

## Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del estero de Jaltepeque, El Salvador una comparación 1959-1991

Oscar Armando Molina Lara<sup>1</sup> y José A. Vargas Zamora<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro, Costa Rica.

(Revisado 24-X-1994. Aceptado 17-XI-1994)

**Abstract:** A survey of the intertidal polychaete fauna of the Jaltepeque estuary, Pacific coast of El Salvador (13°N - 89°W), was conducted during December of 1990 (dry season) and July of 1991 (rainy season). A total of 15 stations were sampled along the estuary, and 15 core samples (core area: 17.7 cm<sup>2</sup>) collected at each one, to a depth of 15 cm into the sediment. Samples were preserved in 10% formalin in sea water stained with Rose Bengal. A 500 micron mesh sieve was used to separate the organisms from the sediments. A total of 450 core samples yielded 5315 polychaetes distributed among 30 species. Densities ranged between 111 and 22 296 per m<sup>2</sup>, with a mean of about 6 500. The salinity gradient along the axis of the estuary ranged between 14 and 30‰ during the rainy season, and from 22 to 30‰ during the dry season. This gradient is smaller than that observed (0 to 31‰) in a polychaete survey conducted over, a one year period, at the site in the late 1950's. A comparison of the polychaete species found in both studies only yielded 28% similarity (Sorensen's index), even though samples were collected at nearly the same stations. Although the durations of both studies differ considerably, we expected to find more species in common. The total number of species collected in both studies was, however, very similar (30 and 36). Data presented in this paper provide evidence to support the hypothesis that the polychaete fauna in the Jaltepeque estuary is presently composed of more eurihaline species than in the past. The Jaltepeque estuary region has undergone considerable development over recent decades, but a direct impact on its benthic fauna is difficult to assess. That this fauna was studied in the late 1950's as well as in this paper, provides a unique reference framework, very rare in benthic tropical research, for future more complex surveys.

**Key words:** Polychaetes, tropical benthos, estuary, mangroves, macrofauna, benthic communities, El Salvador.

El grupo más importante del macrobentos de fondos suaves, tanto en términos de número de individuos como en número de especies, es el de los anélidos poliquetos (Knox 1977). La mayoría de las investigaciones relacionadas con las comunidades de poliquetos, se ha efectuado en ambientes de clima templado (Alongi 1989). Existen estudios sobre los poliquetos del trópico centroamericano, como los realizados en Costa Rica (Vargas 1987, Maurer *et al.* 1988) y en Panamá (González y Harris 1991). En El Salvador, se ha realizado únicamente un trabajo sobre la fauna de poliquetos, en el cual se investigó el manglar del estero de Jaltepeque (Hartmann-Schröder 1959). Este trabajo provee

la posibilidad, poco frecuente a nivel mundial, de hacer comparaciones entre la fauna actual y la existente hace más de tres décadas en el mismo sitio. Esto es de interés fundamental al evaluar el posible impacto antropogénico en ese ambiente costero.

Las principales fuentes documentadas de alteración del estero de Jaltepeque son, la acumulación de plaguicidas en el sedimento (Domínguez y Paz 1988), la extracción de mangle, de unos 16.000 m<sup>3</sup> de madera por año (Aguilar *et al.* 1991), y la disminución de las descargas de agua dulce provenientes del Río Lempa y del Río Jiboa, producto de alteración en sus cuencas superiores. La importancia del estero en la

economía de la región es considerable, y más aún es su desarrollo futuro. Por tal motivo el primer autor (O.A.M.L.) eligió el estero para conducir una evaluación de su macrofauna bentónica. Los resultados han sido publicados recientemente (Molina y Vargas, 1994). Para este segundo trabajo su objetivo es evaluar los cambios en la composición de especies de anélidos poliquetos, durante la época seca y lluviosa, y comparar los resultados con los obtenidos por Hartmann-Schröder (1959).

### MATERIAL Y METODOS

**Descripción del área:** El presente estudio se realizó en el estero de Jaltepeque ( $13^{\circ} 17' N$  y  $89^{\circ} 30' W$ ), en la costa Pacífica de El Salvador. El estero se encuentra limitado hacia el oeste por la desembocadura del Río Jiboa y, se continúa hacia el este, por canales y manglares que se extienden hasta el Río Lempa (Fig.1). Su principal

vía de acceso está en el caserío La Herradura, a 61 km de San Salvador. La boca del estero se halla ubicada al oeste de la desembocadura del Río Lempa. Esta boca tiene un ancho aproximado de 500m y forma el canal principal que se ramifica en canales secundarios. El estero está separado del mar por una barrera arenosa, de un ancho promedio de 500m y una longitud de 18 km, conocida con el nombre de "playa de la costa del sol" (Fig. 1). La amplitud de la marea cerca de la boca del estero alcanza unos 2 m y, en la parte media, es de 1 a 1.5 m (Hartmann 1957).

**Recolección y análisis de muestras:** Se marcó 15 estaciones, de  $10 m^2$  cada una, a lo largo del eje longitudinal del estero. La estación 1 estuvo en la boca del estero y la estación 15 cerca de la desembocadura del río Jiboa (Fig. 1). Para facilitar comparaciones, la selección de las estaciones se hizo con base en la Fi-

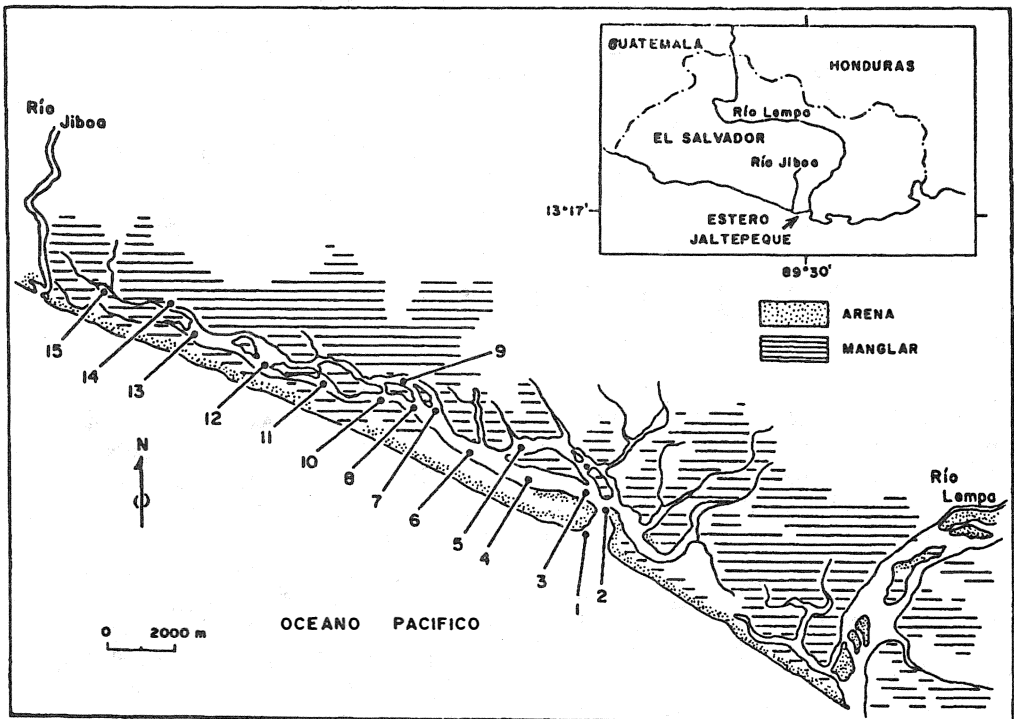


Fig. 1. Localización de las 15 estaciones de recolección de muestras en el Estero de Jaltepeque, costa Pacífica de El Salvador, 1990-1991.

gura 2 de Hartmann-Schröder (1959). Se recolectó muestras, 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 recolectó 15 muestras durante la marea baja a una profundidad de 15 cm en el sedimento, para lo cual se utilizó el mismo cilindro plástico transparente (barreno) de 17.7 cm<sup>2</sup> de área mencionado en Molina y Vargas (1994). El área total muestreada fue de 0.027 m<sup>2</sup>/estación. Se obtuvo un total de 450 muestras. El contenido de cada cilindro se preservó en formalina al 10% en agua de mar teñida con Rojo de Bengala y se lo depositó en bolsas plásticas sellables (Vargas 1987). En el laboratorio cada muestra se lavó con agua dulce en un tamiz de 500 µm de luz de malla, para eliminar la sal y el exceso de formalina. Posteriormente, fueron depositadas en un recipiente con fondo blanco para facilitar la separación de organismos bajo un microscopio estereoscópico (30X). Los organismos se preservaron finalmente en alcohol etílico al 70% para su identificación. Para la identificación de las especies se elaboró una colección de referencia, basada en las características morfológicas de cada especie y se le asignó un código numérico a cada una de ellas.

Se utilizó la siguiente literatura para la identificación preliminar de las especies: Hartmann-Schröder (1959); Fauchald y Reimer (1975); Fauchald (1977); Salazar-Vallejo *et al.* (1988). La verificación final de las especies fue posible con la ayuda de los especialistas mencionados en la sección de agradecimientos. Ejemplares de los anélidos identificados fueron 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 (E.U.A.).

Durante el estudio se recolectó, también con el mismo barreno, muestras de sedimento para el análisis granulométrico, el cual se hizo según el método de Lewis (1984). Se calculó el porcentaje de materia orgánica por diferencia de peso después de 6 horas de combustión a 550°C (Mook y Hoskin 1982).

La temperatura del agua (°C) se midió con un termómetro de mercurio y la salinidad (o/oo) se determinó con un refractómetro óptico.

**Análisis de los datos:** Se resumió la información, sobre el número de especies por estación y la distribución de cada especie en el gradiente de salinidad del estero (0-31<sup>o</sup>/oo), contenidas en la publicación hecha por Hartmann-Schröder (1959), y los obtenidos en el presente estudio, se calculó el índice de similitud de Sorensen con base en presencia/ausencia de especies (Pielou, 1977). Se calculó para cada estación la diversidad de especies según del índice de diversidad de Shannon-Weiner (H') y su equitatividad (J'), según Gray (1981).

Como una técnica exploratoria, se aplicó el análisis estadístico de conglomerados para determinar la similitud de las estaciones con base en las diferentes especies de poliquetos y el número de individuos por especie. Se utilizó la distancia euclidiana como índice de similitud (Ludwig y Reynolds 1988). Se analizó la relación existente entre la abundancia de anélidos poliquetos con los parámetros ambientales por medio del método de correlación de Pearson y se comparó promedios por medio de la prueba de "t" de Student (Sokal y Rohlf 1969). Se generaron cifras de la presencia de cada especie (1959-1991) a lo largo del gradiente de salinidad, para comparar los cambios en la distribución espacial de cada una de ellas.

## RESULTADOS

### A. Diversidad y abundancia

#### I. Muestras recolectadas 1990-1991.

Se analizó un total de 450 muestras correspondientes a la época seca y la lluviosa. Se recolectó un total de 5,316 poliquetos pertenecientes a 30 especies, con un promedio de 176 ± 142 individuos por estación. El Cuadro 1 muestra las 15 especies de poliquetos más abundantes durante la estación seca. En el Cuadro 2 se incluyen las 15 especies más abundantes durante la estación lluviosa.

En la época lluviosa la densidad mínima fue de 148 y la máxima de 22,296 poliquetos por m<sup>-2</sup>, con promedio de 6,518 ± 5,259 m<sup>-2</sup>. En la época seca se encontraron densidades entre 111 y 15,741 m<sup>-2</sup> con un promedio de 6,630 ± 4,333 m<sup>-2</sup>. Cuando se aplicó la prueba de t de Student, no se encontró diferencia significativa (p > 0.05) entre el promedio de individuos y el

CUADRO 1

Número de individuos (n), porcentaje del número de individuos (%) y número de estaciones en que se encontró la especie (e) en las 15 estaciones en el estero de Jaltepeque, El Salvador, diciembre de 1990

Especie	n	%	e
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	977	36.48	14
<i>Acesta lopezi lopezi</i>	639	23.86	13
<i>Sigambra ocellata</i>	179	6.68	13
<i>Loandalia gracilis</i>	155	5.79	10
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	83	3.10	9
<i>Paraprionospio pinnata</i>	80	2.99	5
<i>Lumbrineris uncinigera</i>	76	2.84	7
<i>Nephtys oculata</i>	60	2.24	11
<i>Laeonereis brunnea</i>	57	2.13	8
<i>Neanthes seridentata</i>	51	1.90	10
<i>Linopherus kristiani</i>	49	1.83	7
<i>Diopatra ornata</i>	47	1.76	9
<i>Glycinde paucignatha</i>	47	1.76	14
<i>Lumbrineris magnanuchalata</i>	43	1.61	7
<i>Magelona pacifica</i>	17	0.63	5

\* Las 15 especies listadas incluyen el 95.60% de los 2 678 poliquetos recolectados.

CUADRO 2

Número de individuos (n), porcentaje del número de individuos (%) y número de estaciones en que se encontró la especie (e) en las 15 estaciones en el estero de Jaltepeque, El Salvador, julio de 1991

Especie	n	%	e
<i>Acesta lopezi lopezi</i>	739	28.01	13
<i>Dasybranchus lumbricoides</i>	444	18.83	12
<i>Haploscoloplos elongatus</i>	180	6.82	7
<i>Lumbrineris uncinigera</i>	170	6.44	7
<i>Lumbrineris magnanuchalata</i>	169	6.41	6
<i>Sigambra ocellata</i>	148	5.61	13
<i>Loandalia gracilis</i>	146	5.53	10
<i>Linopherus kristiani</i>	79	2.99	11
<i>Laeonereis brunnea</i>	73	2.77	11
<i>Nephtys oculata</i>	59	2.24	9
<i>Glycinde paucignatha</i>	58	2.20	11
<i>Paraprionospio pinnata</i>	48	1.82	7
<i>Oxydromus brevipalpa</i>	42	1.59	8
<i>Nephtys furcifera</i>	40	1.52	6
<i>Chone minuta</i>	26	0.98	3

\* Las 15 especies listadas representan el 93.76% de los 2 638 poliquetos recolectados.

CUADRO 3

Número de individuos (N), número de especies (S), índice de Shannon-Weiner ( $H'$ ) y equitatividad ( $J'$ ) para la comunidad de anélidos poliquetos del estero de Jaltepeque, El Salvador, durante: (A), época seca (diciembre, 1990), (B), época lluviosa (julio, 1991) (C), según los datos incluidos en Hartmann-Schröder (1959)

Estación	N			S			$H'$			$J'$		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	3	4	91	1	2	10	0.0	0.8	2.3	0.0	0.8	0.7
2	124	151	25	12	15	6	2.6	2.5	1.9	0.7	0.6	0.7
3	114	114	36	16	12	7	3.1	3.0	2.5	0.8	0.8	0.9
4	124	120	134	17	20	14	3.3	3.8	2.8	0.9	0.9	0.7
5	249	217	224	21	15	16	3.4	2.9	3.2	0.8	0.7	0.8
6	146	145		17	17		3.2	3.4		0.8	0.8	
7	144	130		14	13		2.2	3.0		0.6	0.8	
8	77	278	88	14	17	14	2.9	3.2	2.9	0.8	0.8	0.8
9	279	226		13	17		2.0	2.7		0.5	0.7	
10	373	158	23	17	14	5	2.4	2.2	1.8	0.6	0.6	0.8
11	170	143	5	10	9	4	2.2	1.7	1.9	0.7	0.5	1.0
12	425	602	112	15	16	6	1.2	1.2	2.0	0.3	0.3	0.8
13	68	24	15	7	6	5	2.1	1.9	1.8	0.8	0.7	0.8
14	166	65	3	8	5	1	2.0	1.0	0.0	0.7	0.5	0.0
15	266	261		11	17		2.0	3.3		0.6	0.8	
TOTAL	2678	2638	756	29	30	36						

número promedio de especies ( $p > 0.05$ ) de las épocas seca y lluviosa.

Para la época lluviosa, el mayor número de poliquetos se encontró en la estación 12 (602 ind., 16 especies) y el mayor número de especies en la estación 4 (120 ind., 20 especies). Se encontró un ámbito de diversidad ( $H'$ ) de 0.8 (est. 1) a 3.8 (est. 4), y una equitatividad ( $J'$ ) de 0.31 (est. 12) a 0.9 (est. 4), Cuadro 3. En la época seca correspondió, también a la estación 12, el mayor número de individuos (425), y a la estación 5 el mayor número de especies (21). La diversidad ( $H'$ ) osciló de 0 (est. 1) a 3.4 (est. 5), y  $J'$  entre 0 (est. 1) y 0.9 (est. 4), Cuadro 3. Al calcular el índice de similitud de Sorensen, se encontró un 98% de similitud en la composición de especies entre ambas épocas.

En la Figura 2 se presenta el resultado de los análisis de conglomerados. El dendrograma para la época seca (Fig. 2A), muestra las estaciones 1, 5, 8 y 15 como las más similares y las estaciones 10, 11 como las más disímiles. El dendrograma de la época lluviosa (Fig. 2B) muestra las estaciones 1, 6, 7 y 13 como las más semejantes y la 8, 15 como las más disímiles.

## II. Información contenida en Hartmann-Schröder (1959)

El número de individuos y el número de especie, por estación, se incluyen en el Cuadro 3. El mayor número de individuos y de especies de poliquetos se presentó en la estación 5 (224 id., 16 especies). El índice de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) osciló entre 0 (estación 14) y 3.2 (estación 5) y la equitatividad de 0 (estación 14) a 1.0 (estación 11), Cuadro 3.

De las 36 especies de poliquetos determinadas por Hartmann-Schröder (1959), 13 de ellas representan el 81.48% de la abundancia, con una mayor frecuencia de ocurrencia de 7 especies en 11 estaciones (Cuadro 4). De estas especies, *Owenia caudisetosa* (77 ind.), *Laeoneis brunnea* (76 ind.) y *Armandia salvadoriana* (72 ind.) representan cerca del 30% de la abundancia (Cuadro 4). Las 23 especies restantes aportaron 140 individuos.

Al utilizar el índice de similitud de Sorensen se reveló que las muestras recolectadas en 1959 son semejantes, en un 28% a las recolectadas

en la época seca de 1990, y en un 27% con las de la época lluviosa de 1991.

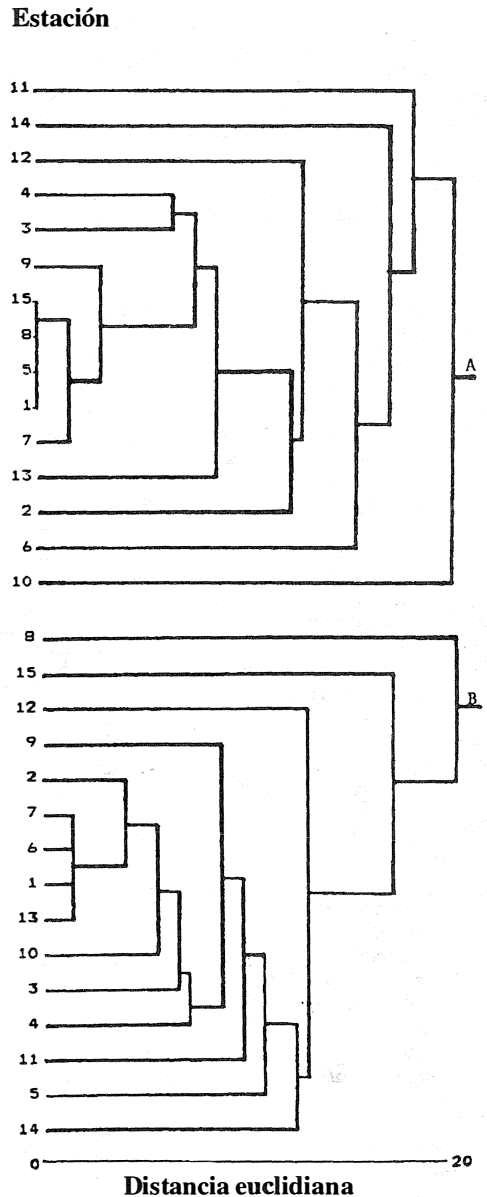


Fig. 2. Dendrogramas resultado del análisis de conglomerados, con base en el número de especies, para las 15 estaciones de muestreo correspondientes a la época seca (A) y época lluviosa (B). Estero de Jaltepeque, El Salvador, 1990-1991.

CUADRO 4

Número de individuos (n), porcentaje del número de individuos (%) y número de estaciones en que se encontró la especie (e) en las 15 estaciones en el estero de Jaltepeque, El Salvador. Según los datos en Hartmann-Schröder (1959)\*

Especie	n	%	e
<i>Owenia caudisetosa</i>	77	10.19	3
<i>Laonereis brunnea</i>	76	10.05	6
<i>Armandia salvadoriana</i>	72	9.52	6
<i>Pisionidens indica</i>	62	8.20	2
<i>Mediomastus setosus</i>	51	6.75	7
<i>Onuphis brevicirris</i>	46	6.08	5
<i>Potamilla bioculata</i>	43	5.69	3
<i>Eteone estuarina</i>	37	4.87	5
<i>Scoloplos armiger</i>	36	4.76	5
<i>Exogone breviantennata</i>	36	4.76	1
<i>Opisthosyllis arboricola</i>	32	4.23	1
<i>Neanthes succinea</i>	24	3.17	3
<i>Nephtys oculata</i>	24	3.17	2

\* Las 13 especies listadas representan el 81.48% de los 756 poliquetos recolectados.

## B. Datos ambientales y distribución de especies

### I. Muestras recolectadas 1990-1991.

La temperatura del agua, en marea baja, presentó en la época lluviosa un ámbito de 28 a 32 °C y en la época seca de 29 a 31 °C; la salinidad varió de 14 ‰ (est. 4) a 30 ‰ (est. 1 y 2) en la época lluviosa y de 22 ‰ (est. 13, 14 y 15) a 30 ‰ (est. 1 y 2) en la época seca (Cuadro 5). En el estero de Jaltepeque, el gradiente de salinidad de la cabeza a la boca del estuario en 1990-1991 (14-30 ‰) fue menor, comparado con el registrado en 1959 (0-31 ‰) (Figs. 3, 4 y 5). Cuando el número de especies y diversidad (H') se relacionó con la distancia de la boca a la cabeza del estero, se encontró una disminución significativa ( $\alpha = 0.05$ ), ( $r = 0.63$ ,  $r = -0.67$ , respectivamente).

La Figura 3 muestra las 28 especies recolectadas en la época seca, donde el 38% se presentó entre un ámbito de 22 a 30 ‰. Las

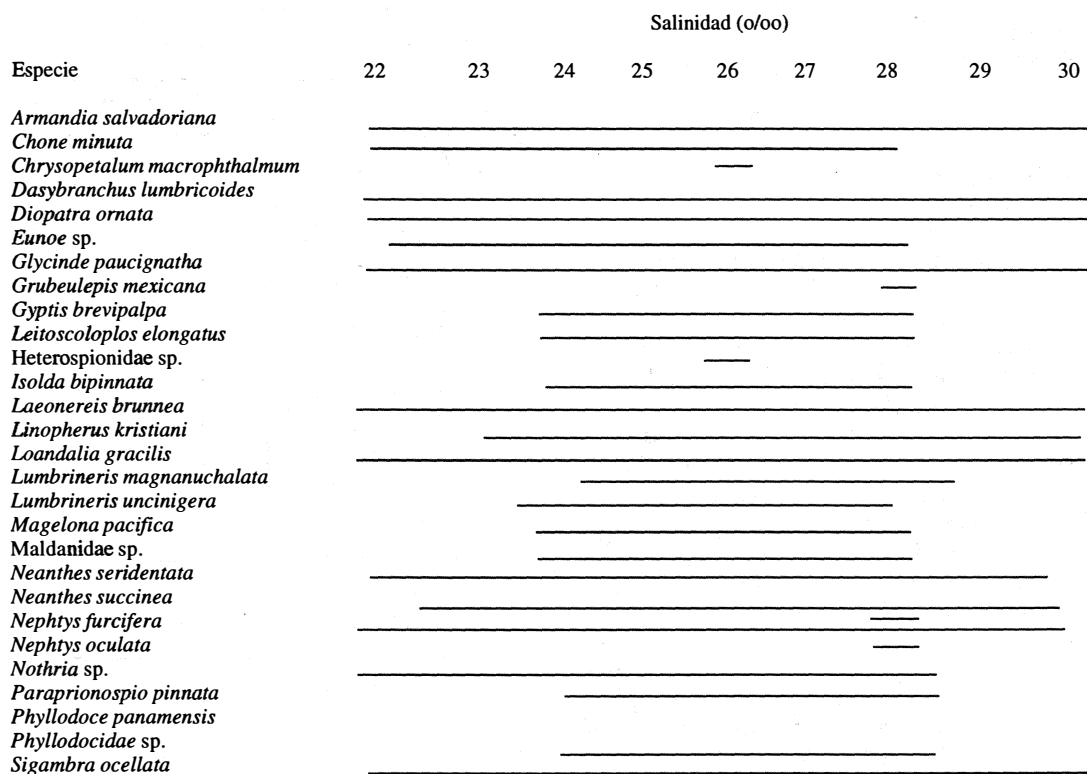


Fig. 3. Distribución de especies de poliquetos a lo largo de un gradiente de salinidad. Datos correspondientes a la época seca. Estero de Jaltepeque. El Salvador, diciembre 1990.

restantes se encontraron en salinidades entre 23-38 ‰.

La Figura 4 muestra el ámbito de salinidad en que se recolectó las 30 especies en la época lluviosa. El 43% de las especies se encontró entre las 14 y 30 ‰. Se obtuvo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre la salinidad promedio de la época seca y lluviosa, siendo mayor en la época seca. Además, hubo una mayor disminución ( $r = -0.47$ ) en el número de individuos en la época seca que en la época lluviosa ( $r = -0.19$ ) en relación con la salinidad. Cuando se analizó el número de especies y diversidad ( $H'$ ) con respecto a la distancia de la boca a la cabeza del estero, se encontró una tendencia de reducción del número de especies y diversidad

( $H'$ ) ( $a = 0.05$ ,  $r = -0.23$ ,  $r = -0.20$ ) en la época seca. La tendencia es más evidente ( $a = 0.05$ ,  $r = -0.33$ ,  $r = -0.50$ ) para la época lluviosa.

Se analizó un total de 30 muestras de sedimento (1 por estación, y por época), y se registró promedios de  $44 \pm 27\%$  de arena, y de  $58 \pm 27\%$  de limo más arcilla. La materia orgánica mostró un promedio de  $11.4 \pm 5\%$ . La arena muy fina (63-125  $\mu\text{m}$ ) y arena fina (125-250  $\mu\text{m}$ ) representaron  $84 \pm 10\%$  del peso total de la arena (Cuadro 5). No se encontraron diferencias significativas ( $a = 0.05$ ) en el porcentaje promedio de arena, de limo y arcilla, y materia orgánica, entre la época seca y lluviosa. Las especies de poliquetos resultaron estar fuertemente asociadas ( $r = 0.85$ ,  $a = 0.05$ ) con las fracciones de arena muy fina y fina.

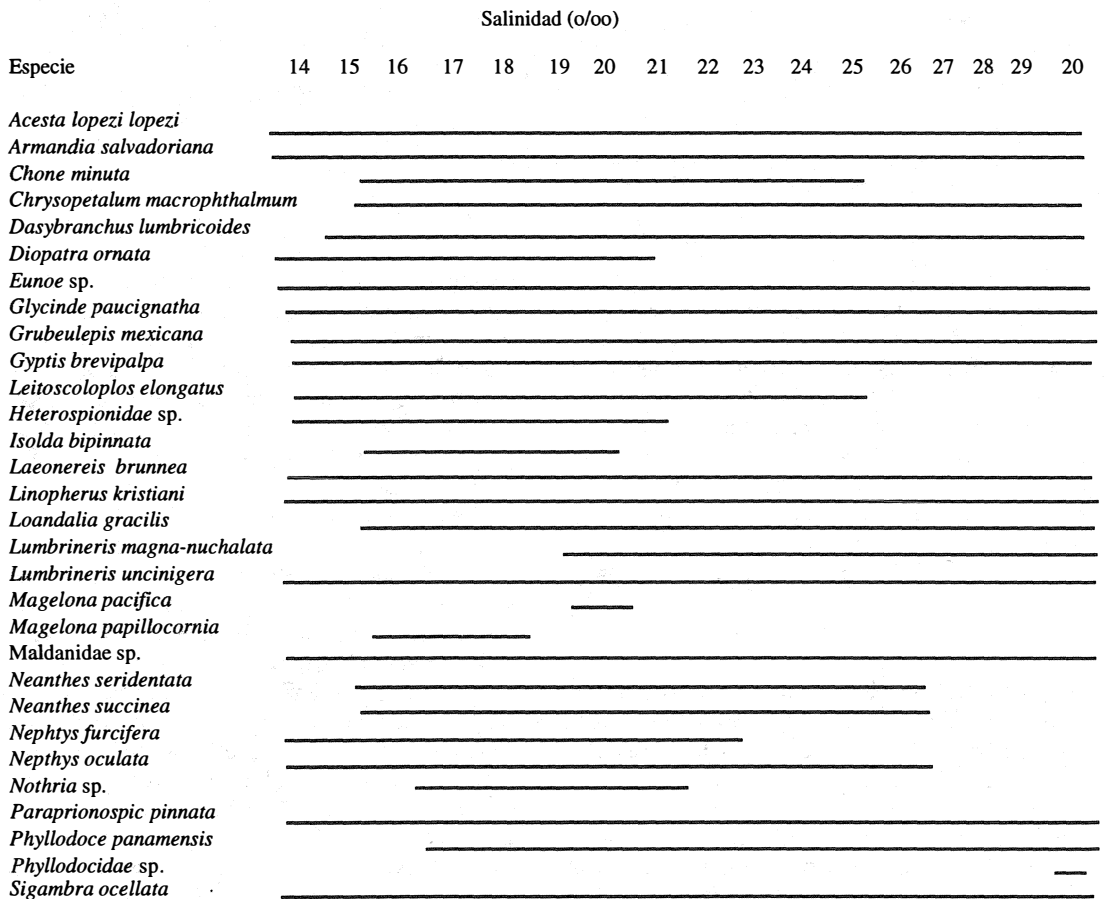


Fig. 4. Distribución de especies de poliquetos a lo largo del gradiente de salinidad. Datos correspondientes a la época lluviosa. Estero de Jaltepeque, El Salvador, julio de 1991.

CUADRO 5

Número de la estación (E) T: temperatura del agua ( $^{\circ}$ C), S: salinidad ( $^{\circ}$ /oo), y porcentajes de arena (AR), limo y arcilla (LA), materia orgánica (MO), en las 15 estaciones del estero de Jaltepeque, El Salvador, durante la época seca (A), época lluviosa (B), y según los datos incluidos en Hartmann-Schröder (1959) (C)

E	T			S			AR		LA		MO	
	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	A	B
1	30	28	30	30	30	31	97.1	97.1	3.1	3.0	3.6	2.7
2	30	29	30	30	30	33	29.4	13.7	71.5	85.3	20.8	18.7
3	30	31	29	28	18	32	60.4	66.9	37.5	44.6	9.2	9.5
4	30	31	29	28	14	32	22.3	59.3	79.2	44.6	18.8	7.5
5	30	32	30	28	22	31	70.7	67.2	29.6	34.2	6.1	6.4
6	29	32	27	26	20	32	73.3	62.8	28.3	36.0	5.5	5.8
7	29	31	27	26	16	29	8.9	14.6	92.4	88.7	14.4	15.0
8	30	32	28	28	26	25	38.0	43.7	62.1	59.4	15.6	14.2
9	30	31	28	24	22	28	39.5	35.9	64.7	68.4	10.5	11.8
10	29	31	27	24	24	27	21.6	28.6	78.7	74.3	11.0	11.8
11	29	31	26	24	15	22	26.0	11.1	74.3	90.2	13.4	16.4
12	30	31	26	23	16	15	75.0	76.1	24.2	25.4	4.6	5.3
13	30	31	30	22	18	4	50.6	44.5	52.0	56.0	10.3	16.4
14	31	31	30	22	18	2	11.0	23.6	89.3	75.8	14.8	17.4
15	31	31	24	22	16	0	10.4	36.4	90.2	65.2	13.3	17.0

\* Promedio de dos "réplicas", los porcentajes no fueron totalizados al 100 %.

\*\* Promedio de cuatro "réplicas".

## II. Información contenida en Hartman-Schröder (1959)

La distribución de las 36 especies de poliquetos a lo largo del gradiente de salinidad se presenta en la Figura 5. Las especies eurihalinas (0-30  $^{\circ}$ /oo) fueron *Eteone estuarina*, *Onuphis brevicirris*, *Mediomastus setosus* y *Loandalia gracilis*. La mayoría de las especies restantes se encontró en un ámbito de 25 a 31  $^{\circ}$ /oo.

## DISCUSION

La utilización de métodos diversos para la recolecta de muestras, el tamaño diferente de las muestras, y la diferencia en la luz de malla del tamiz utilizado en la separación de los organismos, son algunos de los factores más importantes que hacen difícil las comparaciones entre comunidades bentónicas de diferentes latitudes, sitios, ó épocas (Alongi 1989, 1990). Al comparar este estudio con el de Hartmann-Schröder (1959), no obstante que se recolectó muestras en aproximadamente las mismas 15 estaciones, la dificultad más grave está en la diferente du-

ración de los mismos. Este estudio fue ejecutado con base en dos muestreos, de tres días cada uno, y en dos épocas, mientras que el de Hartmann-Schröder (1959) incluyó la toma de muestras durante un año. Esto podría explicar la poca semejanza (28%, índice de Sorensen) entre la composición de especies presente en 1959 y la encontrada en este estudio. No obstante estas limitaciones, es posible hacer algunas comparaciones: las 36 especies recolectadas en el estero de Jaltepeque en 1959, y las 30 recolectadas en este estudio, indican que el estero contiene pocas especies cuando se le compara, por ejemplo, con números mayores de especies encontradas en algunos ambientes de la zona templada (Molina-Lara y Vargas-Zamora 1994). En forma similar, se ha comunicado un mayor número de especies en algunas comunidades tropicales: un total de 107 especies fue encontrado por Vargas (1987) en una playa fangosa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Sin embargo, hay información reciente que indica que el bentos tropical, en algunos sitios, es pobre en especies y, por lo tanto, no se ajusta a la gradiente de diversidad observada en otros ambientes tropicales como los arrecifes coralinos y bosques llu-



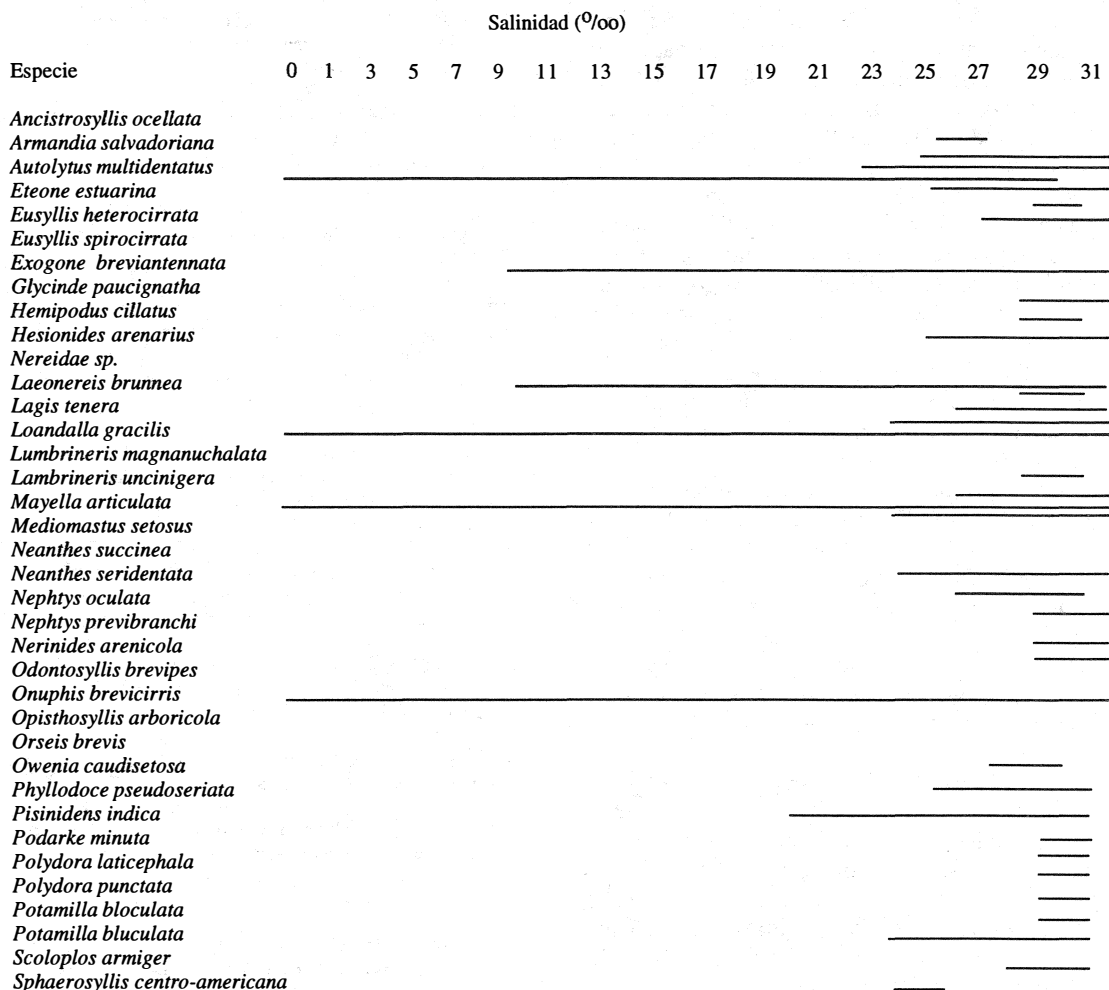


Fig. 5. Distribución de especies de poliquetos a lo largo del gradiente de salinidad. Estero de Jaltepeque, El Salvador. Según datos de Hartmann-Schröder (1959).

viosos (Maurer y Vargas 1984, Warwick y Ruswahyuni 1987). Una hipótesis interesante, para evaluación futura, es la influencia de los taninos derivados del manglar en la abundancia de la macrofauna. Se ha encontrado, en manglares de Australia, que los taninos pueden ser un factor importante para explicar las bajas densidades de meiofauna observadas por Alongi (1987).

El gradiente de salinidad en el estero de Jaltepeque, en 1959, presentó un ámbito mayor (0-31 ‰) que durante 1990-1991 (14-30 ‰, época lluviosa y 22-30 ‰, época seca).

Estos cambios de salinidad se deben posiblemente a la disminución del caudal de agua dulce provenientes de los ríos Lempa y Jiboa. La disminución del gradiente de salinidad a lo largo del eje longitudinal del estero podría ser uno de los factores más importantes que ha influido en la poca semejanza en la composición de especies encontrados. La fauna en 1990-1991 parece estar compuesta de un mayor número de especies eurihalinas que la fauna a fines de la década de 1950 (Figs. 3, 4 y 5).

El gradiente de salinidad observado en 1990-1991 podría representar condiciones

excepcionales, en vez de normales, debido al poco tiempo durante el cual se tomaron datos. No obstante lo anterior, la fauna presente en 1990-1991 contiene muchas especies no recolectadas a fines de la década de 1950, lo cual provee evidencia en apoyo de la hipótesis de que la fauna ha cambiado. La región de estero de Jaltepeque, y el mismo estero, han sufrido el impacto del desarrollo costero no controlado en los últimos 30 años (Molina y Vargas 1994). Sin embargo, es difícil el establecer relaciones causa-efecto sobre el impacto que este desarrollo tenga en la fauna bentónica. El establecimiento de relaciones causa-efecto requiere de programas de evaluación continua de la fauna. Estos programas están, en la mayoría de los países del Tercer Mundo, lejos de las posibilidades institucionales debido a su alto costo y naturaleza multidisciplinaria. Sólo mediante la cooperación internacional pueden acercarse esas posibilidades. El estudio hecho por Hartmann-Schröder (1959) y este trabajo proveen la oportunidad, también poco frecuente en los trópicos, de contar con un marco de referencia para facilitar el éxito de algún programa futuro de evaluación a largo plazo del estero de Jaltepeque.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está basado en el segundo 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 (UICN-Proyecto 9567/1) contribuyeron con fondos para hacer posible este estudio. Deseamos expresar nuestro reconocimiento a G. Hartmann-Schröder y a dos revisores anónimos por sus comentarios sobre el manuscrito original. Harlan K. Dean (Museo de Zoología Comparada, Universidad de Harvard, E.U.A.) verificó la identificación de los anélidos poliquetos. G. Hartmann-Schröder (Universidad de Hamburgo) también hizo comentarios taxonómicos a la lista original de especies.

#### REFERENCIAS

- Aguilar, E.R., C.R. Pérez, M.H. González & 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, 23 p.
- Alongi, D.M. 1987. The influence of mangrove-derived tannins on intertidal meiobenthos in tropical estuaries. *Oecologia* 71: 537-540.
- 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: 381-496.
- Domínguez, A.C. y O.W. Paz. 1988. Niveles de bicacumulación del metil-etil paratión en organismos estuarinos de una zona algodonera en el estero de Jaltepeque, El Salvador. Tesis de Lic. Univ. de El Salvador, San Salvador, 63 p.
- Fauchald, K. y A.A. Reimer. 1975. Claves de poliquetos panameños con la inclusión de una clave para todas las familias del mundo. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 14:71-94.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to Orders, Families, and Genera. *Nat. Hist. Museum. Los Angeles County. Sci. Ser.* 28: 1-190.
- González E.E & L. Harris. 1991. A preliminary study on the polychaete fauna on some beaches in Panamá city, Panamá. *Bull. Mar. Sci.* 48:587.
- Gray, J.S. 1981. *The Ecology of Marine Sediments.* Cambridge Univ. London. 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* 3-4: 47-108.
- Hartmann-Schröder, G. 1959. Zur Ökologie der polychaeten des Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador. *Beitr. Neotrop. Fauna*, 1 (2): 69-183.
- Knox, C.A. 1977. The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities, p. 547-604. *In* D.J. Reish y K. Fauchald (ed.). *In Memory of Dr. Olga Hartmann: Essays on polychaetous annelids.* Allan Hancock Foundation, Univ. S. Cal., Los Angeles.
- Lewis, D.W. 1984. *Practical sedimentology.* Hutchinson Ross. Pub. Library. Pennsylvania. 229 p.
- Ludwig, J.A. & J. F. Reynolds 1988. *Statistical Ecology.* Wiley, New York. 337 p.
- Maurer, D. & 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 & H. Dean. 1988. Polychaetous Annelids from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Int. Review Ges. Hydrobiol.* 73: 43-49.
- Molina-Lara, O. & J.A. Vargas-Zamora 1994. Estructura del macrobentos del estero de Jaltepeque, El Salvador. *Rev. Biol. Trop.* 42:165-174.

- Mook, R.M. y C.M. Hoskin. 1982. Organic determination by ignition: Caution advised. *Est. Coastal Shelf Sci.* 15: 697-699.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley, New York. 385 p.
- Salazar-Vallejo, S.I., J.A. de León González & H. Salices-Polanco. 1988. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. *Libros Universitarios. Univ. Autón. B. Cal. S., La Paz*, 212 p.
- Sokal, R.R. & J.F. Rohlf, 1969. *Biometry*. Freeman, San Francisco. 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.
- 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.