

Zonación y dinámica temporal de la macroinfauna intermareal en el estuario del Río Lingue (Valdivia, Chile)

Zonation and temporal dynamic of the intertidal macroinfauna in the Lingue River Estuary (Valdivia, Chile)

CARLOS E. BERTRAN

Instituto de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,
Casilla 567, Valdivia

RESUMEN

Entre mayo de 1979 y mayo de 1980 se estudiaron las fluctuaciones temporales de la macroinfauna intermareal en dos sitios arenosos del estuario del Río Lingue (sur de Chile). El sustrato del sitio más expuesto (estación externa) no presentó capa de reducción, tuvo un bajo contenido de materia orgánica y mostró cambios significativos en el perfil de la playa. El sitio más protegido (estación interna) mostró desarrollo de capa de reducción, mayor contenido de materia orgánica y no mostró cambios notorios en el perfil de la playa. En ninguna de las estaciones se encontraron diferencias significativas en las características sedimentológicas (media, desviación estándar y asimetría), ya sea entre niveles mareales o períodos de muestreo. En ambas estaciones la temperatura y el contenido de agua del sustrato mostraron un patrón similar: los valores más altos de temperatura y los más bajos en el contenido de agua se encontraron en el nivel mareal más alto y viceversa. Ambas variables también mostraron un patrón estacional, especialmente los niveles inferiores para el caso de los contenidos de agua.

En la estación externa se recolectaron cinco especies, todas crustáceos peracáridos. Entre éstos, el anfípodo *Cheus* sp. Thurston y el isópodo *Excirologana hirsuticauda* Menzies fueron las especies más abundantes. En la estación interior se recolectaron 12 taxa. Los poliquetos *Boccardia polybranchia* (Haswell) y *Perinereis gualpensis* Jeldes fueron los organismos más abundantes. Durante el período de estudio se observó una persistencia en los esquemas de zonación de ambas estaciones. Las variaciones estacionales en estos patrones fueron coincidentes con los patrones estacionales de la temperatura y el contenido de agua del sustrato: durante primavera y verano se observó una migración de la macroinfauna hacia los niveles inferiores del intermareal, mientras que durante otoño e invierno las especies llegaron a ocupar niveles mareales más altos.

Palabras claves: Sedimentos, fauna bentónica, poliquetos, peracáridos.

ABSTRACT

The temporal fluctuations of the intertidal macroinfauna were analyzed at two sites of the Lingue River Estuary (southern Chile) between May 1979 and May 1980. Both sites were characterized as fine sand habitats. The most exposed site (external station) lacked a reduction layer, it had a low percentage of organic matter and showed temporal changes in the beach profile. The most sheltered (internal station) showed a black reduction layer, a higher percentage of organic matter and no changes in the beach profile. No significant differences were found at either station in the sedimentological characteristics (mean, standard deviation and skewness), either among tidal levels or sampling periods. At both stations, the patterns of temperature and water content of the sediment showed a similar trend: the highest values of temperature and the lowest in water content were found at the highest level and viceversa. Temperature and water content (specially the lowest level) also followed a seasonal trend. Five species were collected at the external station; all of which were peracarid crustaceans. The amphipod *Cheus* sp. Thurston and the isopod *Excirologana hirsuticauda* Menzies were the most abundant species. Twelve taxa were collected at the internal station, with two polychaetes, *Boccardia polybranchia* (Haswell) and *Perinereis gualpensis* Jeldes, the most abundant organisms. Basic zonation patterns of the macroinfauna persisted over the study period. Seasonal fluctuations in these patterns followed the tidal and seasonal trends of the temperature and water content of the sediment: a downshore migration was observed during spring and summer while macroinfauna species occurred at higher intertidal levels during autumn and winter.

Key words: Sediments, benthic fauna, polychaetes, peracarids.

INTRODUCCION

Los esquemas de zonación transversal de la macroinfauna intermareal en áreas estuarias del sur de Chile han sido descritos por Jaramillo (1978), Bertrán (1984), Turner (1984), Jaramillo *et al.*, (1985) y Richter (1985). Sin embargo, tales estudios son el resultado de muestreos puntuales y carentes de análisis acerca de la eventual variabilidad temporal en esos esquemas. En otras áreas litorales, cambios comunitarios y/o poblacionales en la macroinfauna de fondos blandos han sido generalmente asociados con variaciones en exposición al oleaje, perfil y tamaño de la partícula del depósito (p. ej., Jones 1970, 1971 Croker *et al.* 1975, Croker 1977, McLachlan 1980, McLachlan *et al.* 1981), estado del clima (Ansell *et al.* 1972), contenido de agua (Salvat 1967, Croker 1977, Hayes 1977, Withers 1977, Holanov & Hendrickson 1980) y temperatura del sedimento (Jones 1970, Leber 1982). Por otra parte, la importancia de interacciones biológicas, tales como competencia y depredación en la mantención de los patrones de abundancia, diversidad y composición trófica de la macroinfauna, ha sido demostrada ampliamente, especialmente en fondos blandos del Hemisferio Norte (p. ej., Woodin 1974, 1981, 1983, Commito 1982, Ambrose 1984, Quammen 1984, Gee *et al.* 1985).

En este estudio se postula que los cambios temporales en los esquemas de zonación de la macroinfauna intermareal que habita en un estuario del sur de Chile están asociados con los cambios temporales en las características abióticas del depósito.

Para ello se eligieron dos áreas intermareales en el estuario del Río Lingue, Valdivia. Sus diferentes localizaciones en relación a las áreas más expuestas de la desembocadura del estuario determinan un diverso grado de exposición, el que permite suponer un diferente dinamismo en las características del depósito. Se hipotetiza entonces que los cambios temporales en los esquemas de zonación de la macroinfauna estarían asociados con la variabilidad en las características abióticas del depósito en cada una de las dos áreas elegidas para este estudio.

Area de estudio

El Río Lingue está ubicado en el extremo norte de la provincia de Valdivia, sur de Chile. Posee una longitud aproximada de 58 kilómetros y desemboca al sur de la Bahía de Maiquillahue ($39^{\circ}26'S$, $73^{\circ}13'W$). En el área de la desembocadura se ubica una barra de arena terminal. El estuario tiene una longitud aproximada de 5 kilómetros y un ancho que fluctúa entre 75 y 250 metros. En su ribera norte se ubicaron las dos estaciones de muestreo, separadas aproximadamente 500 metros entre sí (Fig. 1).

Datos periódicos obtenidos en el Río Lingue, por personal del Laboratorio de Biología Marina de Mehuín, muestran que durante el período de estudio (mayo 1979-mayo 1980) la temperatura promedio del agua en la estación exterior fue $13,9^{\circ}C$ en marea alta (ma) y $14,4^{\circ}C$ en marea baja (mb). El valor más alto fue de $20^{\circ}C$ en ma y de $18^{\circ}C$ en mb. Para la estación interior la

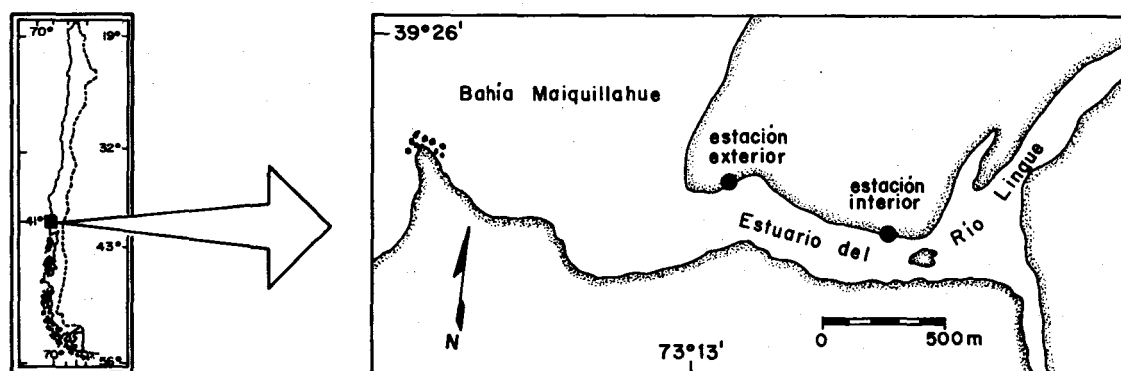


Fig. 1: Estuario del Río Lingue. Ubicación de las dos estaciones de muestreo en el área de estudio.

Lingue River Estuary. Location of the sampling stations in the area of study.

temperatura promedio en ma fue 14,2°C, variando entre 22 y 9,5°C. En mb el promedio anual fue 14,4°C, siendo el valor más alto 20°C y el más bajo 8°C. En la estación exterior el promedio de salinidad en ma fue 26,2 y 12,7‰ en mb, fluctuando entre 32,2 y 21‰ y entre 26 y 3‰ en ma y mb, respectivamente. En la estación interior el promedio fue de 24,3 en ma y 11‰ en mb, variando entre 31,1 y 20‰ en ma y entre 19,6 y 1,5‰ en mb.

MATERIALES Y METODOS

El muestreo se realizó durante mareas bajas de sicigia y por 13 meses con periodicidad mensual (mayo 1979 a mayo 1980). En cada muestreo se establecieron dos transectos en cada playa, perpendiculares a la línea de costa y separados un metro entre sí. Sobre cada transecto se muestreó a diferentes niveles mareales, determinándose tres niveles en la estación ubicada cerca de la desembocadura del estuario (estación exterior) y cuatro en la ubicada hacia el centro del estuario (estación interior). Los niveles mareales donde se colectaron las muestras se numeraron desde marea alta (ma) hacia marea baja (mb). En cada uno de estos niveles se obtuvo una muestra de sedimento con un core metálico de 4,5 centímetros de diámetro y 25 centímetros de longitud, destinado a análisis granulométrico.

El sedimento fue tamizado en seco a través de una serie de cedazos con las siguientes aberturas en ϕ ($\phi = \log_2$ del diámetro de la partícula en mm; Folk 1980): -1; 0; 1; 1,5; 2; 2,25; 2,5; 2,75; 3; 3,5; y 4. Para ellos se usó un vibrador mecánico durante 20 minutos. Con los valores porcentuales del peso de cada fracción se calcularon los estadígrafos media, desviación estándar (selección) y asimetría, según el método de momentos de Mc Bride (1971) y usando el programa elaborado por Pino (1982) para un calculador HP-41. Por otra parte, se obtuvieron muestras para determinar la cantidad de materia orgánica en el sedimento. Esta se determinó mediante la diferencia en peso entre una muestra calcinada a 550°C por 4 horas y previamente secada a 60°C.

En cada nivel de muestreo se midió la temperatura del sustrato en superficie y a 5 centímetros de profundidad. Para ello se utilizó un termómetro de mercurio graduado en décimas. Además, se obtuvieron muestras de sedimentos para calcular el

porcentaje de agua intersticial. Este se obtuvo por diferencia entre los pesos de muestras recién obtenidas y luego secadas a 60°C durante 48 horas. No se realizaron correcciones para el peso de sales retenidas, debido a que cambios relativos en el contenido de agua son más importantes que valores absolutos. Se observó la profundidad de aparición (medida desde la superficie) y espesor de la capa de reducción, considerándose además su intensidad (en base a coloración) y regularidad. Paralelo a cada transecto se midió el perfil del depósito siguiendo la metodología propuesta por Emery (1961).

Para la obtención de la macroinfauna se utilizó un muestreador metálico de 33 x 33 centímetros, el que se enterró en el sustrato hasta una profundidad de 25 centímetros. Las muestras, dos réplicas en cada nivel mareal, se tamizaron en cedazos con abertura de malla de 500 micrones y el residuo se fijó en alcohol-formol 10%. Posteriormente la macroinfauna se separó bajo microscopio estereoscópico.

RESULTADOS

El sustrato

Los valores de temperatura mostraron notorias variaciones estacionales, tanto en superficie como a 5 centímetros de profundidad. En ambas estaciones los valores disminuyeron desde el nivel superior al inferior. En la mayoría de las mediciones los valores obtenidos a 5 centímetros de profundidad fueron más altos que los superficiales (Fig. 2). En la estación exterior la temperatura fluctuó entre 9,0 y 45,5°C, a la vez que en la estación interior los valores fluctuaron entre 8,0 y 48,0°C. En ambas estaciones los valores mencionados corresponden a temperaturas superficiales; las más bajas en invierno (junio 1979) y las más altas en verano (febrero 1980).

La cantidad de agua en el sedimento mostró un incremento gradual desde el nivel superior al inferior de la zona intermareal. Esta situación se mantuvo durante todo el período de estudio en ambas estaciones (Fig. 3). En la estación exterior los contenidos de agua separan claramente los tres niveles de la playa. El porcentaje fue más bajo en el nivel 1, donde se registró un mínimo de 1,1% (febrero 1980). El nivel 3 presentó los valores más altos, con excepción de agosto de 1979 y enero de

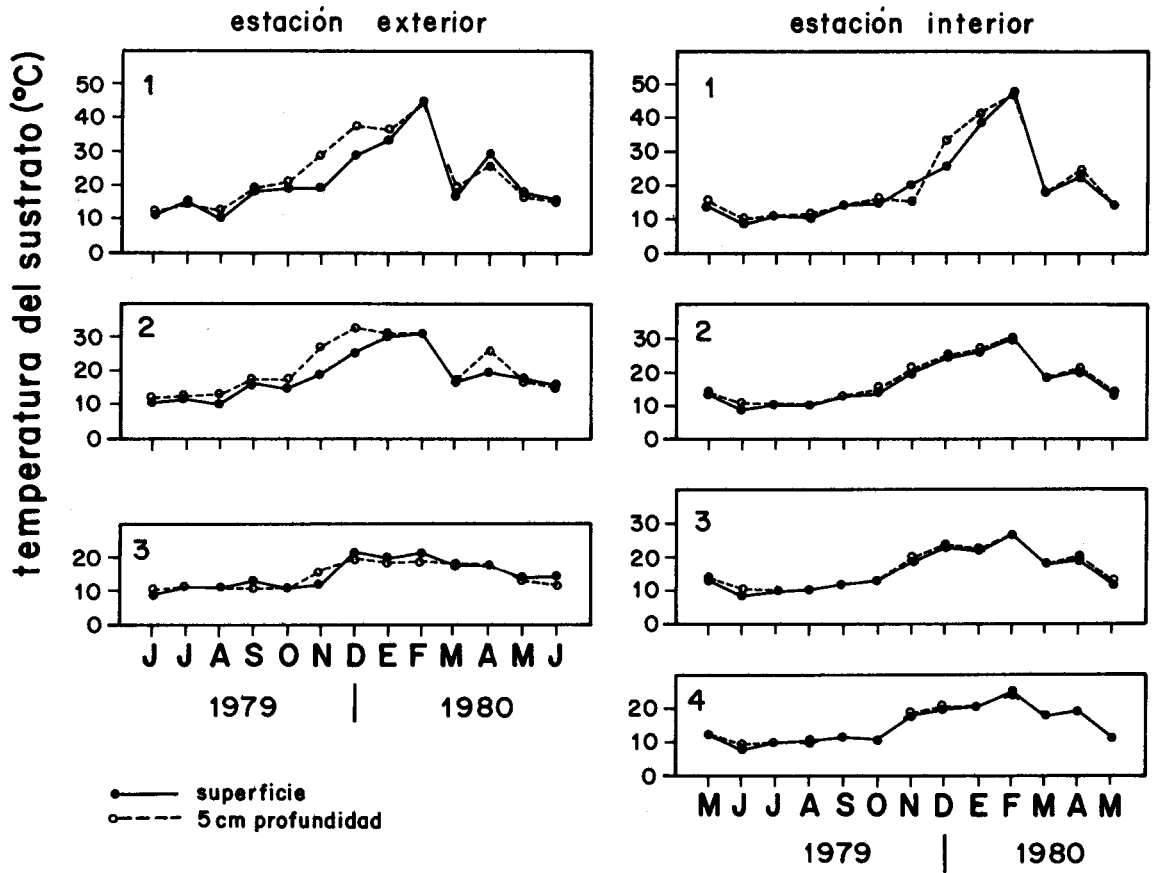


Fig. 2: Estuario del Río Lingue. Fluctuaciones temporales en los valores de temperatura del sedimento. 1, 2, 3, y 4 son niveles mareales ubicados entre el nivel más alto de cada estación (1) y el nivel de marea baja (3 en la estación exterior y 4 en la interior).

Lingue River Estuary. Temporal fluctuations of the sediment temperature values, 1,2,3 and 4 are tidal levels located between the highest level of each station (1) and the low tide level (3 in the external and 4 in the internal station).

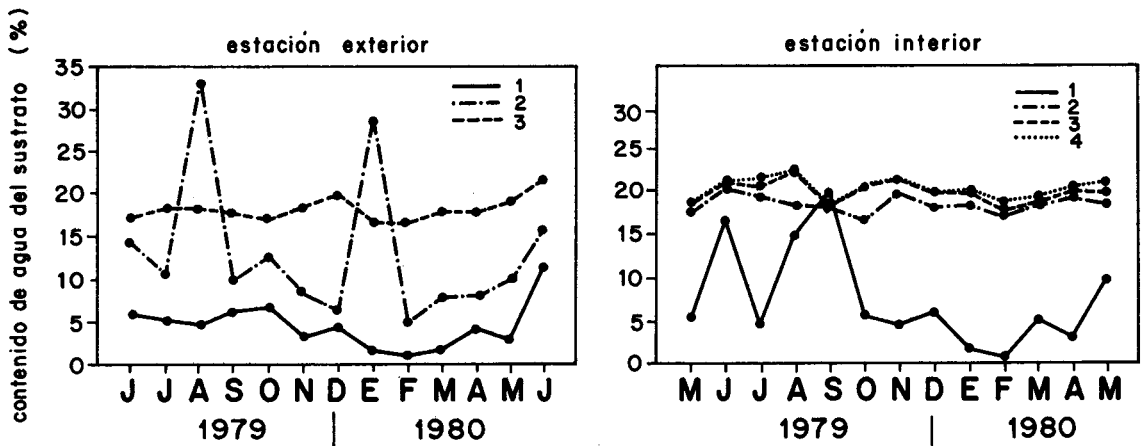


Fig. 3: Estuario del Río Lingue. Fluctuaciones temporales en los valores de contenido de agua del sedimento. Como en la Fig. 2, 1, 2, 3 y 4 se refieren a niveles mareales.

Lingue River Estuary. Temporal fluctuations in the sediment water content values. As in Fig. 2, 1, 2, 3 and 4 refer to tidal levels.

1980, donde los porcentajes más altos se obtuvieron en el nivel 2 (Fig. 3). Sólo el nivel superior de la estación interior fue notoriamente diferente a los tres restantes. El porcentaje de agua más bajo se obtuvo en el nivel superior de la playa en febrero de 1980 (0,4%). El porcentaje más alto correspondió a agosto de 1979 (22,4%) en los niveles 3 y 4 (Fig. 3).

En la estación exterior los porcentajes de materia orgánica fueron inferiores al 0,5%, sin mostrar una tendencia en relación a períodos de muestreo o niveles mareales.

En general, los contenidos de materia orgánica calculados para la estación interior mostraron un patrón de distribución mareal. Los valores menores se registraron en el nivel 1 (promedio total: 1,0%; $n = 13$) y los mayores en los niveles inferiores (3 y 4, promedios totales: 1,89 y 1,47%, respectivamente; $n = 13$). (Fig. 4).

En la estación exterior no se observaron sedimentos reducidos. En la estación interior se observó claramente una capa de reducción en los niveles 2 y 3. Dicha capa estuvo ausente en el nivel 1, mientras que en el nivel 4 no se la observó entre agosto y diciembre de 1979. La profundidad de

aparición de la capa de reducción varió aproximadamente entre 0,1 y 4 centímetros bajo la superficie. No se encontró una relación entre tal profundidad y época o nivel mareal; tampoco entre su espesor o dichas variables. La intensidad de esta capa (medida en relación a su coloración oscura) fue mayor en los niveles 2 y 3, siendo su presencia más regular en el nivel 3.

Dinámica del depósito

La estación exterior experimentó variaciones notorias en el perfil de la playa. Ellas fueron el producto de erosiones y acreciones periódicas de arena, presentándose al menos cuatro períodos de acreción. El más intenso correspondió al ocurrido entre noviembre y diciembre. Los períodos de erosión más intensos ocurrieron entre octubre y noviembre de 1979 y entre abril y mayo de 1980 (Fig. 5). Estos movimientos también se presentaron en algunos meses en forma combinada; mientras el nivel inferior de la playa era erosionado, el nivel superior presentaba acreción (Fig. 5). Por el contrario, la estación interior no mostró un dinamismo similar; al menos no fue detectado con la metodología utilizada.

Según los valores obtenidos para la media, ambas estaciones están constituidas por arenas finas (2-3 ϕ ; Folk 1974). No se registraron variaciones significativas en este estadígrafo, ya sea entre períodos o niveles de muestreo en cada playa. La desviación estándar de ambas estaciones fluctuó entre 0,4 y 0,6 ϕ . Según estos resultados y en base a la clasificación propuesta por Folk (1980), se puede caracterizar al depósito de ambas estaciones como constituido por sedimentos desde bien sorteados a moderadamente bien sorteados. Al comparar los valores mensuales (promedio de los niveles) de media y desviación estándar, se encontró que a pesar de estar ambas playas constituidas por arenas finas, en la estación exterior los sedimentos fueron más finos ($t = -4,982$ con 24 g.l., $p < 0,01$) y mejor sorteados ($t = -3,464$ con 24 g.l., $p < 0,01$) que en la estación interior. Los valores de asimetría mostraron diferencias entre ambas estaciones de muestreo, ya que la estación exterior estuvo constituida por sedimentos con un moderado exceso de gruesos (valores negativos), mientras que la estación interior presentó sedimentos con un moderado exceso de finos (valores positivos) (Folk 1980).

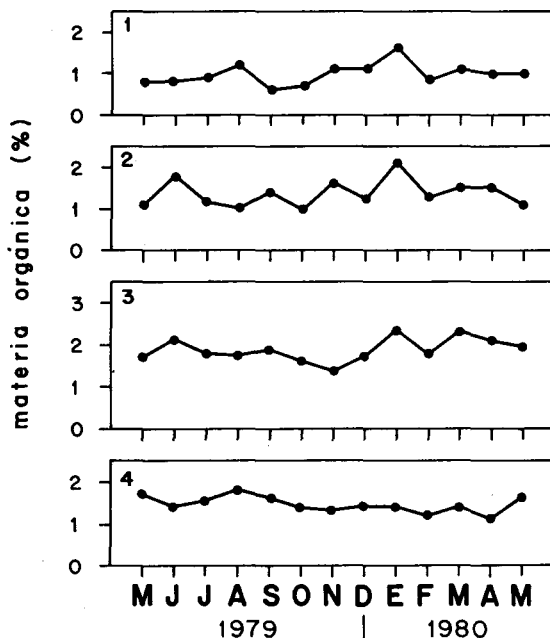


Fig. 4: Fluctuaciones temporales en los valores del contenido de materia orgánica en el sedimento de la estación interior. Como en la Fig. 2, 1, 2, 3 y 4 se refieren a niveles mareales.

Lingue River Estuary. Temporal fluctuations in the sediments organic matter values at the internal station. As in Fig. 2, 1, 2, 3, and 4 refer to tidal levels.

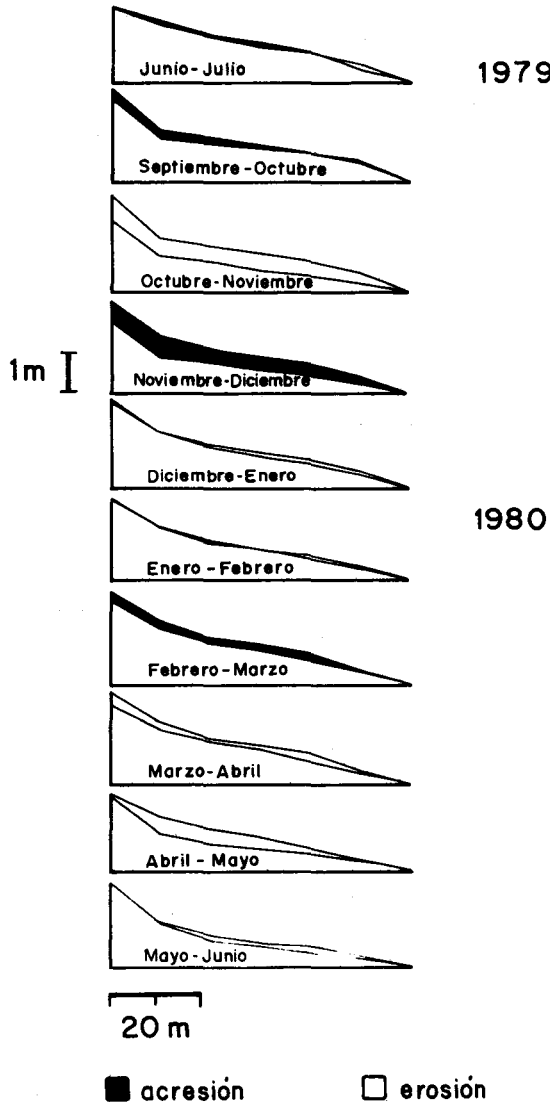


Fig. 5: Estuario del Río Lingue. Fluctuación temporal en el perfil del depósito de la estación exterior.

Lingue River Estuary. Temporal fluctuations in the beach profiles of the external station.

Estructura comunitaria de la macroinfauna

Ambas estaciones fueron diferentes, tanto en su composición taxonómica como en el número total de individuos. Se capturó un total de 258 especímenes en la estación exterior y 11.301 en la estación interior.

En la estación exterior los valores de densidad total fueron muy variables durante el período de muestreo. La especie dominante fue *Cheus* sp. Thurston (Am-

phipoda, Cheidae), la cual mostró su mayor densidad en junio de 1979 con 63 ind./0,1 m². Esta especie no se recolectó en septiembre de 1979, mayo y junio de 1980 (Tabla 1). *Cheus* sp. aportó el 70,5% del total de la macroinfauna recolectada en esta estación durante todo el período de muestreo. La segunda especie en dominancia fue *Excirolana hirsuticauda* Menzies (Isopoda, Cirolanidae), la que registró su mayor densidad en mayo con 15 ind./m². Esta especie no se recolectó entre noviembre y enero. El resto de las especies estuvo representada por pocos individuos (Tabla 1).

La macroinfauna de la estación interior estuvo constituida por 12 taxa (Tabla 2). El grupo más representado fue Polychaeta, que aportó el 87,8% del total de la macroinfauna colectada; le siguió Amphipoda con el 8,0%. El resto de las especies fue de poca representatividad y de aparición esporádica. Los valores de densidad total fueron mayores entre mayo y agosto de 1979. En esos meses se obtuvo aproximadamente el doble de la abundancia obtenida entre septiembre y mayo del año siguiente (Fig. 6). La densidad máxima se registró en julio con 1.725 ind./0,1 m². Los valores más bajos se presentaron en noviembre de 1979 y mayo de 1980 con 541 y 545 ind./0,1 m², respectivamente (Tabla 2). Los poliquetos *Boccardia polybranchia* (Haswell) (Spionidae) y *Perinereis gualpensis* Jeldes (Nereidae) contribuyeron con el 54,5 y 33,7% del total, respectivamente. *Boccardia polybranchia* tuvo notoria participación en julio, donde se capturaron 1.303 ind./0,1 m², los cuales representan el 75,5% de la densidad total para ese mes. Su densidad, muy alta en los primeros cuatro meses de muestreo (mayo-agosto), descendió bruscamente en septiembre. Desde allí y hasta el final del muestreo los valores fueron notoriamente menores y con pocas fluctuaciones (Fig. 6). *Boccardia polybranchia* sólo fue sobrepasada en número por *P. gualpensis* entre enero y mayo de 1980 (Tabla 2; Fig. 6). *Perinereis gualpensis* mostró dos períodos de mayor densidad. El primero, a fines de otoño de 1979, donde alcanzó a 546 ind./0,1 m² y el segundo, a fines del verano de 1980, con 421 ind./0,1 m². Su densidad más baja se registró durante la primavera (Tabla 2; Fig. 6).

Los anfípodos *Paracorophium hartmannorum* Andres (Corophidae) y *Cheus* sp. estuvieron presentes durante la casi

TABLA 1

Estuario del Río Lingue. Densidad total (ind./0,1 m²) para las especies presentes en cada mes de muestreo en la estación exterior. A: Amphipoda. I: Isopoda.

Lingue River Estuary. Total density (ind./0.1 m²) of the species present at each sampling month in the external station. A: Amphipoda. I: Isopoda.

Especie		1979					1980							Media total	
		Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.		Jun.
<i>Cheus</i> sp.	A	63	36	2	—	4	8	31	15	3	13	7	—	—	13
<i>Excirrolana hirsuticauda</i>	I	1	6	3	2	2	—	—	—	2	2	4	15	4	3
<i>Excirrolana monodi</i>	I	1	2	2	1	—	2	2	3	1	2	1	1	1	1
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	A	1	—	1	1	—	1	1	1	1	1	—	2	3	1
<i>Excirrolana braziliensis</i>	I	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
Total		66	44	8	5	6	11	34	19	7	18	13	19	8	18

TABLA 2

Estuario del Río Lingue. Densidad total (ind./0,1m²) para las especies presentes en cada mes de muestreo en la estación interior. A: Amphipoda. P: Polychaeta. B: Bivalvia, I: Insecta.

Lingue River Estuary. Total density (ind./0.1 m²) of the species present at each sampling month in the internal station. A: Amphipoda. P: Polychaeta. B: Bivalvia. I: Insecta.

Especie		1979											1980				Media Total
		May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.		
<i>Boccardia polybranchia</i>	P	813	758	1.303	1.065	272	261	284	234	227	285	203	286	126	471		
<i>Perinereis gualpensis</i>	P	268	546	294	277	179	171	192	221	344	280	421	303	294	292		
<i>Cheus</i> sp.	A	—	47	34	50	128	120	28	73	—	—	1	1	11	38		
<i>Paracorophium hartmannorum</i>	A	17	85	75	14	25	22	8	92	1	17	27	27	4	32		
<i>Phalerisidia maculata</i>	I	15	5	9	9	39	42	17	8	2	13	51	8	95	24		
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	A	4	2	4	1	15	14	10	—	—	2	—	2	14	5		
Diptera (larvas)	I	—	1	4	—	1	1	2	4	29	3	3	1	—	4		
<i>Mulinia edulis</i>	B	1	1	—	—	—	—	—	2	10	4	2	2	—	2		
<i>Kingiella chilensis</i>	B	1	—	—	—	—	—	—	3	9	5	1	—	—	1		
Orbinidac	P	—	7	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1		
Colooptera	I	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	1	—	1	0		
<i>Oligochaeta</i>	I	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	0		
Total		1.119	1.452	1.725	1.416	661	633	541	636	616	613	714	632	545	869		

totalidad del muestreo. *Paracorophium hartmannorum* fue más abundante a principios de invierno e inicios del verano, mientras que *Cheus* sp. mostró su mayor abundancia en los meses de primavera. Esta última especie no fue colectada durante el período de verano (Tabla 2; Fig. 6).

Dinámica temporal en la zonación transversal de la macroinfauna

En el nivel superior de la estación exterior sólo se detectó la presencia del anfípodo *Orchestoidea tuberculata* Nicolet (Tali-

tridae) y esto sólo en otoño e invierno. Durante primavera y verano (octubre a marzo) esta especie se colectó sólo en el nivel medio, quedando el nivel superior desprovisto de macroinfauna (Tabla 3). Durante la mayor parte de este estudio el nivel medio estuvo dominado por isópodos cirolánidos, los cuales no fueron colectados en este nivel durante el período de verano. El nivel inferior de esta estación estuvo dominado por el anfípodo *Cheus* sp., especie que mostró sus abundancias más altas a fines de otoño de 1979 (junio) (Tabla 3).

En la estación interior la distribución transversal de las especies más abundantes

TABLA 3

Estuario del Río Lingue. Densidad promedio y error estándar entre paréntesis (ind./0,1 m²) de cada especie, en cada nivel mareal de la estación exterior. Cada valor es el promedio de dos réplicas, con valores aproximados al entero.

Lingue River Estuary. Mean specific density and standard error in bracket (ind./0.1 m²) at each tidal level of the external station. Each value is the mean of two replicates with values approximated to the whole number.

Nivel	Especie	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
1	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	1(0.5)	—	1(0.5)	1(0.0)	—	—	—	—	—	—	—	2(1.0)	3(2.5)
2	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	—	—	—	—	—	1(0.5)	1(0.5)	1(0.0)	1(0.5)	1(0.0)	—	—	—
	<i>Excirrolana hirsuticauda</i>	1(0.5)	6(2.5)	2(1.0)	1(1.0)	1(1.0)	—	—	—	2(0.0)	—	—	13(3.5)	4(1.7)
	<i>Excirrolana braziliensis</i>	—	—	—	1(0.5)	—	—	—	—	—	—	1(0.5)	1(1.0)	—
3	<i>Excirrolana hirsuticauda</i>	—	—	1(0.5)	1(0.5)	1(0.5)	—	—	—	—	2(0.5)	4(0.0)	2(0.0)	—
	<i>Excirrolana monodi</i>	1(0.0)	2(0.0)	2(1.0)	1(0.5)	—	2(0.50)	2(0.50)	3(1.0)	1(0.0)	2(0.0)	1(0.5)	1(0.0)	1(0.5)
	<i>Cheus sp.</i>	63(9.0)	36(12.5)	2(1.0)	—	4(4.0)	8(5.0)	31(12.0)	15(6.0)	3(1.5)	13(8.0)	7(3.0)	—	—

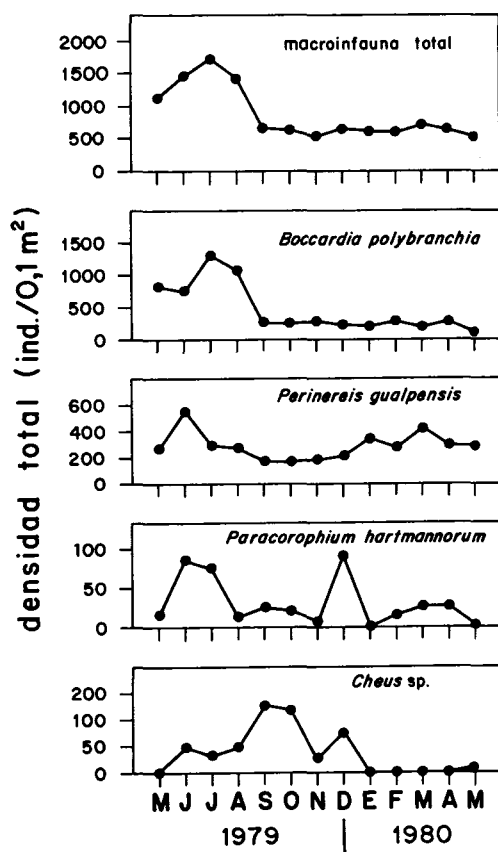


Fig. 6: Estuario del Río Lingue. Fluctuación temporal de la densidad total y de las cuatro especies más abundantes de la macroinfauna de la estación interior. Cada punto es la media total, calculada en base al promedio de cada nivel mareal.

Lingue River Estuary. Temporal fluctuation of the total density and that of the most abundant species of the macroinfauna in the internal station. Each point is the total mean, calculated on the basis of the mean of each tidal level.

abarcó prácticamente todo el intermareal durante otoño e invierno. Similar a lo observado en la estación exterior, la distribución cambió en el período de verano, observándose una restricción de la macroinfauna a los niveles inferiores o una disminución en su abundancia (Fig. 7; Tabla 4). El nivel superior de la playa estuvo dominado por el insecto *Phalerisidia maculata* Kulzer (Coleoptera, Tenebrionidae) y el anfípodo *Orchestoidea tuberculata*. Ambas especies presentaron sus densidades más altas durante primavera y otoño. Los otros constituyentes de la macroinfauna fueron de aparición esporádica; cuando estuvieron presentes, lo hicieron en bajas densidades (Tabla 4). La zona media (nivel 2) e inferior (niveles 3 y 4) de la playa estuvo dominada por los poliquetos *Boccardia polybranchia* y *Perinereis gualpensis*. En esos niveles *B. polybranchia* presentó sus densidades más altas durante el invierno de 1979. Después de agosto se observó un descenso gradual en sus valores de densidad, los que fueron mínimos durante el período de verano (Tabla 4; Fig. 7). En el nivel 2 *P. gualpensis* mostró su densidad más alta en diciembre con 46 ind./0,1 m². Sus densidades más altas las alcanzó en los niveles 3 y 4, con los valores más altos a principios de invierno de 1979 y otoño de 1980 (Tabla 4).

Los anfípodos *P. hartmannorum* y *Cheus sp.* estuvieron restringidos principalmente a los niveles inferiores de la playa, especialmente en los meses de verano (Fig. 7). *Paracorophium hartmannorum* mostró sus densidades más altas durante los muestreos de verano y primavera (Tabla 4). Para

TABLA 4

Estuario del Río Lingue. Densidad promedio y error estándar entre paréntesis (ind./0,1 m²) de cada especie, en cada nivel mareal de la estación interior. Cada valor es el promedio de dos réplicas, con valores aproximados al entero

Lingue River Estuary. Mean specific density and standard error in bracket (ind./0.1 m²) at each tidal level of the internal station. Each value is the mean of two replicates with values approximated to the whole number

Nivel	Especie	1979					1980							
		May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
1	<i>Boccardia polybranchia</i>	-	-	4(3.5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Perinereis gualpensis</i>	-	-	2(1.5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	-	2(2.0)	4(1.0)	1(0.0)	15(0.5)	14(0.5)	10(0.5)	-	-	-	-	2(1.5)	14(2.0)
	<i>Phalerisidia maculata</i>	15(6.0)	5(4.5)	9(8.5)	9(2.0)	39(13.0)	42(12.0)	3(0.5)	8(6.0)	2(0.5)	-	-	2(2.0)	95(13.0)
	<i>Diptera (larvas)</i>	-	-	-	-	1(0.5)	1(0.5)	1(0.5)	3(0.5)	3(2.0)	3(1.5)	2(1.0)	-	-
	<i>Coleoptera</i>	-	-	-	-	1(0.0)	-	-	2(1.0)	-	-	1(0.5)	-	1(0.5)
	<i>Oligochaeta</i>	-	-	-	-	1(0.5)	1(0.5)	-	-	-	-	-	-	-
2	<i>Boccardia polybranchia</i>	48(14.5)	30(10.5)	135(57.2)	70(5.0)	1(0.5)	1(1.0)	-	7(6.0)	-	-	-	-	1(1.0)
	<i>Perinereis gualpensis</i>	4(0.5)	5(0.0)	3(0.0)	8(2.0)	5(5.0)	5(5.0)	8(3.0)	46(21.1)	1(0.5)	2(1.0)	4(1.5)	4(2.0)	3(0.5)
	<i>Orchestoidea tuberculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2(1.5)	-	-	-
	<i>Phalerisidia maculata</i>	-	-	-	-	-	-	14(1.0)	-	-	13(13.0)	51(6.5)	6(0.5)	-
	<i>Diptera (larvas)</i>	-	1(0.5)	4(0.5)	-	-	-	1(0.5)	1(1.0)	26(15.0)	-	1(0.5)	1(0.5)	-
	<i>Paracorophium hartmannorum</i>	-	-	-	1(0.50)	1(1.0)	1(0.5)	1(0.5)	-	-	-	-	-	1(0.5)
	<i>Cheus sp.</i>	-	-	-	43(18.1)	-	1(0.5)	-	1(0.5)	-	-	-	-	6(2.0)
	<i>Boccardia polybranchia</i>	619(417.8)	359(54.2)	1.058(49.7)	843(393.2)	231(18.6)	221(18.6)	203(61.7)	206(23.6)	196(22.6)	215(1.0)	95(25.1)	235(11.3)	83(27.1)
	<i>Perinereis gualpensis</i>	97(42.1)	262(61.2)	159(11.5)	101(3.0)	114(0.0)	109(3.5)	101(18.6)	112(16.1)	171(14.5)	99(3.5)	127(6.0)	153(8.5)	102(1.0)
	<i>Paracorophium hartmannorum</i>	1(0.0)	9(8.0)	12(2.0)	4(0.5)	7(6.5)	11(0.5)	-	1(0.5)	-	2(1.5)	-	-	1(0.5)
	<i>Cheus sp.</i>	-	2(0.5)	1(0.0)	3(0.0)	-	1(0.5)	1(0.5)	1(1.0)	-	-	-	-	-
	<i>Mulinia edulis</i>	1(1.0)	-	-	-	-	-	-	1(1.0)	-	1(0.5)	1(0.0)	-	-
	<i>Kingiella chilentica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0.5)	-
	<i>Boccardia polybranchia</i>	146(137.9)	369(12.5)	106(70.2)	152(46.1)	40(5.0)	39(6.0)	81(33.1)	21(10.5)	31(6.0)	70(11.0)	108(10.5)	51(14.5)	42(13.0)
	<i>Perinereis gualpensis</i>	167(1.0)	279(14.5)	130(53.2)	168(10.0)	60(17.6)	57(17.6)	83(37.6)	63(3.5)	172(15.0)	179(36.6)	290(52.7)	144(19.6)	189(8.5)
	<i>Paracorophium hartmannorum</i>	16(16.0)	76(10.5)	63(53.2)	9(8.0)	17(8.5)	10(3.5)	7(1.5)	91(21.1)	1(0.5)	15(9.5)	27(5.5)	27(7.5)	2(0.5)
	<i>Cheus sp.</i>	-	45(8.0)	33(5.5)	4(1.5)	128(28.1)	118(21.6)	27(13.5)	71(7.0)	-	-	1(0.5)	1(0.5)	5(0.5)
<i>Mulinia edulis</i>	-	1(1.0)	-	-	-	-	-	1(1.0)	10(1.0)	3(1.0)	1(0.5)	2(0.5)	-	
<i>Kingiella chilentica</i>	1(0.7)	-	-	-	-	-	-	-	3(0.0)	9(0.5)	5(0.5)	-	-	
<i>Oligochaeta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1(0.5)	
<i>Orbinidae</i>	-	7(1.5)	2(0.5)	-	-	-	1(0.5)	-	-	-	-	-	-	

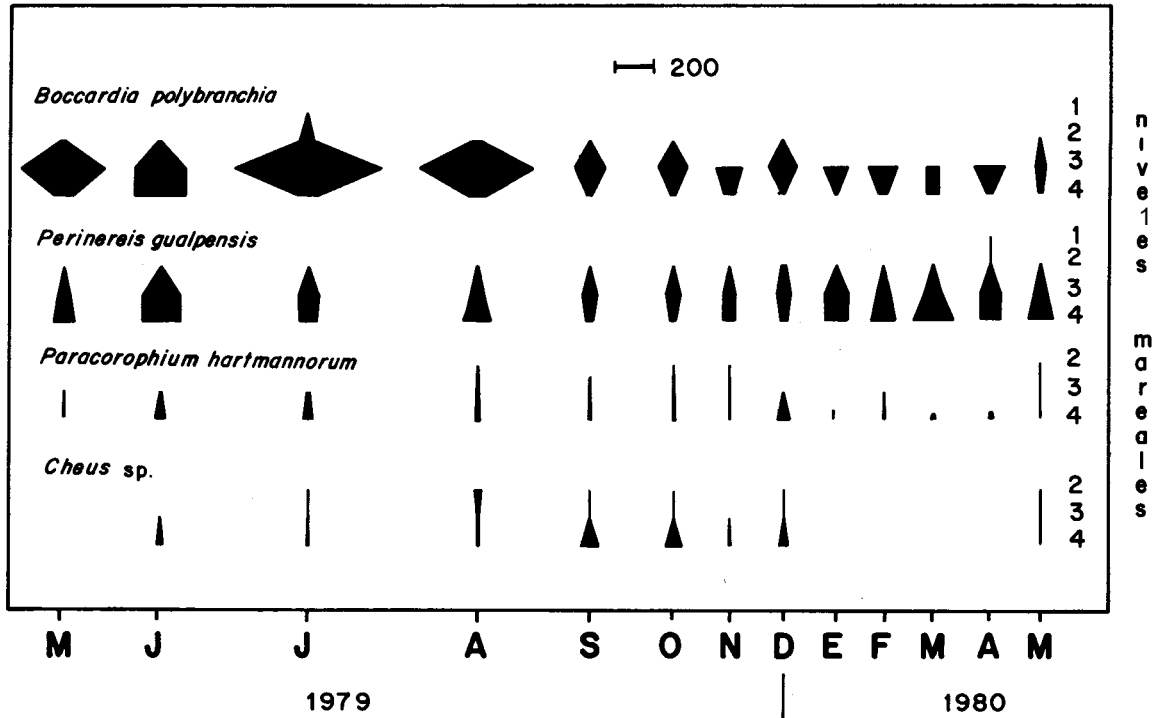


Fig. 7: Estuario del Río Lingue. Fluctuación temporal en la distribución transversal de las especies más abundantes de la estación interior.

Lingue River Estuary. Temporal fluctuation in the transversal distribution of the most abundant species of the internal station.

Cheus sp. los meses de mayor abundancia fueron durante el inicio de la primavera (Tabla 4).

DISCUSION

De acuerdo a la hipótesis planteada en este estudio, la diferente ubicación de las dos estaciones de muestreo implicaría un dinamismo diferencial en el depósito. La estación interior no mostró cambios en el perfil de la playa, lo que puede ser explicado por la protección que presenta al viento y al oleaje. Situación diferente es la presentada por la estación exterior, la cual debido a su ubicación está sometida a una mayor frecuencia e intensidad de disturbios físicos (remoción de arena), lo que se vio reflejado en los cambios temporales detectados en el perfil de la playa. Tales cambios fueron el resultado de períodos alternativos de acreción y erosión de arena; sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en los valores de los estadígrafos sedimentológicos, ya sea entre niveles mareales o períodos de muestreo, lo cual sugiere que el sedimento movilizado durante y entre los procesos de acreción y erosión es el mismo.

En la estación interior tampoco se detectaron diferencias significativas en los valores de los estadígrafos sedimentológicos. De este modo, entonces, no es posible realizar análisis de relación entre las fluctuaciones de la macroinfauna y las características texturales del depósito en cada estación.

La mayor abundancia de la macroinfauna total observada durante los cuatro primeros meses de muestreo (mayo-agosto, 79) fue debida principalmente a la abundancia de *B. polybranchia*. No se observó un máximo de abundancia similar durante otra época del año, tal como ha sido registrado para el submareal del estuario de Río Queule (39°24'S-73°13'W), donde han sido observados dos máximos de abundancia durante un período anual (Jaramillo *et al.*, 1985b). La situación observada en las abundancias de la zona intermareal de la estación interior podría indicar que en la misma se presentan ciclos temporales mayores a un año, tal como ha sido observado para la macroinfauna del Hemisferio Norte (p. ej., Gray & Christie 1983; Nichols 1985).

Pese a las fluctuaciones temporales en la distribución transversal de la macroinfauna del estuario del Río Lingue, el patrón

básico de zonación persiste temporalmente. *Orchestoidea tuberculata* fue un típico habitante del nivel superior y medio en el intermareal de la estación exterior. *Excirolana braziliensis* estuvo presente en el nivel medio y *E. hirsuticauda* en los niveles medio e inferior. Dos especies, *E. monodi* y *Cheus* sp., se encontraron únicamente en el nivel inferior de la zona intermareal de la misma estación. Un patrón de zonación generalizado para la estación interior e independiente de la época del año incluye al nivel superior con *O. tuberculata*, *Phalerisidia maculata* y larvas de Diptera; al nivel medio con *Boccardia polybranchia* y *Perinereis gualpensis*, y el nivel inferior con

estos dos poliquetos, además de los bivalvos *Kingiella chilénica* Soot-Ryen (Cyamidae) y *Mulinia edulis* (King) (Mactridae) y los anfípodos *Paracorophium hartmannorum* y *Cheus* sp. Estos patrones de zonación parecen ser bastante persistentes en el tiempo, ya que son similares a los observados durante otros años en áreas cercanas a las analizadas en este estudio (Jaramillo 1978, Bertrán 1984, Richter 1985).

En base a las variaciones temporales en la distribución transversal de la macroinfauna, se pueden definir entonces dos situaciones básicas: una situación de primavera y verano (noviembre-marzo) y otra de otoño e invierno (abril-octubre). (Fig. 8). Por ejem-

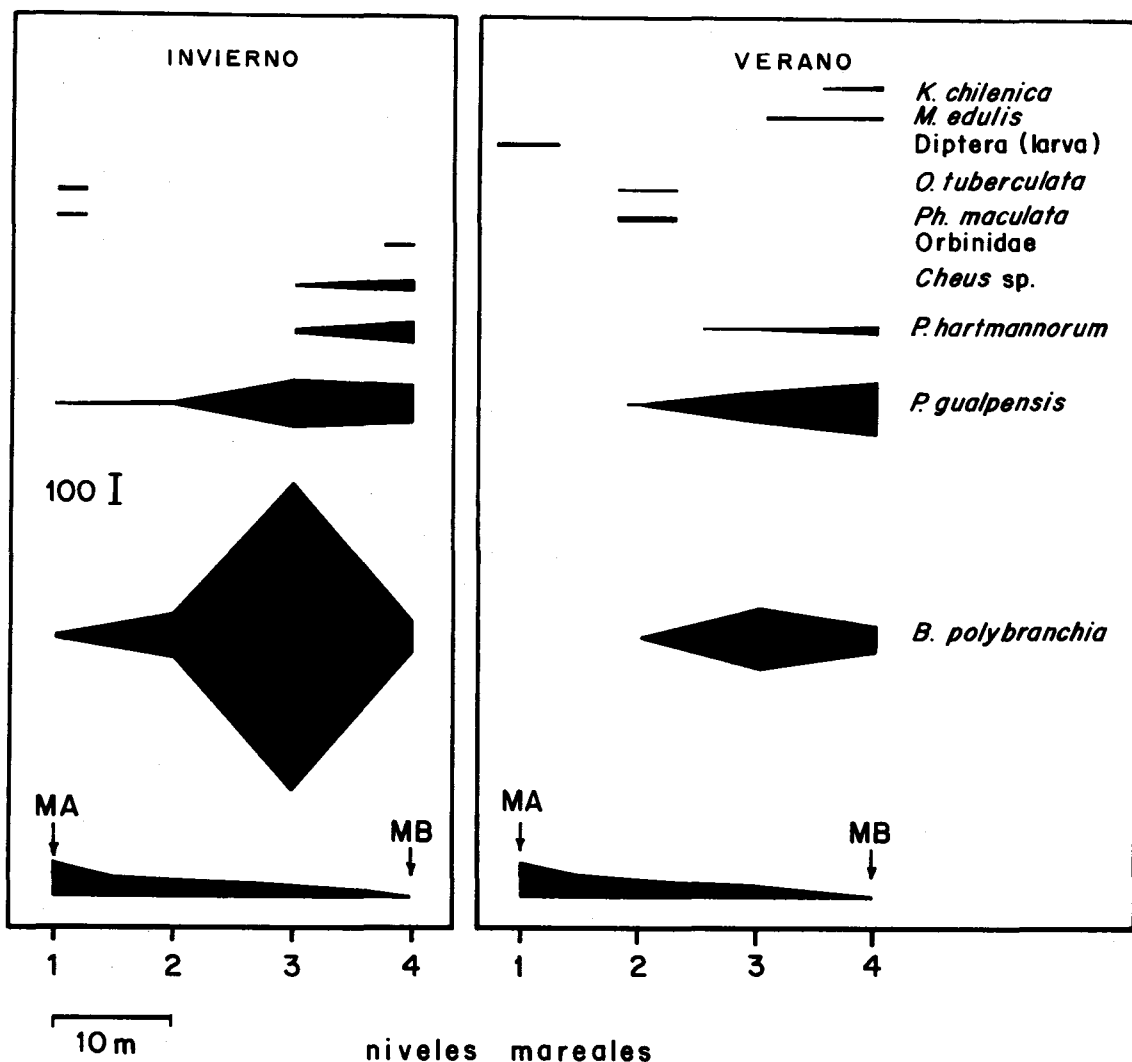


Fig. 8: Estuario del Río Lingue. Comparación estacional de la distribución transversal de la macroinfauna en la estación interior.

Lingue River Estuary. Seasonal comparison of the transversal distribution of the macroinfauna in the internal station.

plo, en la estación exterior, *Orchestoidea tuberculata* no fue recolectada en el nivel superior de la playa entre octubre y abril; en esos meses esta especie fue recolectada en el nivel medio de la playa, ahí donde las temperaturas del sustrato son más bajas y los contenidos de agua más altos (Tabla 3; Figs. 2 y 3). No se detectó una situación similar en las otras especies recolectadas en esta estación. Sin embargo, interesa destacar que *E. hirsuticauda* no fue recolectada en los niveles medio e inferior durante la mayor parte del verano, lo cual podría estar relacionado con una migración vertical de esta especie durante tal período. Sin embargo, los bajos valores de abundancia encontrados en esta estación impiden un análisis detallado de las variaciones poblacionales de *E. hirsuticauda* o de otras especies presentes en este sitio.

En la estación interior y durante el período primavera-verano las especies acortaron su distribución transversal, permaneciendo fundamentalmente en los dos niveles inferiores del intermareal (3 y 4). Sólo durante otoño e invierno algunas especies, en especial anfípodos, alcanzaron los niveles más altos (1 y 2) (Fig. 8). *Orchestoidea tuberculata* no fue capturada en el nivel superior entre diciembre y marzo, pero sí durante el resto del año. *Paracorophium hartmannorum* y *Cheus* sp. realizaron movimientos hacia los niveles inferiores del intermareal durante el verano, colectándose generalmente cerca del nivel de marea baja. A su vez, *Boccardia polybranchia* presentó una distribución restringida a los niveles inferiores durante el verano; por el contrario, en julio esta especie fue recolectada incluso en el nivel superior. Resultados similares a los de la estación exterior fueron mencionados por Jaramillo (1987) para una playa expuesta y localizada aproximadamente dos kilómetros de esta estación y en la cual *O. tuberculata*, *E. braziliensis* y *E. hirsuticauda* presentan un patrón estacional de migración hacia niveles inferiores del intermareal durante fines de primavera y verano.

Análisis de regresión lineal múltiple realizados entre los valores de abundancia específica de la estación interior y las variables físicas analizadas mostraron que la variabilidad en el contenido de agua del sedimento fue la variable física de mayor incidencia en la variabilidad temporal de *P. gualpensis* y *P. hartmannorum*, aun cuando los valores

de R^2 fueron bastante bajos (0,26 para *P. gualpensis* y 0,16 para *P. hartmannorum*). Una situación similar parece ser la encontrada en la estación exterior y en la cual especies como *Orchestoidea tuberculata* y *E. braziliensis* presentan bajas tolerancias al grado de desecación del sustrato (Jaramillo 1987). Para otras áreas litorales también se han sugerido relaciones entre la distribución y abundancia de la macroinfauna y el contenido de agua del sustrato. Por ejemplo, Sameoto (1969) menciona que el contenido de agua de la arena es el único factor ambiental que varía significativamente en forma temporal en playas de Cape Cod (USA) y con el cual se relaciona la distribución de tres especies de anfípodos haustóridos. Por otra parte, Hager & Croker (1979) discuten la distribución intermareal de *Amphiporeia virginiana* Shoemaker (Haustoriidae) en playas del sur de Maine (USA) y concluyen que la segregación por tallas en relación a alturas mareales está relacionada a diferentes grados de tolerancia a la desecación del sustrato. Al contrario de lo encontrado para *P. gualpensis* y *P. hartmannorum*, los resultados de los análisis de regresión lineal múltiple mostraron que la variabilidad temporal en el contenido de materia orgánica del sustrato fue la variable de mayor incidencia ($R^2 = 0,33$) en la fluctuación temporal de *B. polybranchia*, un poliqueto de hábitos sedimentívoros.

Además de los factores abióticos mencionados anteriormente, podría ser que las fluctuaciones temporales en la abundancia y distribución intermareal de la macroinfauna del estuario del Río Lingue estén relacionadas a algún factor físico no analizado en este estudio, o a una interacción sinérgica entre los aquí estudiados. Por otra parte, factores biológicos como historia de la vida de las especies e interacciones biológicas tales como depredación e interacciones competitivas interespecíficas podrían también ser factores importantes en la estructura y fluctuación temporal de la macroinfauna intermareal, tal como ha sido demostrado primariamente en fondos blandos del Hemisferio Norte (ver revisiones de Peterson 1979, Gray 1981, Woodin 1983). Sin embargo, los valores del coeficiente de correlación del producto de momentos (rango: 0,44-0,78, $P < 0,05$) calculados entre las abundancias mensuales de *P. gualpensis*, *B. polybranchia*, *P. hartmannorum* y *Cheus* sp. sugieren falta de interac-

ciones negativas entre ellas (p. ej., competencia).

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile (Proyecto S-80-25) que financió parte de este estudio. Al Dr. Eduardo Jaramillo y al Lic. José Arenas la lectura y sugerencias al manuscrito. Los valiosos comentarios y ayuda en terreno de los M.Sc. Alejandro Bravo, Claudio Velásquez y René Navarro.

LITERATURA CITADA

- AMBROSE WG (1984) Influences of predatory polychaetes and epibenthic predators in the structure of a soft-bottom community in a Maine Estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 81: 115-145.
- ANSELL AD, P SIVADAS, B NARAYANAN, VN SANKARANARAYANAN & TREVALION (1972) The Ecology of two Sandy Beaches in South West India. I. Seasonal changes in Physical and Chemical Factors, and in the Macrofauna. *Marine Biology* 17: 38-62.
- BERTRAN C (1984) Macrofauna intermareal en un estuario del sur de Chile (estuario del Río Lingue, Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 19: 33-46.
- COMMITO JA (1982) Importance of predation by infaunal polychaetes in controlling the structure of soft-bottom community in Maine, USA. *Marine Biology* 68: 77-81.
- CROKER RA (1977) Macrofauna of Northern New England Marine Sand: Long-Term Intertidal Community. In Coull BC (ed) *Ecology of Marine Benthos*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science 6: 439-450. University of South Carolina Press.
- CROKER R, RP HAGER & KJ SCOTT (1975) Macrofauna of northern New England marine sand. II. Amphipods dominated intertidal communities. *Canadian Journal of Zoology* 53: 42-51.
- EMERY KO (1961) A simple method of measuring beach profiles. *Limnology and Oceanography* 6: 90-93.
- FOLK RL (1980) *Petrology of Sedimentary rocks*. Hemphill Publishing Co. Austin, Texas, USA.
- GEE JM, RM WARWICK, JT DAVEY & CL GEORGE (1985) Field experiments in the role of epibenthic predators in determining prey densities in an estuarine mud flat. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 21: 429-448.
- GRAY J (1981) The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. *Cambridge Studies in Modern Biology* 2. Cambridge University Press.
- GRAY JS & H CHRISTIE (1983) Predicting long-term changes in marine benthic communities. *Marine Ecology Progress Series* 13: 87-94.
- HAGER RP & R CROKER (1979) Macrofauna of Northern New England marine sand. IV Infaunal ecology of *Amphiporeia virginiana* Shoemaker, 1933 (Crustacea: Amphipoda). *Canadian Journal of Zoology* 57: 1511-1519.
- HAYES WB (1977) Factors affecting the distribution of *Tylos punctatus* (Isopoda, Oniscoidea) on beaches in Southern California and Northern Mexico. *Pacific Science* 31: 165-186.
- HOLANOV SH & JH HENDRICKSON (1980) The relationship of sand moisture to burrowing depth of the sand-beach isopod *Tylos punctatus* Holmes and Gay. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 46: 81-88.
- JARAMILLO E (1978) Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en playas de arena del sur de Chile (Mehuín, Valdivia). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 13: 71-92.
- JARAMILLO E (1987) *Community Ecology of Chilean Sandy Beaches*. Dissertation. University of New Hampshire, USA.
- JARAMILLO E, S MULSOW & R NAVARRO (1985a) Intertidal and subtidal macrofauna in the Queule River Estuary, South of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 58: 127-137.
- JARAMILLO E, C BERTRAN, G. AGUILAR, A TURNER & M PINO (1985b) Annual fluctuations of the subtidal Macrofauna in an Estuary of South of Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 20: 33-44.
- JONES DA (1970) Factors affecting the distribution of the intertidal isopods *Eurydice pulchra* Leach and *E. affinis* Hansen in Britain. *Journal of Animal Ecology* 39: 455-472.
- JONES DA (1971) The systematics and ecology of some sand beach isopods (Crustacea: Eurydicidae) from the coast of Kenya. *Journal of Zoology, London* 165: 201-227.
- LEBER KM (1982) Seasonality of macroinvertebrates on a temperate high wave energy sandy beach. *Bulletin of Marine Science* 32: 86-98.
- McLACHLAN A (1980) The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple rating system. *South African Journal of Science* 76: 137-138.
- McLACHLAN A, T WOOLDRIDGE & AH DYE (1981) The ecology of sandy beaches in southern Africa. *South African Journal of Zoology* 16: 219-231.
- McBRIDE E (1971) Mathematical treatment of size distribution data. In R CARVER (ed) *Procedures in Sedimentary Petrology* 109-127. Wiley Interscience, New York.
- NICHOLS FH (1985) Abundance fluctuations among Benthic Invertebrates in two Pacific Estuaries. *Estuaries* 8: 136-144.
- PETERSEN CH (1979) Predation, competitive exclusion, and diversity in the soft-sediment benthic communities of estuaries and lagoons. In Livingston RJ (ed) *Ecological Processes in Coastal and Marine Systems*, pp. 233-264.
- PINO M (1982) Interpretación granulométrica a través de componentes principales de la dinámica anual acreción-erosión en playa Pichicullín. *Actas III Congreso Geológico Chileno* 36-68. Concepción.
- QUAMMEN ML (1984) Predation by Shorebirds, Fish and Crabs on invertebrates in intertidal mudflats: on experimental test. *Ecology* 65: 529-537.
- RICHTER W (1985) Distribution of the soft-bottom macrofauna in an estuary of Southern Chile. *Marine Biology* 86: 93-100.
- SALVAT B (1967) La macrofauna carcinologique endogée des sédiments meubles intertidaux (Tanaidacés, Isopodes et Amphipodes): éthologie, bionomie et cycle biologique. *Memoire du Muséum National d'Histoire Naturelle Paris Serie A Zoologie* 45: 1-275.
- SAMEOTO DD (1969) Comparative ecology, life histories and behaviour of intertidal sand-burrowing am-

- phemipods (Crustacea: Haustoriidae) at Cape Cod. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 26: 361-338.
- TURNER A (1984) Zonación y estratificación de la macroinfauna intermareal del estuario del Río Queule (IX Región, Chile). *Medio Ambiente* 7: 29-36.
- WITHERS RG (1977) Soft-Shore macrobenthos along the Southwest coast of Wales. *Estuarine and Coastal Marine Science* 5: 467-484.
- WOODIN SA (1974) Polychaete abundance patterns in a Marine Soft-Sediment environment: The importance of biological interactions. *Ecological Monographs* 44: 171-187.
- WOODIN SA (1981) Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. *Ecology* 62: 1052-1066.
- WOODIN SA (1983) Biotic interactions in recent marine sedimentary environments. In Tevesz MJS & PL McCall (ed) *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*, pp. 3-38. Plenum Press.