

Estructura del macrobentos del estero de Jaltepeque, El Salvador

Oscar Armando Molina Lara¹ y José A. Vargas Zamora²

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

² Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

(Rec. 12-IV-1993. Acep. 3-XI-1993)

Abstract: A survey of the intertidal macrofauna of the Jaltepeque estuary, El Salvador, was conducted during December, 1990 (dry season) and July, 1991 (rainy season). A total of 15 stations were sampled along the estuary, and 15 sediment core samples (core area: 17.7 cm²) were collected in each one, to a depth of 15 cm. Samples were preserved in 10% formalin in sea water stained with Rose Bengal. A 500 microm mesh sieve was used to separate the organisms from the sediment. A total of 71 species distributed in 7,838 individuals was found. The polychaete worms was the dominant group, followed by the crustaceans and the molluscs. The numerical dominance by polychaetes was mostly due to high numbers of the paraonid *Acesta lopezi* and the capitellid *Daybranchus lumbricoides*, which together represented 35% of the total. Densities per m² ranged from 340 to 23074, with a mean of 7.704 ± 5.981 for the dry season samples, and from 259 to 23,852, with a mean of 8.148 ± 5896 for the rainy season samples. Diversity (H') ranged from 1.85 to 3.96 and evenness (J') from 0.53 to 0.92 for the December 1990 samples, and from 1.79 to 4.50 and 0.36 to 0.92 for the July 1991 set, respectively. The macrofauna of the Jaltepeque estuary is similar, in number of species, density, and diversity (H'), to that present in an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica.

Key words: Tropical benthos, macrofauna, polychaetes, El Salvador, estuary.

Se define como estructura de una comunidad a la descripción cuantitativa de las variaciones en los números de individuos y de especies en el tiempo y en el espacio (Gray 1974). La fauna asociada a los sedimentos marinos está compuesta en gran porcentaje por especies pertenecientes a los anélidos poliquetos, crustáceos, moluscos, y otros grupos como los equinodermos y hemicordados. Estos grupos quedan retenidos en un tamiz de 500 micrómetros de poro y se les denomina colectivamente macrobentos (Gray 1981). La mayoría de los estudios sobre macrofauna han sido ejecutados en ambientes de clima templado, existiendo por lo tanto un buen conocimiento sobre la riqueza de especies, abundancia, variaciones estacionales, y respuestas a factores ambientales.

La situación en el trópico es muy diferente, siendo urgente la necesidad de estudios sobre la naturaleza y dinámica de las comunidades de macrofauna (Alongi 1989). Sin este conocimiento es difícil establecer guías para el manejo y uso sostenible de los recursos asociados a esas comunidades (West 1976).

En la región centroamericana se ha estudiado con más detalle la fauna bentónica del Golfo de Nicoya, un estuario en la costa Pacífica de Costa Rica (Maurer y Vargas 1984, Maurer *et al* 1988, Vargas 1987, 1988, 1989). En El Salvador hay pocos estudios sobre sus estuarios; no obstante, existen dos trabajos notables a fines de la década de los años cincuenta: Hartmann (1957) describe las características físicas de los principales ambientes estuarinos, con énfasis

fasis en la fauna de ostrácodos. La fauna de poliquetos es descrita por Hartmann-Schröder (1959). Ambos estudios incluyeron el estero de Jaltepeque. Otros estudios hechos en El Salvador son el de Hernández y Davis (1979) en el estero de El Tamarindo, y recientemente el de Molina y Esquivel (1993) en el manglar de la Barra de Santiago. El estero de Jaltepeque es de gran importancia en la economía de El Salvador, por las actividades pesqueras principalmente de peces, moluscos bivalvos, camarones peneidos y cangrejos (Ramírez 1975). Tradicionalmente la tierra aledaña al estero ha sido utilizada para cultivos temporales como el algodón (80%), seguidos por arroz, maíz, frijol, sandía, melón y ajonjolí. Estos cultivos imponen el uso de plaguicidas cuya acumulación se ha encontrado en el sedimento (Domínguez y Paz 1988), así como la eliminación de áreas cubiertas de vegetación de manglar para crear terrenos cultivables. Se estima que la extracción de mangle está cerca de los 16.000 m³ anuales (Aguilar *et al* 1991). Otro problema que afecta la región del estero Jaltepeque es la disminución del caudal de los ríos Lempa y Jiboa debido al desarrollo de su cauce superior. El río Jiboa era, en 1955, la fuente más importante de agua dulce para este estero (Hartmann 1957). El objetivo del presente trabajo es describir la estructura de la fauna macrobentónica del estero de Jaltepeque desde la cabeza (cerca del río Jiboa) a la boca del estero.

MATERIAL Y METODOS

Recolección y procesamiento de muestras:

El estudio se hizo en el Estero de Jaltepeque (13° 17' N y 89° 30' W), en la costa Pacífica de El Salvador. El estero tiene una longitud de 20 km y está separado del mar por una barra arenosa (Fig. 1). La amplitud de la marea cerca de la boca es de 2 m; en la parte interna es menor (Hartmann 1957). En este estero se seleccionó 15 estaciones, de 10 m² cada una, a lo largo de un gradiente de salinidad (Fig. 1). La selección de las estaciones se hizo con base en Hartmann-Schröder (1959). La recolección de muestras se hizo los días 6, 9 y 12 de diciembre de 1990 y 8, 11 y 14 de julio de 1991, correspondientes a la época seca y lluviosa, respectivamente. En cada estación se tomó 15 muestras durante la marea baja, hasta una profundidad de 15 cm en el sedimento, y utilizando un cilindro plástico (barreno) de 17.7 cm² de área (Vargas

1987). El área muestreada en cada estación fue de 0.027 m². El contenido de cada cilindro se depositó en bolsas plásticas y se le preservó en formalina al 10% en agua de mar teñida con rosa de Bengala (Maurer y Vargas 1984). Se colectó un total de 450 muestras. En el laboratorio se lavó cada muestra, con agua dulce, en un tamiz de 500 micrómetros de poro. El residuo en el tamiz se transfirió a un recipiente con fondo blanco para facilitar la separación de los organismos bajo un microscopio estereoscópico (30 X). Para su posterior identificación los organismos se preservaron finalmente en viales con alcohol etílico al 70 %. Se utilizó las siguientes referencias para la identificación de las especies: Rathbun (1930), Hartmann-Schröder (1959), Keen (1971), Fauchald (1977), y Brusca (1980). La verificación final de las especies fue posible con la ayuda de especialistas que se mencionan en la sección de agradecimientos. Ejemplares de las especies recolectadas están depositados en el Museo de Historia Natural de El Salvador, el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica y en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard (EUA). La temperatura del agua (°C) se midió con un termómetro de mercurio y la salinidad (o/oo) se determinó con un refractómetro óptico. Se recolectó muestras de sedimento con el mismo barreno, y se les determinó el contenido de materia orgánica según el método de Mook y Hoskin (1982), y sus características granulométricas según el método descrito en Lewis (1984).

Análisis estadísticos: Se calculó, para cada estación, el índice de diversidad de Shannon-Weiner (H') y su equitatividad (J'), según Gray (1981). El análisis estadístico de conglomerados (Manly 1986) se aplicó para determinar la similitud espacial y temporal de las estaciones con base en las diferentes especies identificadas y en el número de organismos por especie. Se utilizó la distancia euclidiana como índice de similitud. Este análisis también se utilizó para evaluar la similitud de las estaciones con base en las características del sedimento. Se analizó la relación entre la abundancia del macrobentos con los parámetros ambientales por medio de la correlación de Pearson, y se comparó abundancias por medio de la prueba de "t" de Student con datos transformados (Log x + 1) (Sokal y Rohlf 1969).

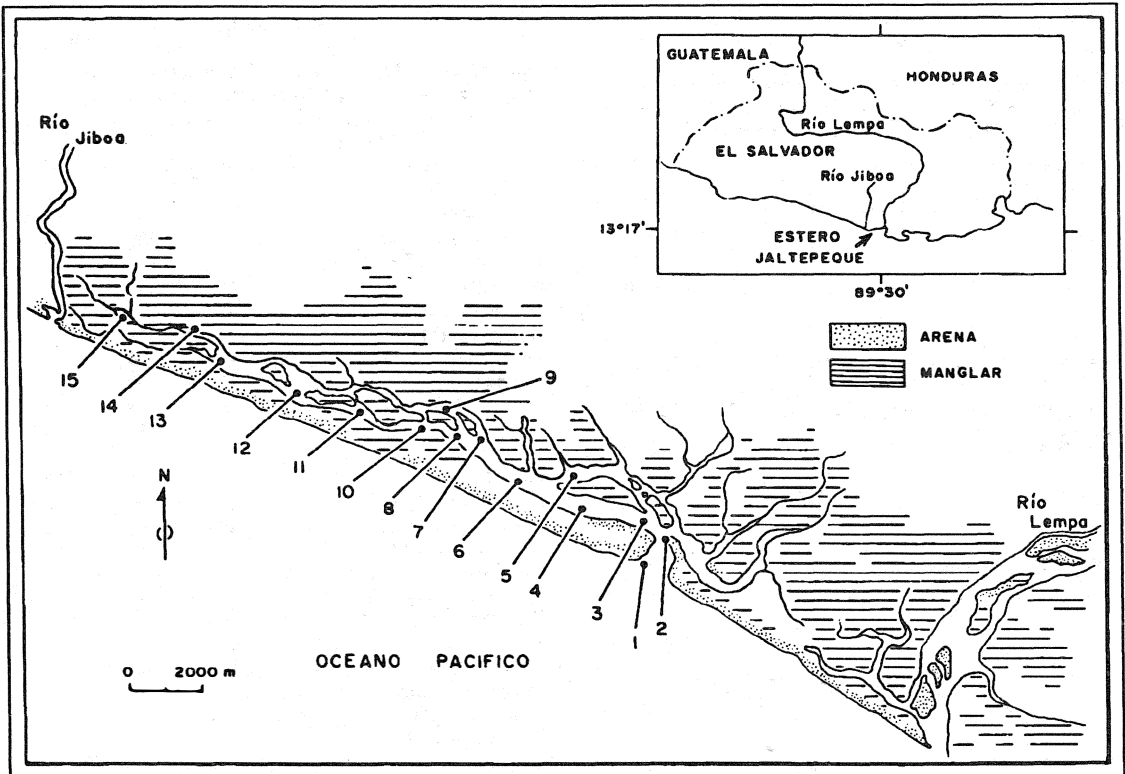


Fig. 1. Localización de las 15 estaciones de muestreo de macrobenos a lo largo del estero de Jaltepeque, El Salvador, América Central (1990-1991). Modificado con base en Hartmann (1957).

RESULTADOS

Diversidad y abundancia de especies: En términos de abundancia y número de especies la comunidad macrobéntica estuvo dominada por los anélidos poliquetos, seguido por crustáceos y moluscos (Cuadro 1). Se recolectó un total de 7.838 individuos, correspondientes a 71 especies de invertebrados y el pez *Gobionellus sagittula* (Gobiidae). Un cumáceo no identificado fue recolectado en 15 estaciones, seguido por los poliquetos *Dasybranchus lumbricoides*, *Glycinde paucignatha* en 14 sitios y *Sigambra ocellata* en 13 (Cuadros 2 y 3). Para las muestras recolectadas en diciembre de 1990 (época seca), las primeras seis especies representan el 66 % del total de individuos. El resto de las 62 especies contribuyó con 1318 individuos (Cuadro 2). Se encontró un promedio de 208 ± 162 individuos por estación, con 63 % de variación. La densidad mínima (por m^2) fue de 340 y la máxima de 23.074, con un promedio de 7.704 ± 5.981 individuos. El promedio de especies fue de 23 ± 8 por estación.

Se obtuvo un mínimo de 10 individuos, en estación 1 y un máximo de 623 (estación 12). El número máximo de especies (38) correspondió a la estación 5, y el mínimo (4) a la estación 1. La diversidad (H') fluctuó entre 1.8 y 4.0, y su equitatividad (J') entre 0.53 y 0.92 (Cuadro 4).

Para las muestras recolectadas en julio de 1991 (época lluviosa), las primeras seis especies representan el 55 % del total de individuos. Las 58 especies restantes contribuyeron con 1775 individuos (Cuadro 3). El promedio de individuos fue de 220 ± 159 , con un coeficiente de variación de 60 %, y un promedio de 24 ± 9 de especies por estación. Se encontró densidades (por m^2) desde 259 a 23.852, con un promedio de 8.148 ± 5.896 individuos. Se obtuvo un mínimo de siete individuos en la estación 1 y un máximo de 644 (estación 12). El número máximo de especies (34) correspondió a la estación 6, y el mínimo (4) nuevamente a la estación 1. La diversidad (H') mostró un ámbito de 1.7 a 4.5, y el de equitatividad (J') osciló entre 0.36 y 0.92 (Cuadro 4). No se encontró diferencias significativas en el número de individuos,

CUADRO 1

Número de individuos (N) y especies (S) del macrobentos. Estero de Jaltepeque, El Salvador. Diciembre 1990 (época seca) y julio 1991 (época lluviosa)

	Epoca seca			
	N	%	S	%
Polychaeta	2.678	69.31	29	42.65
Crustacea	588	15.22	19	27.94
Mollusca	178	4.61	8	11.76
Otros grupos*	420	10.86	12	17.65
Total: 3864 individuos				
68 especies				
	Epoca lluviosa			
	N	%	S	%
Polychaeta	2.638	66.38	30	46.87
Crustacea	638	16.05	12	18.75
Mollusca	478	12.03	8	12.50
Otros grupos*	220	5.54	14	21.88
Total: 3974 individuos				
64 especies				

* Platyhelminthes (1 especie), Oligochaeta (1), Sipuncula (6), Brachiopoda (2), Echinodermata (2), Chordata (2).

ni en el número de especies, entre las muestras correspondientes a las épocas seca y lluviosa.

Similitud de estaciones: El análisis de conglomerados basado en la abundancia de las 68 especies encontradas en diciembre de 1990 (época seca) se presenta en la Fig. 2. Las estaciones 3, y 4 fueron las más semejantes, seguidas por las estaciones 2, 8, y 1. La estación 12

CUADRO 2

Las 30 especies más abundantes del macrobentos en las 15 estaciones en el Estero de Jaltepeque, El Salvador. Diciembre, 1990 (estación seca)*

Especie	Grupo	n	f
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	P	977	14
<i>Acesta lopezi lopezi</i>	P	639	13
Cumacea, esp. 1	C	394	5
<i>Pontodrilus</i>	O	202	6
<i>Sigambra ocellata</i>	P	179	13
<i>Loandalia gracilis</i>	P	155	10
Decapoda, esp. 2	C	92	7
<i>Tellina</i> sp.	M	91	14
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	P	83	9
<i>Paraprionospio pinnata</i>	P	80	5
<i>Lumbrineris uncinigera</i>	P	76	7
Sipuncula esp. 5		75	10
<i>Nephtys oculata</i>	P	60	11
<i>Laeonereis brunnea</i>	P	57	8
<i>Neanthes seridentata</i>	P	51	10
<i>Linopherus kristiani</i>	P	49	7
<i>Glycinde paucignatha</i>	P	47	14
<i>Diopatra ornata</i>	P	47	9
<i>Acteocina</i> sp.	M	45	4
Ophiuroidea esp. 1	E	44	9
<i>Lumbrineris magna-nuchalata</i>	P	43	7
Sipuncula esp. 6		33	6
Sipuncula esp. 3		17	5
Sipuncula esp. 4		17	4
Decapoda esp. 1	C	17	2
<i>Magelona pacifica</i>	P	17	5
<i>Neanthes succinea</i>	P	16	5
<i>Eunoe</i> sp.	P	15	7
<i>Armandia salvadoriana</i>	P	15	6
Veneridae esp. 1	M	14	8

* Las especies representan el 95 % de los 3.864 individuos recolectados. Grupo: P=Polychaeta, M=Mollusca, C=Crustacea, O=Oligochaeta, E=Echinodermata. n= número de individuos, f= número de estaciones en que se encontró la especie.

fue más disímil, seguida por la 13. El análisis de conglomerados para julio 1991 (época lluviosa) incluyó 64 especies y el resultado se presenta en la Fig. 3, donde las estaciones 1 y 4 resultaron más similares, seguidas por las estaciones 3, 14, 7, 11, 15 y 8. Las estaciones 12 y 13 nuevamente fueron las más disímiles.

Parámetros ambientales y abundancia: En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los parámetros ambientales. La temperatura osciló entre 28 y 32 °C y la salinidad entre 14 y 30 o/oo. La Fig. 5 muestra el ámbito de salinidad en que fueron recolectadas las 30 especies más

CUADRO 3

Las 30 especies más abundantes del macrobentos en las 15 estaciones en el Estero de Jaltepeque, El Salvador. Julio, 1991 (estación lluviosa)*

Especie	Grupo	n	f
<i>Acesta lopezi lopezi</i>	P	739	13
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	P	444	12
Cumacea, esp. 1	C	377	11
Micromoluscos, Gastropoda	M	250	8
Ostracoda esp. 1	C	209	10
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	P	180	7
<i>Lumbrineris uncinigera</i>	P	170	7
<i>Lumbrineris magna-nuchalata</i>	P	169	6
<i>Sigambra ocellata</i>	P	148	13
<i>Loandalia gracilis</i>	P	146	10
<i>Tellina</i> sp.	M	123	11
<i>Pontodrilus</i> sp.	O	84	3
<i>Ophiuroidea</i> esp. 1	E	82	11
<i>Linopherus kristiani</i>	P	79	11
<i>Laeonereis brunnea</i>	P	73	11
<i>Nephtys oculata</i>	P	59	9
<i>Glycinde paucignatha</i>	P	58	11
<i>Acteocina</i> sp.	M	50	12
<i>Paraprionospio pinnata</i>	P	48	7
<i>Gyptis brevipalpa</i>	P	42	8
<i>Nephtys furcifera</i>	P	40	6
Veneridae esp. 1	M	31	12
<i>Chone minuta</i>	P	26	3
<i>Eunoe</i> sp.	P	24	6
<i>Grubeulepis mexicana</i>	P	23	6
<i>Diopatra ornata</i>	P	22	6
<i>Magelona papillicornis</i>	P	18	2
<i>Neanthes succinea</i>	P	18	4
Maldanidae esp. 1	P	18	9
Heterosponidae esp. 1	P	17	4

* Las especies representan el 95 % de los 3.974 individuos recolectados

Grupo: P=Polychaeta, M=Mollusca, C=Crustacea, O=Oligochaeta, E=Echinodermata
n=número de individuos, f= número de estaciones en que se encontró la especie

abundantes durante el periodo. El 53 % de las especies se encontró entre salinidades de 22 a 30 en la época seca, y el 69 % entre 14 a 30 o/oo en la época lluviosa. Se encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las salinidades promedio de la época seca y lluviosa, siendo mayores en la época seca. El porcentaje mínimo (8.9 %) de arena y máximo (92.4 %) de limo + arcilla se les encontró en la estación 7, mientras que la estación 1 presentó el mayor porcentaje (97 %) de arena y el mínimo de limo + arcilla (3.0 %). El valor máximo (20.8 %) de materia orgánica fue encontrado en la estación 2, mientras que el mínimo (2.7 %) lo fue en la estación 1 (Cuadro 5). En la Fig. 4 se ilustra el

CUADRO 4

Descriptores ecológicos para la comunidad macrobentónica del Estero de Jaltepeque, El Salvador, durante la época seca (A) (diciembre, 1990), y lluviosa (B) (julio, 1991)

Estación	N		S		H'		J'	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1	10	7	4	4	1.8	1.8	0.92	0.92
2	150	200	23	32	3.4	3.6	0.75	0.71
3	140	142	27	21	3.8	3.7	0.80	0.84
4	150	177	25	32	3.9	4.5	0.84	0.89
5	399	415	38	28	4.0	3.6	0.75	0.75
6	220	371	23	34	3.3	3.6	0.74	0.71
7	200	371	23	21	3.1	3.6	0.71	0.84
8	120	206	23	29	3.8	3.8	0.84	0.78
9	340	289	32	31	2.9	3.5	0.58	0.72
10	512	220	35	23	3.0	3.0	0.59	0.66
11	208	162	22	15	3.0	2.3	0.67	0.59
12	623	644	29	26	2.6	1.7	0.53	0.36
13	239	439	13	16	1.9	1.9	0.59	0.48
14	191	86	17	9	3.1	1.9	0.75	0.59
15	362	284	21	24	3.0	3.6	0.69	0.79
Total	3.864	3.974	68	64				

Número de individuos (N), número de especies (S), índice de Shannon-Wiener (H') y equitatividad (J')

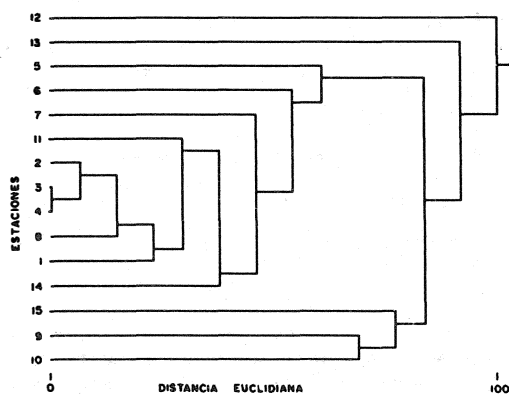


Fig. 2. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados para las muestras recolectadas en diciembre de 1990 en las 15 estaciones a lo largo del estero de Jaltepeque, El Salvador. Se incluyó las abundancias de 68 especies.

resultado del análisis de conglomerados para los datos de porcentajes de arena, limo + arcilla, y materia orgánica, incluidos en el cuadro 5. La estación 1 fue la más disímil para ambas épocas. La estación 14 y 15 fueron las más cercanas durante la época seca, mientras que las estaciones 7 y 11 lo fueron durante la época llu-

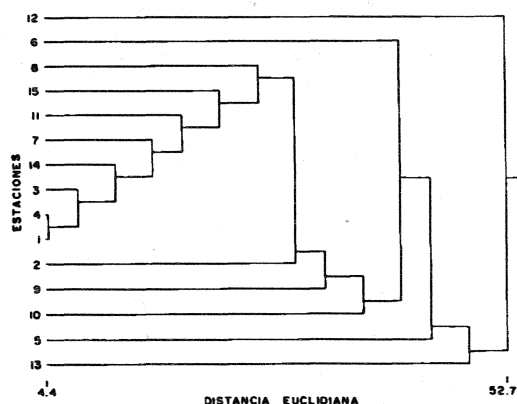


Fig. 3. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados para las muestras recolectadas en julio de 1991 en las 15 estaciones a lo largo del estero de Jaltepeque, El Salvador. Se incluyó las abundancias de 64 especies.

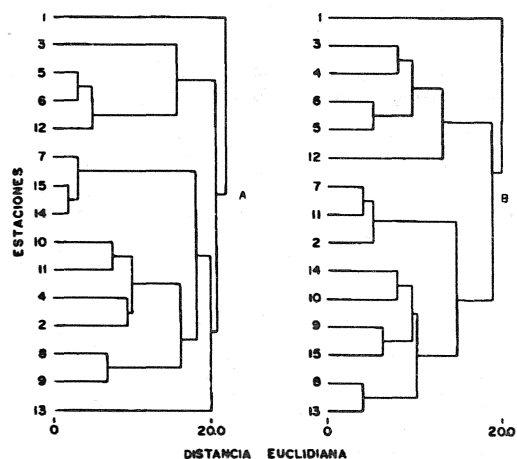


Fig. 4. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados para las muestras de sedimento recolectadas en las 15 estaciones a lo largo del estero de Jaltepeque, El Salvador. A = muestras de diciembre 1990, B = muestras de julio de 1991. Se incluyó los datos para porcentajes de arena, limo + arcilla, y materia orgánica del Cuadro 5.

viosa. El número de individuos y la diversidad (H') del bentos del estero de Jaltepeque decrece significativamente ($\alpha = 0.05$) de la boca a la cabeza del estero ($r = -0.7$). La abundancia de especies está asociada a las fracciones de arena fina y muy fina ($r = 0.78$, época de lluvia; $r = 0.68$, época seca).

DISCUSION

El grupo más importante de la macrofauna, tanto en número de individuos como de especies, lo es el de los anélidos poliquetos (Knox 1977). Debido a su abundancia son un recurso alimenticio para peces e invertebrados y desempeñan una función importante en la regeneración de nutrientes (Boyton y Kemp 1985, Doering 1989). Otros grupos importantes de la macrofauna son los crustáceos y los moluscos (Gray 1981). La macrofauna del estero de Jaltepeque no difiere en la composición de sus grupos principales de la informada en otros estudios en ambientes estuarinos. Vargas (1987) encontró que la distribución porcentual de especies en una playa fangosa del Golfo de Nicoya, Costa Rica, fue de 41% poliquetos, 27% crustáceos, y 19% moluscos. Estos datos son similares a los incluidos en el Cuadro 1. En un estuario de la India (11°N), los poliquetos representan el 45% de las especies, seguidos por los moluscos (20%) y los crustáceos (15%) (Chandran *et al.* 1982).

Muchas de las especies de poliquetos registradas para América Central han sido recolectadas en ambientes eurihalinos (Maurer y Vargas 1984, Maurer *et al.* 1988). Los datos incluidos en la Fig. 5 brindan apoyo a ésta generalización, pues la mayoría de las especies fueron recolectadas en salinidades que oscilaron entre 14 y 30 o/oo. Varias de las especies de anélidos también son tolerantes a diferentes tipos de sustrato; por ejemplo, *Dasybranchus lumbricoides*, *Sigambra ocellata*, *Glycinde paucignatha* y otros poliquetos fueron colectados en más de 11 estaciones (Cuadros 2 y 3), no obstante lo heterogéneo de los sedimentos (Cuadro 5). Sin embargo, la abundancia total de la macrofauna mostró una asociación positiva con las fracciones de arena fina y muy fina. Las estaciones con mayor número de especies fueron la 5 y 6 (Cuadro 4), las que también contienen un alto contenido (68%) de arena, un 32% de limo y arcilla, y un 6% de materia orgánica. Resultados similares fueron obtenidos por Chandran *et al.* (1982) quienes obtuvieron el mayor número de especies en un sustrato compuesto de una mezcla de arena y limo + arcilla. La mayor abundancia de especies en sustratos heterogéneos ha sido ilustrada en detalle por Gray (1974).

CUADRO 5

Características ambientales en las 15 estaciones del Estero de Jaltepeque, El Salvador, durante la época seca (diciembre, 1990) y la época lluviosa (julio, 1991)

Estación	A		B		C*		D*		E**	
1	30	28	30	30	97.1	97.1	3.1	3.0	3.6	2.7
2	30	29	30	30	29.4	13.7	71.5	85.3	20.8	18.7
3	30	31	28	18	60.4	66.9	37.5	44.6	9.2	9.5
4	30	31	28	14	22.3	59.3	79.2	44.6	18.9	7.5
5	30	32	28	22	70.7	67.2	29.6	34.2	6.1	6.4
6	29	32	26	20	73.3	62.8	28.3	36.0	5.4	5.8
7	29	31	26	16	8.9	14.6	92.4	88.7	14.4	15.0
8	30	32	28	26	38.0	43.7	62.1	59.4	15.6	14.2
9	30	31	24	22	39.5	35.9	64.7	68.4	10.5	11.8
10	29	31	24	24	21.6	28.6	78.7	74.3	11.0	11.8
11	29	31	24	15	26.0	11.1	74.3	90.2	13.4	16.4
12	30	31	23	16	75.0	76.1	24.1	25.4	4.6	5.3
13	30	31	22	18	50.6	44.5	52.0	56.0	10.3	16.4
14	31	31	22	18	11.0	23.6	89.3	75.8	14.8	17.4
15	31	31	22	16	10.4	36.4	90.2	65.2	13.3	17.0

* Promedio de dos muestras, los porcentajes no fueron totalizados al 100 %

** Promedio de cuatro muestras

A: temperatura del agua (°C), B: salinidad (o/oo), y porcentajes de arena (C), limo y arcilla (D), materia orgánica (E),

Salinidad (o/oo)

Especie	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Acesta lopezi lopezi</i>	-----																
<i>Acteocina</i> sp.	-----																
Decapoda esp. 2	-----																
<i>Chone minuta</i>	-----																
Cumacea esp. 1	-----																
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	-----																
<i>Diopatra ornata</i>	-----																
<i>Eunoe</i> sp.	-----																
<i>Glycinde paucignatha</i>	-----																
<i>Grubeulepis mexicana</i>	-----																
<i>Gyptis brevipalpa</i>	-----																
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	-----																
Heterosponidae esp. 1	-----																
<i>Laeonereis brunnea</i>	-----																
<i>Linopherus kristiani</i>	-----																
<i>Loandalia gracilis</i>	-----																
<i>Lumbrineris magna-nuchalata</i>	-----																
<i>Lumbrineris uncinigera</i>	-----																
<i>Magelona papillicornis</i>	-----																
Maldanidae esp. 1	-----																
<i>Neanthes seridentata</i>	-----																
<i>Neanthes succinea</i>	-----																
<i>Nephtys furcifera</i>	-----																
<i>Nephtys oculata</i>	-----																
Ophiuroidea esp. 1	-----																
Ostracoda esp. 1	-----																
<i>Paraprionospio pinnata</i>	-----																
<i>Pontodrilus</i> sp.	-----																
<i>Sigambra ocellata</i>	-----																
<i>Tellina</i> sp.	-----																

Fig. 5. Ambitos de salinidad en que fueron recolectadas las 30 especies más comunes del macrobentos, en el estero de Jaltepeque, El Salvador. Diciembre de 1990 (-----) y julio de 1991 (=====).

El total de 71 especies recolectado en el estero de Jaltepeque (13°N) es similar al encontrado (79 especies) por Vargas (1988) en una playa fangosa del Golfo de Nicoya (11°N). Estos números son comparables con el obtenido (73 especies) por Chandran *et al.* (1982) en el estero de Vellar (11°N), India. En los tres casos se utilizó un tamiz de 500 micrómetros de poro para separar a los organismos del sedimento. Estos números de especies son relativamente altos, si se comparan con los obtenidos en ambientes de clima templado. Por ejemplo, en un estudio hecho en Barnstable Harbor (45°N), E.U.A., se recolectó un total de 47 especies en 16 estaciones con contenido de limo + arcilla desde 1.3 a 91%, y se usó un tamiz de 250 micrómetros para la separación de los organismos (Whitlatch 1977). En este sentido podría argumentarse que, tanto el estero de Jaltepeque como la playa fangosa en el Golfo de Nicoya, son ambientes ricos en especies. Sin embargo, las comparaciones latitudinales son difíciles cuando los métodos difieren. No obstante lo anterior, existe controversia sobre la existencia real de una alta diversidad de especies en los sedimentos tropicales (Maurer y Vargas 1984, Warwick y Ruswahyuni 1987, Alongi 1989, 1990).

En consideración a lo anterior es interesante profundizar en la comparación entre el estudio realizado en Jaltepeque y el del Golfo de Nicoya (Vargas 1988), pues en ambos casos se utilizó la misma metodología: se recolectó un número similar de muestras por fecha, con el mismo tipo de barreno, y las muestras fueron lavadas en un tamiz de 500 micrómetros de poro. El número de especies recolectadas por fecha en Jaltepeque osciló entre 4 y 38 (Cuadro 4) mientras que en el Golfo el ámbito fue de 29 a 41. En Jaltepeque el índice de diversidad (H') osciló entre 1.7 y 4.5 y el de equitabilidad (J') entre 0.36 y 0.92. En el Golfo de Nicoya H' varió entre 1.6 y 3.1 y J' entre 0.56 y 0.85. Estas dos últimas medidas de la estructura de la comunidad, además del número total de especies, son similares en ambos ambientes. Sin embargo, la composición específica de las dos comunidades es diferente. Por ejemplo: sólo se encontró en Jaltepeque los siguientes poliquetos en común con el Golfo de Nicoya, entre las 30 especies más importantes en ambos estudios: *Acesta lopezi*, *Paraprionospio pinnata*, *Armandia salvadoriana*, *Magelona pacifica*, *Neanthes succinea* y *Diopatra ornata*.

La densidad máxima promedio (individuos por m²) fue de 8.148 ± 5.896 en Jaltepeque, mientras que en el Golfo fue de 14.178 ± 6170 . Es interesante hacer notar que para ambientes tropicales hay pocos informes sobre densidades superiores a 8.000 (Alongi 1989), y en la mayoría de los casos están asociadas a ambientes protegidos de la acción del oleaje, como es el caso del estero de Jaltepeque o de la playa fangosa en la región interna del Golfo de Nicoya.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está basado en el primer capítulo de la tesis, sometida por el primer autor, para optar al grado de *Magister Scientiae* en el Programa de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica. El Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) y el Programa Regional de Humedales de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN-Proyecto 9567/1) contribuyeron con fondos para hacer posible este estudio. El primer autor agradece a la Universidad de El Salvador por facilitar su superación académica. Agradecemos a Ana I. Dittel, Jorge Cortés, Ricardo Soto, y dos revisores anónimos, sus comentarios sobre el manuscrito original. Harlan K. Dean (Museo de Zoología Comparada, Universidad de Harvard) verificó la identificación de los anélidos poliquetos. Ana I. Dittel y Rita Vargas (Museo de Zoología, Universidad de Costa Rica) colaboraron con la identificación de otros invertebrados.

RESUMEN

Se estudió los cambios en la composición del macrozoobentos (organismos retenidos en un tamiz de 500 micrómetros de poro) y su abundancia en el Estero de Jaltepeque, El Salvador (13°N y 89°W), durante diciembre (1990) y julio (1991). Se recolectó 15 muestras en cada una de las 15 estaciones de muestreo, a lo largo de un gradiente de salinidad, con un cilindro (área: 17.7 cm²) hasta una profundidad de 15 cm en el sedimento; las muestras fueron preservadas en formalina al 10% en agua de mar teñida con rojo Bengala. Se recolectó un total de 7.838 individuos, de 71 especies, donde los anélidos poliquetos dominaron la comunidad en número de

individuos y de especie, seguidos por crustáceos y moluscos. La dominancia numérica de los poliquetos se debió a la presencia del paraónido *Acesta lopezi lopezi* y del capitélido *Dasybranchus lumbricoides*, que juntos representaron el 35% de todos los individuos. Se encontró una densidad de 340 a 23.074 ind. m² con un promedio de 7.704 ± 5.981 para las muestras de diciembre de 1990 (época seca) y de 259 a 23.852 ind. m² con un promedio de 8.148 ± 5.896 para las muestras recolectadas en julio de 1991 (época lluviosa). La diversidad (H') osciló entre 1.79 y 4.50 y la equitatividad (J') varió entre 0.36 y 0.92 para la época lluviosa. Para la época seca H' osciló entre 1.85 y 3.96 y J' entre 0.53 y 0.92. La estructura del macrozoobentos del Estero de Jaltepeque es similar, en número de especies, densidad por m² y diversidad (H') a la encontrada en una playa fangosa del Golfo de Nicoya, Costa Rica.

REFERENCIAS

- Aguilar, E.R., C.R. Pérez, M.H. González y D.G. Azucena. 1991. Reforestación de mangle en el Estero de Jaltepeque, El Salvador, C.A. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro de Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador. 23 p.
- Alongi, D.M. 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.* 37: 85-100.
- Alongi, D.M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 28:281-496.
- Boyton, W.R. y W.M. Kemp. 1985. Nutrient regeneration and oxygen consumption by sediments along an estuarine salinity gradient. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 23: 45-55.
- Brusca, R.C. 1980. (ed.). *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona, Tucson, Arizona. 513 p.
- Chandran, R., G.S. Thangaraj, V. Sivakumar, B. Srikrishnadhas y K. Ramamoorthi. 1982. Ecology of macrobenthos in the Vellar estuary. *Indian J. Mar. Sci.* 11: 122-127
- Doering, P.H. 1989. On the contribution of the benthos to pelagic production. *J. Mar. Res.* 47: 371-383
- Dominguez, A.C. y O.W. Paz. 1988. Niveles de bioacumulación de metil-etilparatión en organismos estuarinos de una zona algodonera en el Estero de Jaltepeque, El Salvador. Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador. 63 p.
- Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms, definitions and keys to Orders, Families, and Genera. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles County, Sci. Ser.* 28: 1-190.
- Gray, J.S. 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 223-261.
- Gray, J.S. 1981. *The Ecology of Marine Sediments*. Cambridge University, Londres. 185 p.
- Hartmann, G. 1957. Contribución al conocimiento de la región de esteros y manglares de El Salvador y su fauna de ostrácodos. *Comun. Inst. Trop. Invest. Cient. San Salvador* 6 (3/4): 47-120.
- Hartmann-Schröder, G. 1959. Zur Ökologie der polychaeten des Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador. *Beitr. neotrop. Fauna.* 1: 70-183.
- Hernández, M.A. y J.H. Davis. 1979. Estudio de algunos factores físico-químicos que influyen en la diversidad de las especies de la macrofauna bentónica del estuario de El Tamarindo. *Museo de Historia Natural de El Salvador* 1: 5-22.
- Keen, M.A. 1971. *Sea shells of tropical West America*. Stanford University, Stanford, California. 1064 p.
- Knox, C.A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities, p. 547-604. *In*: D.J. Reish y K. Fauchald (eds.). *Essays on polychaetous annelids in Memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Foundation, University of California, Los Angeles, California.
- Lewis, D.W. 1984. *Practical sedimentology*. Hutchinson Ross. Pub. Library. Pennsylvania. 229 p.
- Manly, B.F.J. 1986. *Multivariate Statistical Methods, A Primer*. Chapman and Hall, Londres. 159 p.
- Maurer, D. y J.A. Vargas. 1984. Diversity of soft-bottom benthos in a tropical estuary; Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Mar. Biol.* 81: 97-106.
- Maurer, D., J.A. Vargas y H. Dean. 1988. Polychaetous Annelids from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 73: 43-49.
- Molina, O.A. y R.E. Esquivel. 1993. Asociaciones vegetales en el manglar de la Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador. *Rev. Biol. Trop.* 41: 37-46.
- Mook, R.M. y C.M. Hoskin. 1982. Organic determination by ignition: Caution advised. *Est. Coast. Shelf Sci.* 15: 697-699.
- Ramírez, H.M. 1975. Clave para la determinación de especies de peces marinos de valor comercial en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, El Salvador. 25 p.
- Rathbun, M.J. 1930. The Cancroid crabs of America. *Bull. U.S. Natl. Museum.* 152: 1-609.

- Sokal, R.R. y F.J. Rohlf. 1969. *Biometry*. Freeman, San Francisco, California. 776 p.
- Vargas, J.A. 1987. The benthic community of an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Description of the community. *Rev. Biol. Trop.* 35: 299-316.
- Vargas, J.A. 1988. Community structure of macrobentos and the results of macropredator exclusion on a tropical intertidal mud flat. *Rev. Biol. Trop.* 36: 287-308
- Vargas, J.A. 1989. A three year survey of the macrofauna of an intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, p. 1905-1919. *In*: O.H. Magoon, H. Converse, D. Miner, L.H. Tobin & D. Clark (eds). *Proceedings of the Sixth Symposium on Coastal and Ocean Management*. American Society of Civil Engineers. Charleston, South Carolina, U.S.A.
- Warwick, R.M. & Ruswahyuni. 1987. Comparative study of the structure of some tropical and temperate marine soft-bottom macrobenthic communities. *Mar. Biol.* 95: 641-649.
- West, R.C. 1976. Conservation of coastal marine environments. *Rev. Biol. Trop.* 24 (supl. 1): 187-209.
- Whitlatch, R.B. 1977. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barnstable Harbor, Massachusetts. *Biol. Bull.* 152 :275-294.