 1767)

Orden Isopoda

Familia Hyssuridae

- 76)
- Xenanthura*
- sp

Orden Amphipoda

Familia Ampeliscaidae

- 77) *Ampelisca* sp  
 Familia Amphitoidae  
 78) *Cymadusa* sp  
 Familia Aoridae  
 79) *Lembos* sp  
 Familia Corophiidae  
 80) *Cerapus* sp  
 81) *Corophium* sp  
 Familia Melitidae  
 82) *Elasmopus* sp

- Orden Tanaidacea  
 Suborden Apseudomorpha  
 83) *sp 1*  
 84) *sp 2*  
 85) *sp 3*  
 Suborden Tanaidomorpha  
 Familia Paratanaididae  
 86) *Leptocheilia sp*

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Parámetros ambientales:** la laguna de Términos, como un representante de los sistemas laguno-estuarinos, presenta características ambientales muy heterogéneas. Existe una tendencia global de disminución en la salinidad desde la isla del Carmen hacia el continente (Botello 1978) (Fig. 1), lo que origina, dada la distribución de las localidades, que puedan separarse en diferentes categorías según el nivel de influencia marina. En las localidades 3 y 4, de mayor influencia marina, se registran las salinidades más elevadas, pero también la menor variación durante el año (24-36 o/oo en la localidad 3 y 27-38 o/oo en la 4, Cuadro 2). La loca-

lidad 5, por presentar aportes regulares de agua dulce de los riachuelos de la porción oriental de la laguna y por la circulación lenta del agua marina que entra por la boca de Puerto Real, no alcanza valores elevados de salinidad (20-28 o/oo) y se considera una localidad con características intermedias en este sentido. Por el contrario, en las localidades de influencia dulcea-cuícola, los cambios son más drásticos durante el año: de 8 a 25 o/oo en la localidad 1 y de 4 a 32 o/oo en la 2 (Cuadro 2), debido a las variaciones en la descarga de agua dulce proveniente de los ríos cercanos.

Se presentan tres períodos estacionales que influyen la variación de la salinidad: a) de marzo a mayo (época seca) en que existe un incremento de la salinidad, hasta alcanzar los valores máximos del año; b) de junio a octubre, en que la salinidad disminuye gradualmente, como resultado de las lluvias y del aporte fluvial, siendo esto más acentuado al sur-suroeste de la laguna (localidades 1 y 2); y c) de noviembre a febrero, en que la salinidad alcanza los valores mínimos del año (Cuadro 2).

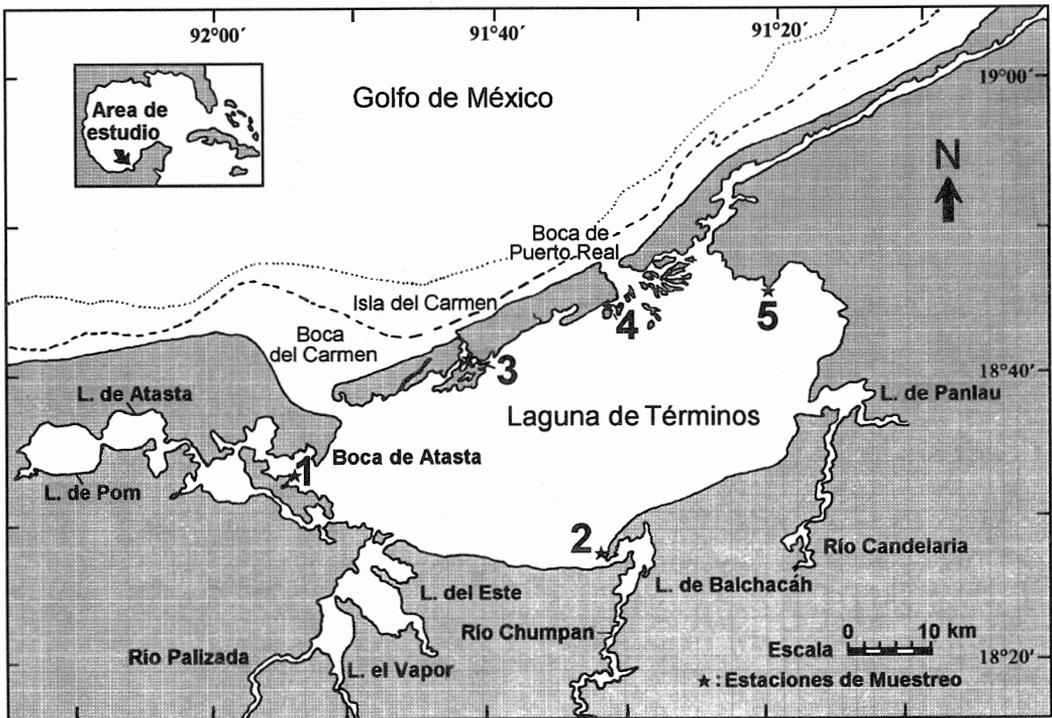


Fig. 1. Laguna de Términos, México.

CUADRO 2

*Variación anual de los parámetros ambientales en la laguna de Términos*

Localidad	Muestreo	Temperatura (°C)	Salinidad (o/oo)	Materia Orgánica (% C org.)	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)
1	mayo-83	29.0	23.5	1.66	0.03	0.46	47.50	52.04
	agosto-83	31.5	19.5	1.41	0.00	0.51	47.41	52.07
	noviembre-83	28.0	8.0	1.82	0.02	0.42	48.12	51.44
	febrero-84	23.0	23.0	1.77	0.06	0.86	48.23	50.85
	mayo-84	27.0	25.0	1.67	0.01	0.63	51.25	48.10
2	mayo-83	32.0	30.0	0.53	0.47	37.85	43.87	17.82
	agosto-83	33.0	32.0	0.46	0.34	43.54	39.69	16.44
	noviembre-83	28.0	4.0	1.00	0.16	33.76	42.88	23.20
	febrero-84	24.0	19.0	0.53	0.16	36.32	38.87	24.15
	mayo-84	30.0	25.0	0.49	0.55	40.38	42.47	16.60
3	mayo-83	31.0	35.5	3.60	0.06	27.90	52.65	19.40
	agosto-83	32.0	34.0	3.51	0.22	27.96	44.29	27.59
	noviembre-83	28.0	24.0	3.73	0.04	23.66	47.26	29.04
	febrero-84	24.0	32.0	3.46	0.02	27.18	48.25	24.55
	mayo-84	29.0	36.0	3.64	0.03	25.22	56.95	17.80
4	mayo-83	29.0	36.9	0.61	0.01	33.01	43.64	23.34
	agosto-83	32.0	35.5	1.25	0.50	37.50	48.17	13.83
	noviembre-83	34.0	27.0	0.84	1.80	33.15	45.21	19.83
	febrero-84	22.0	30.0	1.33	0.10	26.60	48.01	25.30
	mayo-84	29.0	38.0	0.78	0.07	30.45	48.93	20.56
5	mayo-83	29.0	27.9	0.47	5.96	49.85	40.04	4.15
	agosto-83	31.0	27.0	0.34	0.19	40.60	46.46	12.75
	noviembre-83	26.5	20.0	0.39	9.70	42.09	36.95	11.26
	febrero-84	23.5	24.0	0.69	2.38	44.78	44.53	8.31
	mayo-84	32.0	28.0	0.51	6.58	48.81	40.49	4.12

Las variaciones de la temperatura a lo largo del año muestran un patrón similar en todas las localidades de muestreo: las temperaturas mínimas se presentan en febrero, incrementándose en mayo (época de sequía) y descendiendo posteriormente de manera gradual con las lluvias (agosto) hasta el invierno (febrero) (Cuadro 2).

El contenido de materia orgánica en los sedimentos está directamente relacionado con los aportes de nutrientes provenientes de los ríos y la defoliación natural de los manglares (con la posterior descomposición de las hojas por microorganismos). En este sentido, el mayor contenido de carbono orgánico se presenta en noviembre y febrero (durante las lluvias y al final de la época de "nortes"). Por el contrario, durante la época de sequía (mayo), los aportes fluviales disminuyen y la descomposición de las hojas de mangle es más lenta (Day *et al.* 1982), provocando que los niveles de carbono disminuyan durante estos muestreos (Cuadro 2).

La variación estacional del sedimento en las localidades de muestreo es reducida durante el año (Cuadro 2), y con excepción de la localidad 5 (45% en promedio) y la localidad 2 durante el muestreo de agosto (56%), el contenido de lodos (limo + arcilla) representa a más del 60% de los sedimentos en todas las localidades. La localidad 1 representa el área con mayor homogeneidad sedimentológica, con un porcentaje de lodos del 99%, es decir, los tamaños gruesos son insignificantes (Cuadro 2). Las localidades 4 y 5 registran un mayor contenido de arenas en comparación con las localidades restantes, y la compactación del sedimento es mayor.

**Análisis faunístico:** Se recolectaron e identificaron 3757 organismos pertenecientes a 53 familias y 83 especies, agrupados en tres filos: Annelida: Polychaeta (22 familias, 43 especies), Mollusca (11 familias, 17 especies) y Arthropoda: Crustacea (20 familias, 27 especies) (Cuadro 1).

En la laguna de Términos, la abundancia y frecuencia de la macrofauna béntica asociada a los manglares registra una variabilidad amplia (Cuadro 3). Sin embargo, en todas las localidades, los poliquetos son el grupo dominante. Estos organismos son de los metazoos marinos más abundantes y frecuentes en ambientes bénticos; se incluyen entre los grupos con mayor riqueza específica (Fauchald y Jumars 1979) y también en ambientes de manglar pueden representar el grupo dominante (Hutchings y Recher 1982, Hernández-Alcántara Solís-Weiss 1991).

tendencia ya observada en las praderas de *Thalassia testudinum* de esta laguna (Ibañez-Aguirre y Solís-Weiss 1987). La variabilidad de las condiciones ambientales a lo largo del año podría originar que las especies se presenten en este ambiente en épocas distintas, de acuerdo con la tolerancia que tengan a las variaciones ambientales.

Las lluvias podrían influir positivamente en la reproducción o reclutamiento de poliquetos, ya que estos aparecen con mayor abundancia en agosto o noviembre, excepto en las localidades 2 y 3 en que se presentan en mayo, pero só-

CUADRO 3

Variación anual de la abundancia por grupo de invertebrados

Grupo de invertebrados	Muestreo Localidad	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total
Poliquetos	1	76	134	79	10	30	329
	2	38	16	14	9	12	89
	3	18	36	0	2	190	246
	4	44	77	953	326	165	1565
	5	46	525	64	29	23	687
Crustáceos	1	3	2	5	0	1	11
	2	19	12	10	4	12	57
	3	17	3	3	10	15	48
	4	10	2	35	205	34	286
	5	10	23	85	19	6	143
Moluscos	1	0	1	0	0	0	1
	2	1	1	0	6	0	8
	3	18	23	1	1	9	52
	4	49	42	47	23	56	217
	5	6	2	7	1	2	18
Total		355	899	1303	645	555	3757

La distribución de los poliquetos a lo largo del año es muy variable (Cuadro 3). En substratos lodosos, los bivalvos y varios crustáceos peracáridos pueden ser codominantes (Fauchald y Jumars 1979). Los moluscos no presentan abundancias elevadas, sobre todo en las localidades de influencia dulceacuícola, 1 y 2 (Cuadro 3). Los crustáceos son más numerosos que los moluscos, pero, al comparar su abundancia con la de los poliquetos, se observa una marcada inferioridad.

En particular, en la localidad 5 en agosto-noviembre, y en la 4 en noviembre-febrero, se observa una tendencia similar en las variaciones de la abundancia de este grupo dominante. La disminución de los poliquetos está asociada con el incremento del número de crustáceos,

lo en un muestreo de esta época, lo que indica valores aparentemente atípicos (Cuadro 3). Al parecer, es necesario un ligero descenso de la salinidad, aunado a un pequeño aumento de la temperatura, para que haya un incremento en el número de organismos.

Por el contrario, en las localidades 1, 2, 3 y 5, durante noviembre (Cuadro 3), la abundancia de poliquetos decrece debido al brusco descenso de la salinidad y la temperatura, y a las variaciones del contenido de materia orgánica. El período de tormentas, y los cambios ambientales que provoca, afecta a la fauna béntica del manglar, siendo en esta época cuando su abundancia total es más baja. Sin embargo, los crustáceos responden positivamente a estos cambios durante el final de la época de "nortes",

sobre todo en las localidades de influencia marina (3 y 4), y tienden a incrementar su abundancia (Cuadro 3). Los moluscos, en general, son poco abundantes durante todo el año.

Pocas especies se encuentran restringidas a los fondos lodosos de los manglares o muestran adaptaciones específicas a estos ambientes, ya que los manglares no son más que una extensión de su hábitat natural (Hutchings y Recher 1982). Entre otras causas, esto se debe a la amplitud y heterogeneidad de condiciones ambientales que soporta *R. mangle*, que es la base del flujo de energía del sistema. En la laguna de Términos, ninguna especie está lo suficientemente adaptada para existir en todas las localidades donde hay manglar y, por lo tanto, soportar variaciones ambientales tan amplias como para ser consideradas especies típicas de este ecosistema a nivel béntico.

En la localidad 1, las cuatro especies con mayor abundancia y frecuencia de aparición representan al 96% de la fauna (Cuadro 4). Ahí, la especie *Mediomastus californiensis*, por sí sola, agrupa al 79% de los organismos. Aunque no se forman claramente grupos diferentes al analizar la relación entre las especies, los poliquetos *M. californiensis* (18), *Parandalia vivianneae* (22) y *Streblospio benedicti* (14), presentan cierta similitud debido a su elevada abundancia, dife-

renciándose de las especies restantes con bajo número de organismos (Fig. 2).

La otra localidad de influencia dulceacuícola (2), presenta un patrón de comportamiento diferente al anterior: no existen especies con una dominancia sobresaliente, debido a la elevada riqueza específica de la localidad (29 especies) y reducida abundancia total (154 individuos). Esto da como resultado que la mayoría de las especies sean poco frecuentes a lo largo del año, y que su aparición en diferentes momentos del año posibilite la presencia de asociaciones faunísticas con diferentes relaciones intra- e interespecíficas. Seis especies representan al 49% de la fauna, cuatro poliquetos: *Parandalia vivianneae*, *Laeonereis culveri*, *Marphysa sanguinea* y *Diopatra cuprea*; y dos crustáceos: *Tanaidaceo* sp 2 y *Penaus setiferus* (Cuadro 5). La proporción relativa del número de especies y la abundancia originan que la asociación entre las especies presente un arreglo más complejo que en la otra localidad de influencia dulceacuícola, observándose tres grupos principales (Fig. 3): el grupo A, encabezado por *Tellina alternata tayloriana* (56), representa a las especies que se recolectaron sólo en el muestreo de febrero; el grupo B, integrado, entre otras, por la especie dominante *D. cuprea* (34), representará a las especies recolectadas dos

CUADRO 4

Especies con mayor densidad relativa y frecuencia de aparición en la localidad 1

Especie / Muestreo	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total	Densidad relativa (%)	Densidad acumulada (%)
<i>Mediomastus californiensis</i>	67	103	74	1	26	271	79	
<i>Streblospio benedicti</i>	3	27	0	0	1	31	9	88
<i>Parandalia vivianneae</i>	6	2	4	9	2	23	7	95
<i>Penaus setiferus</i>	2	1	1	0	0	4	1	96

CUADRO 5

Especies con mayor densidad relativa y frecuencia de aparición en la localidad 2

Especie / Muestreo	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total	Densidad relativa (%)	Densidad acumulada (%)
<i>Parandalia vivianneae</i>	16	0	0	1	1	18	12	
<i>Laeonereis culveri</i>	0	5	9	2	2	18	12	24
Sp. 2 (Tanaidacea)	7	0	6	0	1	14	9	33
<i>Marphysa sanguinea</i>	1	3	0	4	4	12	8	41
<i>Diopatra cuprea</i>	1	3	1	0	2	7	5	46
<i>Penaus setiferus</i>	2	1	1	0	0	4	3	49

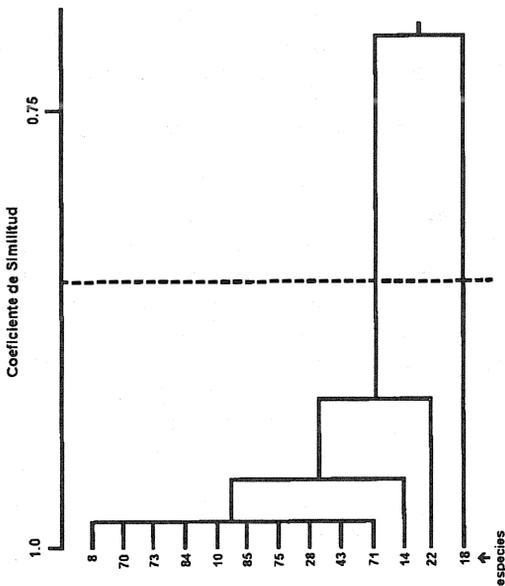


Fig. 2. Diagrama de similitud entre las especies de la localidad 1.

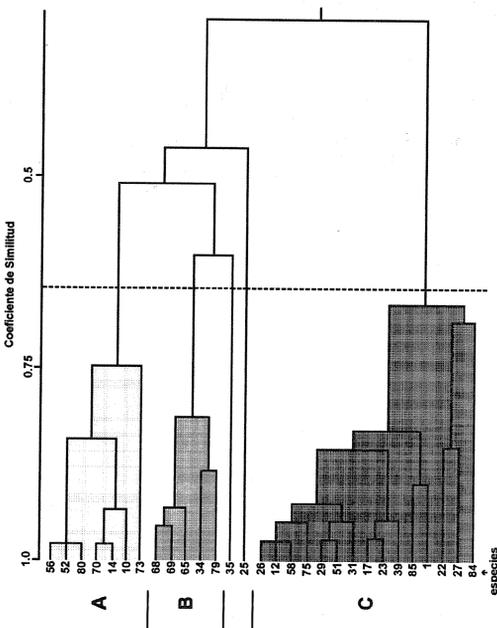


Fig. 3. Diagrama de similitud entre las especies de la localidad 2.

o tres veces durante el año, pero nunca en noviembre; y el grupo C, compuesto por 16 especies (más de la mitad de la fauna), que tienen una distribución heterogénea a lo largo del año.

Las especies *M. sanguinea* (35) y *L. culveri* (25), con abundancias elevadas, son las que aparecen con mayor frecuencia durante el año (cuatro muestreos) y quedan aisladas de las otras especies debido a esto.

Las localidades con mayor influencia marina (3 y 4), con condiciones físicas y químicas menos variables a lo largo del año, presentan, sin embargo, patrones de comportamiento de la abundancia y riqueza específica diferentes entre sí. En la localidad 3 se identificaron únicamente 19 especies (Fig. 4) y 346 organismos (Cuadro 3), de los cuales *Capitella "capitata"*, *Lembos sp.* y *Tellina lineata* representan al 87% del total de organismos (Cuadro 6); las dos primeras se registran preferentemente en ambientes con salinidades mayores dentro de la laguna, mientras que *T. lineata* únicamente presenta abundancias elevadas en esta localidad. *C. "capitata"* agrupa al 62% del total de la fauna; esta especie suele considerarse indicadora de contaminación por materia orgánica (Reish 1957, Bellan 1964), siendo una especie oportunista por su rápida colonización en algunas zonas perturbadas o defaunadas (Grassle y Grass-

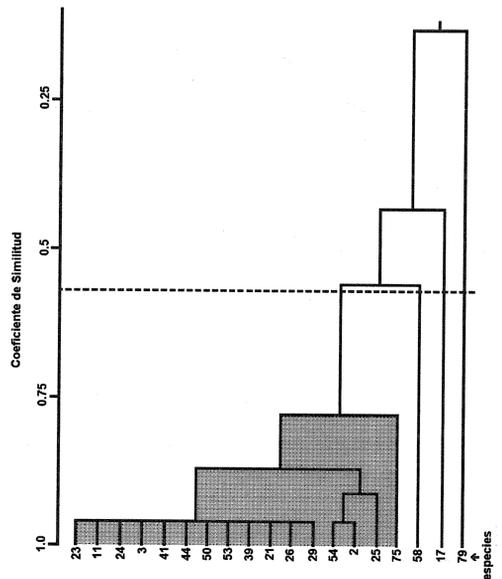


Fig. 4. Diagrama de similitud entre las especies de la localidad 3.

le 1977). Esta especie cosmopolita podría ser un conjunto de por lo menos seis especies cercanas, muy difíciles de diferenciar por su morfología externa (Grassle y Grassle 1976, Grassle 1980).

La presencia de *C. "capitata"*, *Lembos sp.* y *T. lineata*, que claramente predominan en la comunidad, origina que en la asociación entre las especies (Fig. 4) no se presenten grupos definidos, aunque las especies mencionadas quedan separadas de las restantes, que registran abundancias bajas durante todo el año.

Por su parte, en la localidad 4, aunque se presenta la mayor riqueza específica: 52 especies (Fig. 5) y 4594 organismos (Cuadro 3), también se registra una elevada dominancia del poliqueto *C. "capitata"* que agrupa al 63% de la fauna; y junto con *Lucina pectinata*, *Laeoneis culveri*, *Tellina alternata tayloriana* y *Xenantura sp.* representan al 77% del total (Cuadro 7). Por lo tanto, en esta localidad de influencia marina, también *C. "capitata"* es la especie dominante de la comunidad. Sin embargo, a diferencia de la localidad 3 en que esta especie es muy abundante únicamente en el

muestreo de mayo-84 (Cuadro 6), en la localidad 4 es muy abundante durante todo el año, sobre todo en noviembre y febrero (Cuadro 7). El molusco *L. pectinata* también se presenta durante todo el año, con una abundancia similar, excepto al final de la época de "nortes" (febrero) en que disminuye su población. Los moluscos tienen mayor probabilidad de establecerse en esta localidad debido a que el sedimento contiene mayor cantidad de arenas que las restantes localidades. Esta condición origina también que *L. pectinata* y *T. alternata tayloriana* lleguen a considerarse dominantes en la comunidad (Cuadro 7).

La mayoría de las especies presentes en la localidad 4 pueden considerarse preferentemente habitantes de ambientes con influencia marina, aunque algunas pueden establecerse en áreas de influencia dulceacuícola. Sin embargo, las especies que fueron abundantes en las localidades de influencia dulceacuícola (1 y 2): *M. californiensis* y *P. vivianneae* (Cuadros 4 y 5) no aparecen en las localidades 3, 4 y 5, por lo que se puede considerar que la salinidad juega un papel importante en la distribución de organismos en la laguna de Términos.

Debido a la elevada abundancia y riqueza específica de la localidad 4, se podría pensar que la asociación entre las especies resultara muy compleja. Sin embargo, se observa que *C. "capitata"* agrupa al 63% de la fauna y junto con las otras cuatro especies dominantes representa al 77% (Cuadro 7). Por lo tanto, la asociación de las especies no muestra agrupaciones distinguibles; la mayoría de las especies se agrupan debido a su baja abundancia (Fig. 5), y las especies más abundantes y frecuentes quedan separadas.

En la localidad 5 se presenta una abundancia y riqueza específica menores que en la localidad 4: 45 especies (Fig. 6) y 848 organismos (Cuadro 3), pero se muestran condiciones físicas y químicas menos variables a lo largo del año. Esto provoca que, junto con la localidad 2 (Cuadro 5), se registre el mayor número de especies con elevada abundancia y frecuencia, seis especies: *C. "capitata"*, *L. culveri*, *Melina maculata*, *Palaemonetes vulgaris*, *M. sanguinea* y *D. cuprea*, que representan al 53% de la fauna (Cuadro 8). En esta localidad también es el poliqueto *C. "capitata"* la especie más abundante; ahí agrupa al 25% de los organismos, siendo, además, abundante únicamente en el

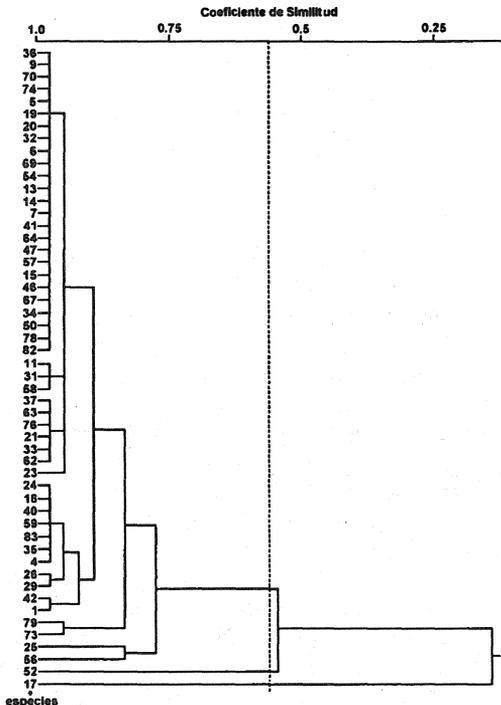


Fig. 5. Diagrama de similitud entre las especies de la localidad 4.

CUADRO 6

*Especies con mayor densidad relativa y frecuencia de aparición en la localidad 3*

Especie / Muestreo	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total	Densidad relativa (%)	Densidad acumulada (%)
<i>Capitella "capitata"</i>	4	27	0	2	180	2	62	
<i>Lembos</i> sp.	17	3	2	9	15	11	13	75
<i>Tellina lineata</i>	11	23	1	1	5	2	12	87

CUADRO 7

*Especies con mayor densidad relativa y frecuencia de aparición en la localidad 4*

Especie / Muestreo	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total	Densidad relativa (%)	Densidad acumulada (%)
<i>Capitella "capitata"</i>	2	58	898	249	89	1296	63	
<i>Lucina pectinata</i>	32	35	45	8	28	148	7	70
<i>Laeonereis culveri</i>	0	7	9	12	40	68	3	73
<i>Tellina alternata tayloriana</i>	15	2	0	1	24	42	75	
<i>Xenanthura</i> sp.	0	1	33	0	5	39	2	77

CUADRO 8

*Especies con mayor densidad relativa y frecuencia de aparición en la localidad 5*

Especie / Muestreo	mayo-83	agosto-83	noviembre-83	febrero-84	mayo-84	Total	Densidad relativa (%)	Densidad acumulada (%)
<i>Capitella "capitata"</i>	2	219	5	0	1	227	25	
<i>Laeonereis culveri</i>	0	93	33	5	1	132	15	40
<i>Melinna maculata</i>	25	13	7	8	6	59	7	47
<i>Palaemonetes vulgaris</i>	6	0	7	14	0	27	3	50
<i>Marphysa sanguinea</i>	8	0	6	2	4	20	2	52
<i>Diopatra cuprea</i>	4	0	1	5	2	2	1	53

el muestreo de agosto (219 organismos); lo que al parecer da la oportunidad a otras especies de incrementar su abundancia, como *M. maculata* y *P. vulgaris*, que, a pesar de estar presentes en otras localidades, no se habían considerado "abundantes".

Es importante notar que en esta localidad las condiciones ambientales, sobre todo temperatura, salinidad y textura del sedimento, muestran valores intermedios entre las localidades de influencia dulceacuícola (1 y 2) y las de influencia marina (3 y 4). Esto se ve reflejado en la composición de las especies abundantes y frecuentes, ya que todas están presentes en al menos una localidad de influencia marina y, con excepción de *M. maculata*, también se presentan en por lo menos una localidad de influencia dulceacuícola. De las especies abundantes y

frecuentes en la localidad 4, *C. "capitata"* y *L. culveri* lo son también la localidad 5, igual que *L. culveri*, *M. sanguinea* y *D. cuprea* para la localidad 2.

La presencia de un gran número de especies con pocos organismos sigue determinando la asociación entre las especies (Fig. 6). Esto origina que en el grupo A, queden incluidas estas especies "ocasionales", además de las especies *M. sanguinea* (35) y *D. cuprea* (34), que son las que menos organismos registran entre las dominantes; éstas últimas no se presentan en el muestreo de agosto (Cuadro 8). Por el contrario, el grupo B está integrado por *C. "capitata"* (17) y *Streblespio benedicti* (14), especies muy abundantes en agosto (219 y 168 organismos, respectivamente); esta última especie únicamente se recolectó en este muestreo. El grupo

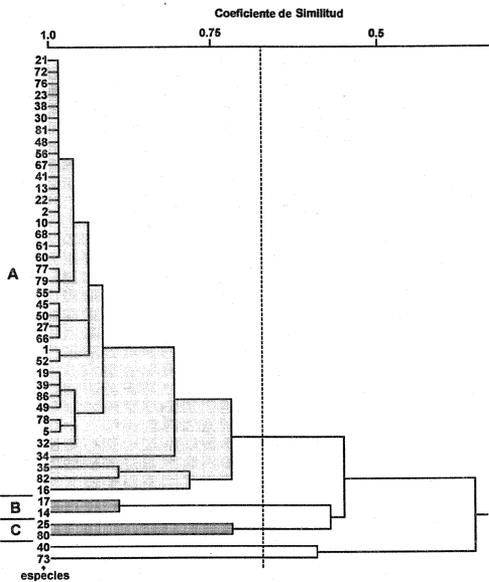


Fig. 6. Diagrama de similitud entre las especies de la localidad 5.

C lo integran las especies *L. culveri* (25) y *Cerapus sp* (80), asociadas por su mayor abundancia en agosto y porque no se registraron organismos en mayo de 1983. Las especies *M. maculata* (40) y *P. vulgaris* (73), especies abundantes, quedan separadas de las otras especies por la distribución heterogénea de su abundancia durante el año (Fig. 6).

La composición específica y el comportamiento de las variaciones poblacionales a lo largo del año quedan resumidas en los cambios que sufre la diversidad (Fig. 7): las localidades 1 y 3, que presentan poca abundancia y baja riqueza específica a lo largo del año, registran diversidades bajas, sobre todo en noviembre y febrero, en que las lluvias reducen la salinidad en la localidad 1, provocando también un incremento en el contenido de materia orgánica y material fino en los sedimentos de la localidad 3, y al parecer son los principales factores que limitan el establecimiento de las poblaciones macrobénticas en estas áreas (Fig. 7).

La localidad 4 presenta alta diversidad, sobre todo en los muestreos de mayo, descendiendo en noviembre (Fig. 7). Esta variación, si bien depende del conjunto de la fauna presente, se ve afectada básicamente por el comportamiento de *C. "capitata"*, ya que el incremento de su población en noviembre (898 organismos) implica un fuerte predominio de la especie y, por lo tanto, el decaimiento de la diversidad.

Las localidades 2 y 5 registran la mayor diversidad; la primera, de influencia dulceacuícola, como ya se mencionó, presenta una elevada riqueza específica (29 especies); pero también la menor abundancia total (154 individuos); por lo tanto, la abundancia se encuentra distribuida más homogéneamente entre las especies y la dominancia de alguna de ellas no es evidente a nivel comunitario; únicamente en noviembre, en que la disminución del número de organismos y especies es más clara, se registra un ligero descenso de la diversidad (Fig. 7). La presencia de tormentas y "nortes" en invierno y la variación que origina en las condiciones ambientales, no parece afectar el funcionamiento global de la comunidad y el efecto de esta inestabilidad ambiental podría verse contrarrestada por las relaciones a nivel poblacional (Fig. 7).

La localidad 5, de influencia marina, posee una elevada riqueza específica (44 especies) y presenta condiciones físicas y químicas menos cambiantes durante el año. Su diversidad registra pocos cambios (Fig. 7) y sólo en agosto la proliferación de las poblaciones de *S. benedicti* y *C. "capitata"*, especies consideradas oportunistas (Grassle y Grassle 1974), provocan que el dominio de la comunidad se concentre en ellas y por lo tanto descienda la diversidad.

Parece ser que en la laguna de Términos, al presentarse condiciones ambientales más estables y salinidad elevada, se incrementa el número de especies de poliquetos dominantes en la comunidad. Aún así, en este estudio no se registraron especies que puedan considerarse como típicas del manglar, sólo algunas especies que, bajo la acción sinérgica de variables físicas, químicas y biológicas, pueden ser abundantes en una área determinada de la laguna y ejercer mayor influencia sobre la comunidad macrobéntica en un tiempo determinado.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Andrés Reda Deara por su valiosa ayuda en el trabajo de campo, así como a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias.

#### RESUMEN

Se analiza la composición de la macrofauna béntica de fondos blandos asociada con el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de

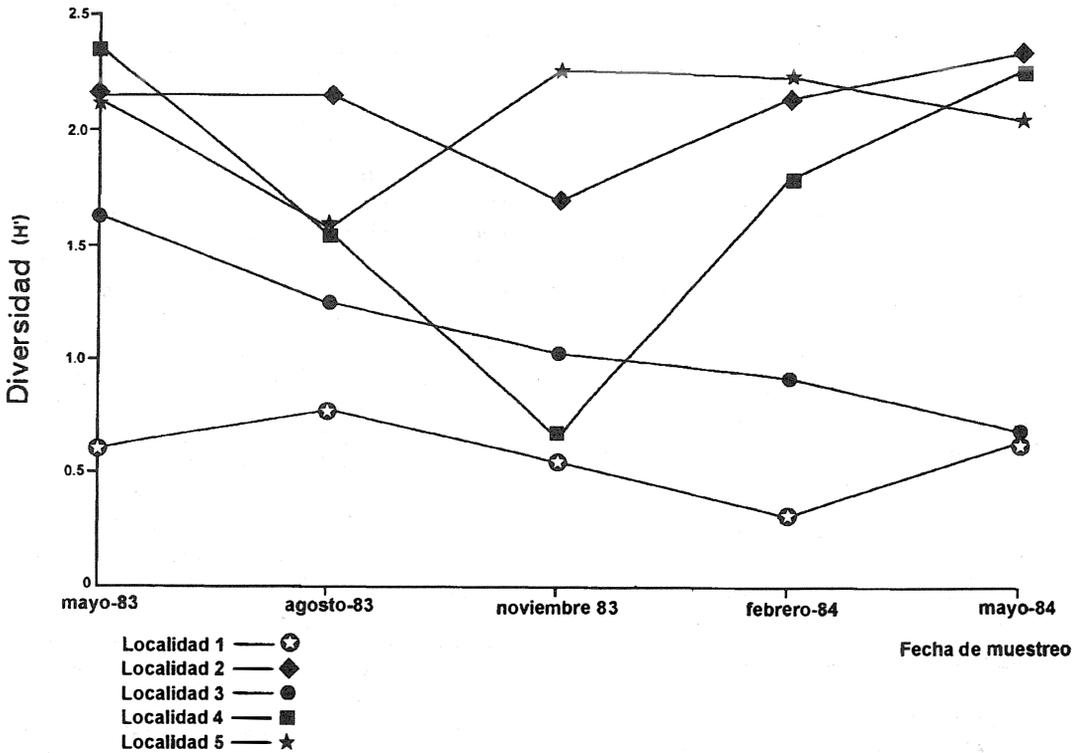


Fig. 7. Variación anual de la diversidad por localidad de muestreo.

Términos, así como algunos parámetros ecológicos. Se muestrearon cinco localidades con condiciones ambientales contrastantes entre sí (influencia marina o dulceacuícola), con periodicidad trimestral entre mayo de 1983 y mayo de 1984. Las muestras ( $0.3 \text{ m}^2$  de sedimento) se recolectaron con un nucleador de 20 cm de diámetro, tamizándose a través de una malla de 0.5 mm. Se identificaron 3757 organismos pertenecientes a tres taxones: Polychaeta (22 familias, 43 especies), Mollusca (11 familias, 17 especies) y Crustacea (20 familias, 27 especies). Los poliquetos resultaron el grupo dominante. *Capitella "capitata"*, *Mediomastus californiensis*, *Laeonereis culveri*, *Streblospio benedicti*, *Lembo sp*, *Lucina pectinata*, *Palaemonetes vulgaris*, *Melinna maculata*, *Tellina lineata*, *Xenanthura sp*, *Tellina alternata tayloriana* y *Parandalia vivianneae* fueron las especies más abundantes, pero ninguna estuvo presente en todas las localidades, probablemente por las condiciones contrastantes del medio. Los valores más altos de abundancia se registraron en las localidades con influencia marina, especial-

mente en las épocas de lluvia y "nortes". La diversidad varió ampliamente en todas las localidades. Los valores más altos se registraron en la región sur (2.11 en promedio) y noreste (2.06 en promedio).

## REFERENCIAS

- Alongi, D. M. 1987. Intertidal zonation and seasonality of meiobenthos in tropical mangrove estuaries. *Mar. Biol.* 95:447-458.
- Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 28:381-496.
- Bacon, P. R. 1986. Mangrove ecosystem responses to gradients in factors limiting primary productivity in the Caribbean, p. 19-24. *In* Ogden, J. C. (ed.). *Caribbean Coastal Marine Productivity*. UNESCO Rep. Mar. Sci. 41.
- Bellan, G. 1964. Influence de la pollution sur la faune annélidienne des substrates meubles. *Com. Inter. Explor. Mer Médit.* p. 123-126.

- Botello, A. V. 1978. Variaciones de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias en la laguna de Términos, Campeche, México. An. Centro Cienc. Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, México D.F. 5:159-178.
- Cintrón, G., A. E. Lugo, D. J. Pool & G. Morris. 1978. Mangroves of arid environments in Puerto Rico and adjacent islands. *Biotropica* 10:110-121.
- Day, J. M., R. H. Day, M. T. Barreiro, F. Ley-Lou & C. J. Maden. 1982. Primary production in the Laguna de Términos, a tropical estuary in the Southern Gulf of Mexico. *Oceanol. Acta* 5:269-276.
- D'Cross, L., J. del Rosario & R. Holness. 1989. Degradation of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) leaves in the Bay of Panama. *Rev. Biol. Trop.* 37:101-104.
- Evink, G. L. 1975. Macrobenthos comparisons in mangrove estuaries, p. 256-286. In Walsh, G., S. Snedaker & H. Teas (eds.). *Proc. Int. Symp. Biology and Management Mangroves*. U. of Florida Press, Gainesville, Fla.
- Fauchald, K. & P. Jumars. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 17:193-284.
- Folk, R. L. 1969. Petrología de las Rocas Sedimentarias (traducido del Inglés por C. Schlaepfer & R. Schmitter). *Inst. Geol., Univ. Nal. Autón. México, México, D.F.* 406 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a ed. Ed. Enriqueta García de Miranda. México, 252 p.
- Grassle, J. F. & J. P. Grassle. 1974. Opportunistic life histories and genetic systems in marine benthic polychaetes. *J. Mar. Res.* 32:253-284.
- Grassle, J. F. & J. P. Grassle. 1977. Temporal adaptations in sibling species of *Capitella*, p. 177-190. In *Ecology of marine benthos*. University South Carolina, South Carolina.
- Grassle, J. P. 1980. Polychaete sibling species, p. 25-32. In R. Brinkhurst & B. Jamieson (eds.). *Aquatic Oligochaete Biology*. Plenum New York.
- Grassle, J. P. & J. F. Grassle. 1976. Sibling species in the marine pollution indicator *Capitella* (Polychaeta). *Science* 192:567-569.
- Hernández-Alcántara, P. & V. Solís-Weiss. 1991. Ecological aspects of the polychaete populations associated with the red mangrove *Rhizophora mangle* at Laguna de Términos, southern part of the Gulf of Mexico, p. 451-462. In M. E. Petersen & J. B. Kirkegaard (eds.). *Systematics, Biology and Morphology of World Polychaeta*. *Ophelia Suppl.* 5:451-462.
- Hutchings, P. A. & H. F. Recher. 1982. The Fauna of Australian mangroves. *Proc. Linn. Soc. N.S.W.* 106:83-121.
- Ibañez-Aguirre, A. L. & V. Solís-Weiss. 1987. Variación anual de la macrofauna béntica asociada al pasto marino *Thalassia testudinum*, en la laguna de Términos, Campeche, México, p. 78-82. In *Mem. IX Congr. Nac. Zool., Villahermosa*. Tomo 1.
- Jackson, M. L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, 498 p.
- Jerome, L. E. 1977. Mangroves. *Oceanis* 10:39-45.
- Lugo, A. E. & S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:39-64.
- Odum, W. E. & E. J. Heald. 1975. Mangrove forest and aquatic productivity, Chapter 5. In A. D. Hasler (ed.). *An introduction to Land-Water Interactions*. Springer, New York.
- Reish, D. J. 1957. The relationship of the polychaetous annelid *Capitella capitata* (Fabricius) to waste discharge of biological origin, p. 195-200. In *Biological Problems in Water Pollution*. U.S. Public Health Services, Washington, D.C.
- Reyes, L., A. López & G. Espinoza. 1978. Análisis/Cúmulos: Un programa para el análisis de cúmulos. Serie Amarilla: Desarrollo. 1. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, Univ. Nal. Autón. México, México, D.F. 28 pp.
- Rützler, K. & C. Feller. 1988. Mangrove swamp. *Oceanus* 30:16-24.
- Sessegolo, G. C. & P. C. Lana. 1991. Decomposition of *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* and *Laguncularia racemosa* leaves in a mangrove of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). *Bot. Mar.* 34:285-289.
- Shannon, C. E. & W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Illinois, 117 p.
- Walkley, A. & I. A. Black. 1934. An examination of the Degthareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 27:29-38.
- Woodroffe, C. D. 1988. Pacific Island Mangroves: Distribution and Environmental Settings. *Pac. Sci.* 41:166-185.