

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



TESIS DOCTORAL

**Estudio ecológico de la playa de la Foz, Ría de Vigo, España,  
durante los años 1973-1975**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Ricardo Anadón Álvarez**

Madrid, 2015



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE



531004544X

ANA  
est

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BIOLOGIA

ESTUDIO ECOLOGICO DE LA PLAYA DE LA FOZ, RIA DE VIGO,

ESPAÑA, DURANTE LOS AÑOS 1973-1975

MEMORIA que presenta RICARDO ANADON ALVAREZ para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas.

Dirigida por el Dr. D. EMILIO ANADON FRUTOS, Catedrático de Zoología de la Facultad de - Ciencias de la Universidad de Oviedo.

Ponente, Dr. D. RAFAEL ALVARADO BALLESTER, Catedrático de Invertebrados no Artrópodos de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.



R. 28.214

Oviedo, 1977

x532862588

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que han prestado su colaboración durante la realización de esta Tesis. En primer lugar al Pr. Dr. Emilio Anadón, director del trabajo, por su ayuda constante, así como al Pr. Dr. Rafael Alvarado por sus amables consejos.

Igualmente he de hacer constar mi agradecimiento a aquellas personas que con sus diálogos, su crítica y sus comentarios me hicieron avanzar y revisar mis conceptos en ecología, al Pr. Dr. Ramón Margalef, al Dr. Xavier Niell y a D. Miguel Alcaraz.

También he de agradecer al Dr. Manuel Gomez y al Dr. Antonio Figueras las facilidades concedidas durante mi estancia en el Instituto de Investigaciones Pesqueras - Laboratorio de Vigo -, al Dr. Fernando Fraga por sus consejos en todo lo relacionado con los análisis químicos y a D. Mario Manriquez la ayuda prestada en los cálculos con ordenador.

Por último, hago constar mi agradecimiento a aquellas personas que con su ayuda y comprensión hicieron posible la continuidad y terminación de este trabajo, y muy especialmente a la Srta. Florentina Alvarez por la atenta lectura y corrección del manuscrito.

Este trabajo ha sido realizado gracias a una beca para investigación del Ministerio de Educación y Ciencia.

# I N D I C E

Página

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	DESCRIPCION DE LA PLAYA.....	4
2.1.	<u>Datos climatológicos</u> .....	6
2.1.1.	Temperatura del aire.....	6
2.1.2.	Pluviosidad.....	8
2.1.3.	Energía incidente.....	9
2.2.	<u>Parámetros físico-químicos</u> .....	10
2.2.1.	Nivel de marea.....	11
2.2.2.	Temperaturas del sedimento y del agua...	11
2.2.3.	Salinidad.....	13
2.2.4.	Oxígeno disuelto.....	16
2.2.5.	pH-.....	20
2.2.6.	Contenido en agua y materia orgánica del sedimento.....	21
2.2.7.	Resumen.....	25
2.3.	<u>Estudios granulométricos</u> .....	25
3.	SINETIZADORES.....	43
3.1.	<u>Métodos</u> .....	43
3.1.1.	Muestreo y extracción.....	43
3.1.2.	Medida y expresión de resultados.....	43
3.2.	<u>Variación estacional y abundancia</u> .....	44
3.2.1.	Distribución en profundidad.....	44
3.2.2.	Distribución temporal.....	49
3.2.3.	Distribución espacial.....	53
3.2.4.	Discusión.....	54
4.	MEIOFAUNA.....	55
4.1.	<u>Métodos</u> .....	55
4.1.1.	Toma de muestras.....	55
4.1.2.	Extracción.....	56
4.1.3.	Contaje y expresión.....	57
4.2.	<u>Resultados</u> .....	57
4.2.1.	Composición.....	57
4.2.2.	Variación estacional.....	58
	Estación 1.....	58
	Estación 2.....	60

	Página
Estación 3.....	60
Estación 4.....	63
Estación 5.....	65
Estación 6.....	66
Estación 7.....	67
Estación 8.....	70
4.2.3. Distribución espacial.....	72
Nematodos.....	72
Harpacticoides.....	73
Foraminíferos.....	73
Ostrácodos y Acaros.....	74
4.3. <u>Relaciones de la meiofauna</u> .....	75
4.3.1. Relaciones con los parámetros físico-químicos.....	75
Parámetros que influyen sobre su distribución general.....	75
Parámetros que influyen sobre la distribución temporal.....	78
Influencia de los factores ambientales sobre la meiofauna.....	78
4.3.2. Relaciones entre los grupos que componen la meiofauna.....	81
4.3.3. Discusión.....	82
Addenda al capítulo 4.....	84
5. MACROFAUNA.....	85
5.1. <u>Métodos</u> .....	85
5.1.1. Toma de muestras.....	85
5.1.2. Extracción y contaje.....	85
5.1.3. Área de muestra.....	86
5.2. <u>Composición de la macrofauna</u> .....	89
5.2.1. Composición taxonómica.....	89
5.2.2. Distribución espacial.....	89
5.2.3. Abundancia de las especies.....	94
5.3. <u>Estructura de la macrofauna</u> .....	99
5.3.1. Índices generales.....	99
Estación 1.....	101
Estación 2.....	101

Estación 3.....	101
Estación 4.....	103
Estación 5.....	105
Estación 6.....	107
Estación 7.....	107
Estación 8.....	109
5.3.2. Distribución espacial de los índices ge-- nerales.....	110
5.3.3. Heterogeneidad espacial -escala reducida-	112
5.3.4. Heterogeneidad espacial -gran escala-...	114
5.3.5. Distribución de las especies en el espa-- cio.....	118
5.3.6. Ajuste a la distribución lognormal.....	120
5.3.7. Relaciones de la diversidad con los fac-- tores ambientales.....	123
5.4. <u>Producción de la macrofauna</u> .....	124
5.4.1. Biomasa y producción.....	124
5.4.2. Relaciones de la biomasa y del índice - P/B con los parámetros ambientales.....	127
5.4.3. Estructura trófica de la macrofauna.....	129
5.5. <u>Discusión</u> .....	131
5.5.1. Macrofauna y comunidades bénticas.....	131
5.5.2. Macrofauna y "continuum".....	133
5.5.3. Macrofauna y producción.....	135
5.5.4. Macrofauna y estabilidad.....	137
6. <u>BIOLOGIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA MACROFAUNA.</u>	139
<u>Loripes lacteus</u> var. <u>lacteus</u> .....	139
<u>Venerupis decussata</u> .....	139
<u>Cerastoderma edule</u> .....	140
<u>Tellina tenuis</u> .....	144
<u>Solen marginatus</u> .....	145
<u>Scrobicularia plana</u> .....	146
<u>Peringia ulvae</u> .....	148
<u>Nereis diversicolor</u> .....	150
<u>Nephtys hombergii</u> .....	152
<u>Glicera convoluta</u> .....	154
<u>Diopatra neapolitana</u> .....	155

	Página
<u>Heteromastus filiformis</u> .....	157
<u>Arenicola marina</u> .....	158
<u>Leiochone clipeata</u> .....	160
<u>Lanice conchilega</u> .....	161
<u>Ninfas de Rhagionidae</u> .....	162
<u>Cyathura carinata</u> .....	163
<u>Upogebia pusilla</u> .....	165
<u>Carcinus maenas</u> .....	165
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	168
BIBLIOGRAFIA.....	176

## 1. INTRODUCCION

Los estudios realizados clasicamente sobre la vida en los sedimentos marinos, tanto mareales como sumergidos, han presentado una imagen estática de los mismos, analizando parámetros o haciendo censos de las especies en diferentes áreas con diferentes condiciones.

Estos trabajos expresan un conocimiento primario de los ambientes en los que viven las diferentes especies y una clasificación y ordenación de los mismos en comunidades; las comunidades encontradas en todo el mundo han sido compendiadas por THORSON (1957) y posteriormente por PERES (1967), mostrando la similitud de composición en diferentes áreas geográficas, lo que llevó a la idea de comunidades paralelas, THORSON (1957).

Sin embargo estos trabajos, muy estimables la mayoría de ellos, no entran en un conocimiento profundo de las interrelaciones entre sus elementos ni en la dinámica de las comunidades, es decir, con un concepto ecológico actual a nivel de sistemas.

Ha sido a partir de 1960 cuando se han producido los intentos más serios en el conocimiento ecológico del bentos de sedimentos, siguiendo en cierta manera el desarrollo en los estudios de la vegetación terrestre y del planctón. El interés por la dinámica de los diferentes elementos que componen el sistema, se ha reflejado en multitud de trabajos sobre distintos aspectos del mismo, tanto a nivel de estudio de factores ambientales, CALLAME (1961), BRAFIELD (1964-1965), MACHAN y OTT (1972), FANNING y PILSON (1973), THEEDE (1973), JOHNSON (1974), como de los elementos sintetizadores, iniciados éstos de forma sistemática por GRØNTVED (1960-1962), y continuados por STEELE y BAIRD (1968) y GARGAS (1970) entre otros, presentando los primeros datos para la Ría de Vigo, aunque en forma primaria todavía - UPH - MARGALEF (1958) y FIGUERAS (1960).

Los estudios de la meiofauna han tenido una evolución menos rápida, siendo a partir de la primera Conferencia Internacional de Meiofauna de 1969 cuando ha encontrado su mayor impulso, buscando caminos nuevos; son destacables los trabajos de WIESER

(1959-1960) y McINTYRE (1964) con anterioridad a la mencionada conferencia, y los de McINTYRE (1971), SCHEIBEL y NOODT (1975) y HULINGS y GRAY (1976) con posterioridad a la misma, por el aporte de puntos de vista menos descriptivos y en definitiva por notorias conclusiones.

La macrofauna ha presentado una evolución menos disruptiva en su desarrollo, y desde los trabajos clásicos de PETERSEN (1911-1913) que representan los primeros trabajos importantes en este campo, siguiendo por los estudios de diferentes áreas, SPÖNNER y MOORE (1939), VILELA (1947) o HOLME (1949), seguidos de innumerables trabajos por todo el mundo, como el de AMANIEU (1969) en la zona máreal de la costa atlántica francesa o VIEITEZ (1976) en la ría de Vigo.

La línea de investigación anterior se entremezcla con posterioridad a la que muestra su interés por el conocimiento de la producción, SMIDT (1951), SANDERS (1956) o BUCHANAN y WARWICK (1974), entre los más destacables, o con los importantes avances conseguidos por los trabajos de LIE (1968), FENCHEL (1969) y BOESCH (1972) en el conocimiento de la estructura de las comunidades; todos ellos han permitido la aparición de trabajos teóricos o especulativos sobre "fisiología" del sistema, McINTYRE, MUNRO y STEELE (1970), SMITH (1973) o DAVIES (1975); todos ellos han permitido tener una idea previa muy importante para la realización de este trabajo.

Todo ello unido a gran cantidad de trabajos casi imposible de abarcar, sobre aspectos más parciales de la macrofauna béntica, o sobre biología de las especies que la componen, permiten estudios en profundidad sobre cuestiones ecológicas que se encuentran en la primera línea de actualidad hoy en día, como pueden ser la producción y la estabilidad en sistemas naturales.

Nuestra intención al realizar el presente trabajo, es la de apuntar desde un punto de vista coordinado de las diversas facetas del sistema, las bases que permitan desarrollar estudios más particulares o sobre problemas más concretos; dividimos por tanto el trabajo en capítulos que engloban cada uno de los apartados mencionados anteriormente, más uno que presenta una breve

revisión de la biología de las principales especies de la macro - fauna encontrada.

Se ha procurado establecer en los sucesivos capítulos - las relaciones existentes con los resultados obtenidos de capítulos anteriores, para así obtener una imagen lo más completa posible de la playa, marcando en definitiva los posibles límites y - limitaciones en trabajos de este tipo.

Consideramos importante destacar lo deseable que serían estudios que englobaran un periodo muy superior de muestreo, puesto que permitiría un conocimiento más perfecto de ciclos y regularidades de los sistemas naturales, tanto explotados como no explotados, permitiendo además la posibilidad de perfeccionamiento de los sistemas de muestreo; pero esto sería un problema de muestreos rutinarios solamente abordable por instituciones científicas, y que por tanto superan los límites que nos hemos trazado en la realización de este trabajo.

## 2. DESCRIPCION DE LA PLAYA

La recogida del material se ha realizado en la playa de la Foz, en la ensenada de Bayona; ésta ensenada se encuentra situada en la boca sur de la Ría de Vigo (fig. 1), cuya geología ha sido estudiada entre otros por BROAGERSMA y PANNOECK (1966) - - y su hidrografía por SAIZ y alg. (1957, 1961 a y b) entre otros.

La playa está delimitada al oeste por una barra de are-

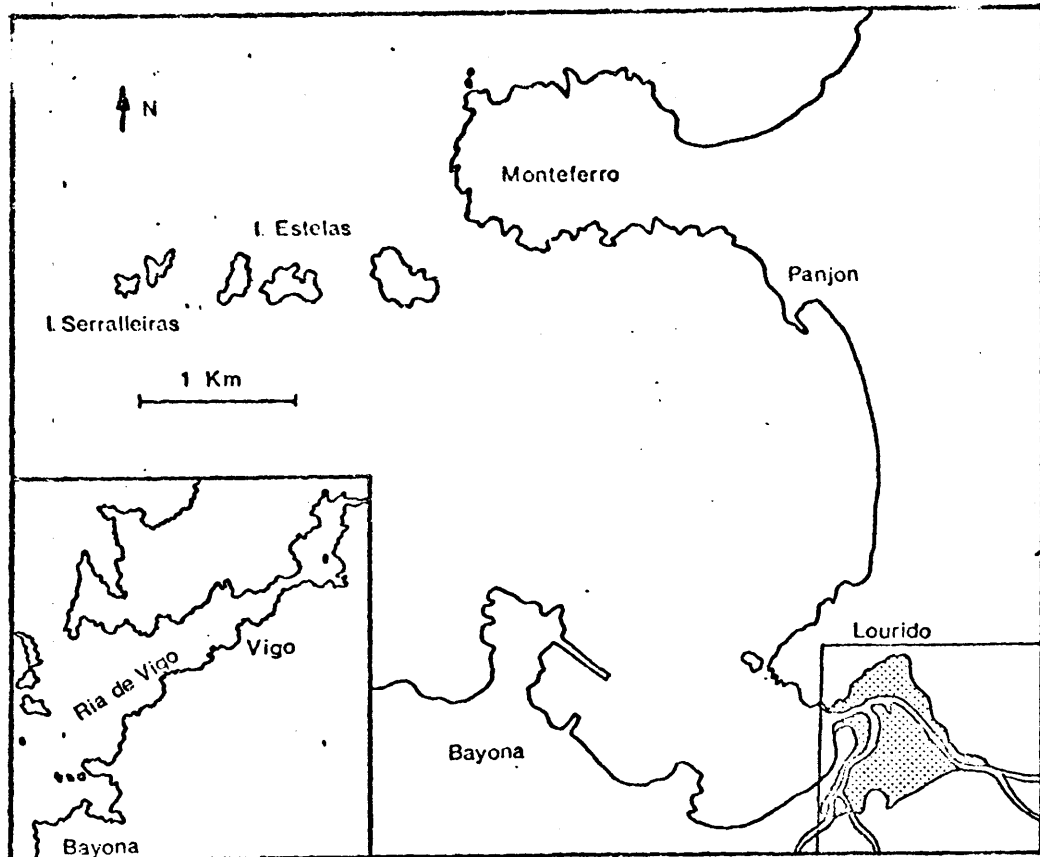


Fig. 1. Mapa de la ensenada de Bayona, con la situación de la playa estudiada.

na que la aísla del mar, dejando sólo una pequeña comunicación por su lado noroeste, al sur de monte Lourido, que forma a su vez su límite norte. Desaguan en ella tres ríos, de los cuales el Miñor, que recoge las aguas de la cuenca de Gondomar, es el más importante, recorriendo la playa en su diagonal menor; los otros dos, los ríos Belesar y Grova son poco importantes, uniéndose al llegar a la playa, y unidos la recorren casi paralelamente a la

barra de arena de playa Ladeira (fig. 2).

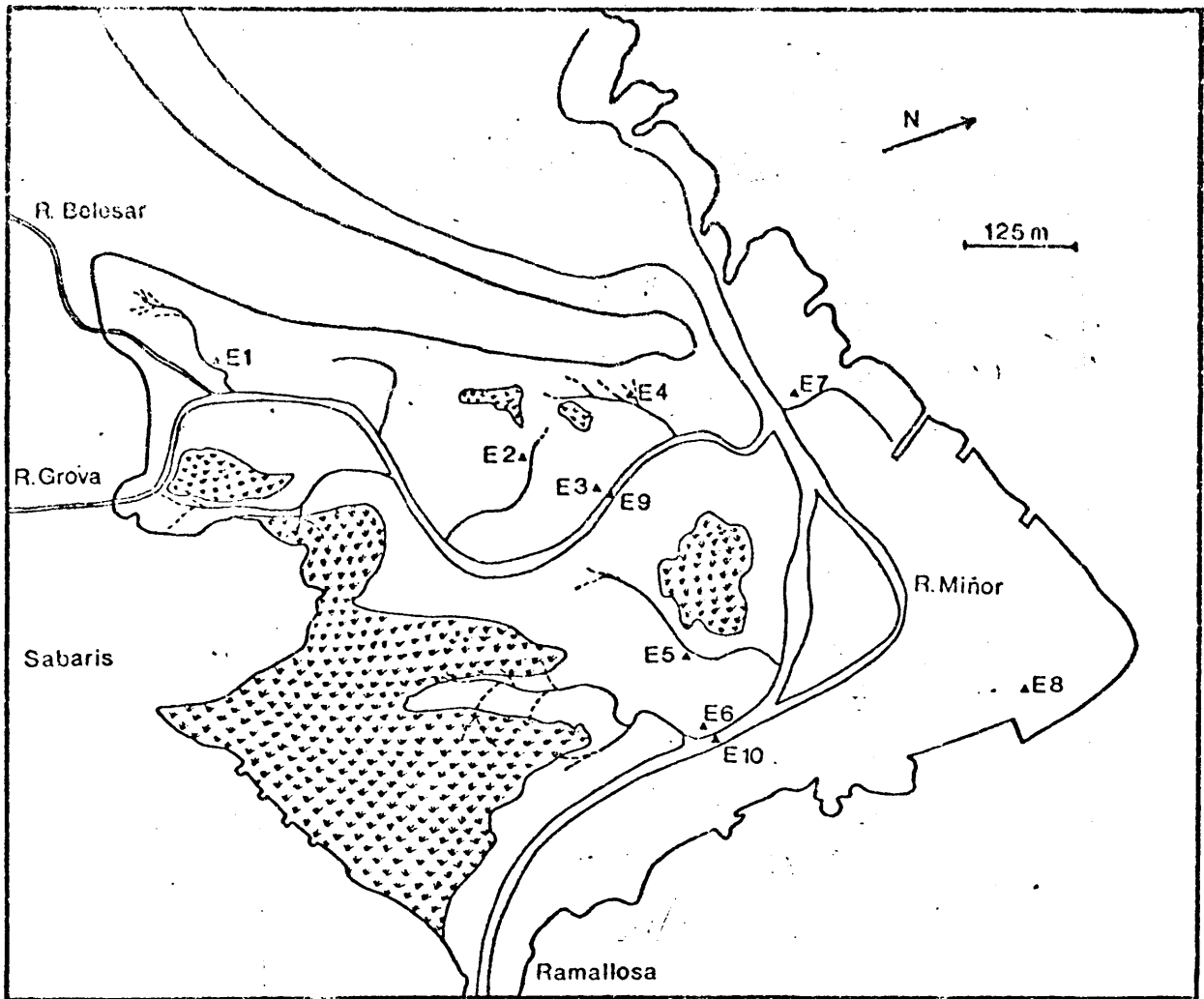


Fig. 2. Mapa de la playa estudiada, con la situación de las estaciones; se indican las áreas de vegetación halófila.

En la playa se pueden distinguir dos zonas perfectamente delimitadas: una batimétricamente superior - con matas en la figura 2 -, que no se inunda en todas las mareas, y que posee una vegetación continua de fanerogamas halófilas, "schorre" de MASSART (1907-1908), y que no ha sido estudiada. La otra zona, inundada regularmente por todas las mareas, sin vegetación continua, sólo en ciertos meses se desarrollan algas de crecimiento rápido, *Enteromorpha* sp. y *Ulva* sp. fundamentalmente, o pequeñas praderas de *Zostera nana* Rot; que sería asimilable al "slikke" de MASSART.

Está recorrida en marea baja por multitud de canales de esorrentía, que originan una superficie "rugosa", rompiendo asimismo la uniformidad del sedimento; esta zona es la que hemos estudiado.

Se realizó una prospección previa, para conocer las distintas áreas que la componen, y poder establecer una estrategia de muestreo lo más adecuada posible para nuestras intenciones. El resultado de ella fué el establecimiento de ocho estaciones distribuidas por la playa (fig. 2), procurando que las distintas biocenosis tuvieran una representación proporcional a su extensión en la playa; las muestras se tomaron mensualmente en cada estación durante los años 1973 y 1974, excepto en agosto de 1973, que por traslado del laboratorio no nos fué posible hacerlas.

En los muestreos se analizaban dos tipos de componentes del sistema: uno los parámetros físico-químicos y otro los bióticos. Con respecto a los primeros se tomaron: temperatura del sedimento y del agua intersticial, salinidad, contenido en Oxígeno del agua, pH, contenido en agua y en materia orgánica del sedimento, altura de marea y granulometría.

Como primera parte, haremos una descripción sumaria de las condiciones de la playa, prestando mayor importancia a su expresión gráfica, pues la mera descripción sería mucho mas confusa.

## 2.1. Datos climatológicos

Consideramos necesario exponer unos datos generales para toda la región costera, para seguidamente particularizar en las características de la playa considerada en el trabajo.

### 2.1.1. Temperatura del aire

Se expresa en  $^{\circ}\text{C}$  y se obtuvieron las medias mensuales de las medias diarias de los períodos entre muestreos.

Las temperaturas medias entre muestreos (fig. 3) pre -

sentan un máximo en los meses veraniegos, aunque en los dos años la gráfica se presenta de distinta forma; en 1973 aparece con una

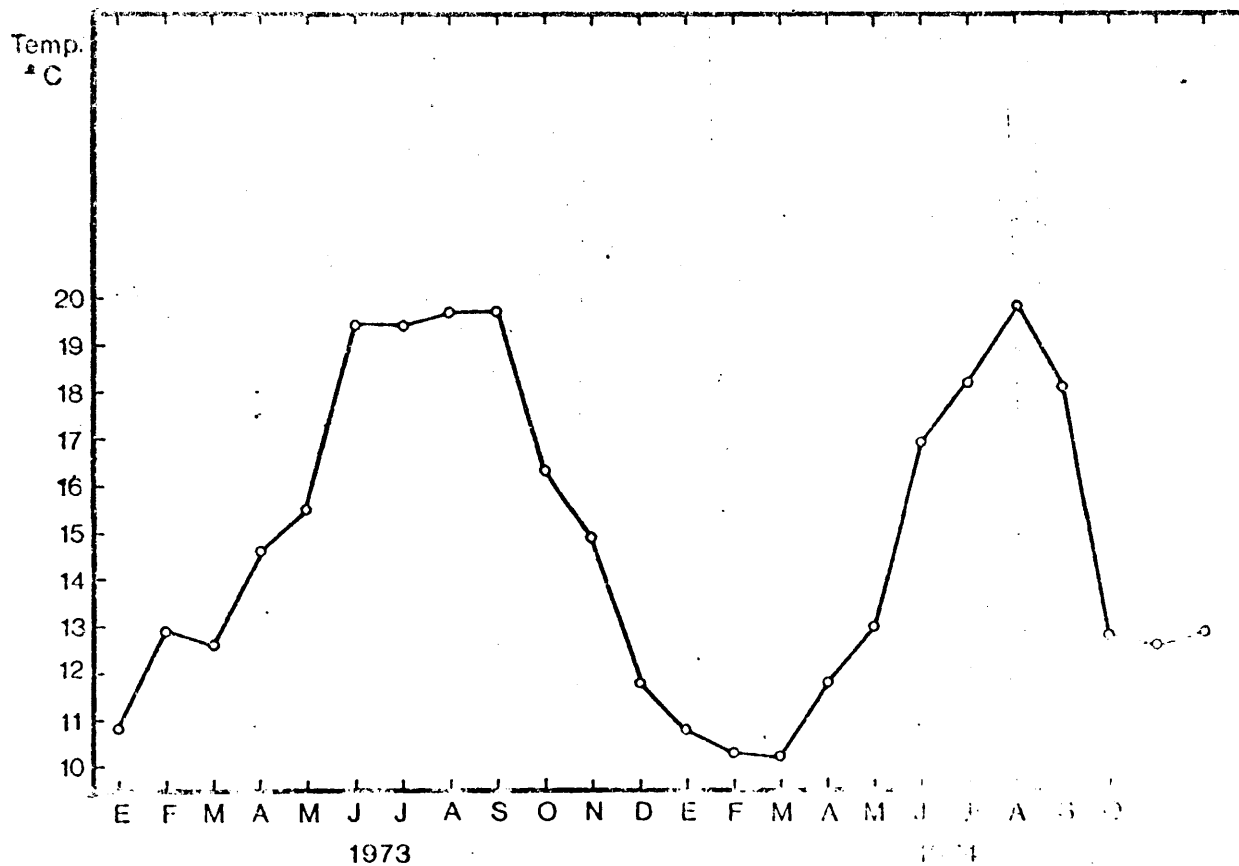


Fig. 3. Valores medios entre muestreos de la temperatura del aire - datos del observatorio meteorológico municipal de Vigo -.

zona de altas temperaturas desde Junio a Septiembre, de medias superiores a los 19 °C; mientras que en 1974 hay sólo un mes que destaca, Julio, descendiendo las temperaturas rápidamente hasta Octubre en el que se estabilizan.

La temperatura media del año 1973 fué de 15.62 °C siendo su varianza - sobre medias mensuales - de 0.94; en 1974, la media fué de 13.92 °C y su varianza de 0.93. Puede apreciarse que el año 1973 fue mas caluroso siendo, sin embargo, las desviaciones del mismo orden con respecto a la media. Las máximas se encontraron en Septiembre de 1973 - 19.70 °C - y en Julio de 1974 - 19,85 °C -. Las mínimas fueron en Enero de 1973 - 10.80

°C - y en Marzo - 10.20 °C - y Noviembre de 1974 - 12.70 °C - .

### 2.1.2. Pluviosidad

Se calculó en litros/m<sup>2</sup> en los períodos entre muestreo.

La pluviosidad (fig. 4) está irregularmente repartida en los dos años, sin observarse fenómenos cíclicos en ella; el año 1974 resultó mucho más lluvioso con un máximo de casi 300 l/m<sup>2</sup> en el mes de Enero y otro periodo de lluvias fuertes en Julio; los valores en 1973 son mucho más discretos y con máximos en Abril y Noviembre.

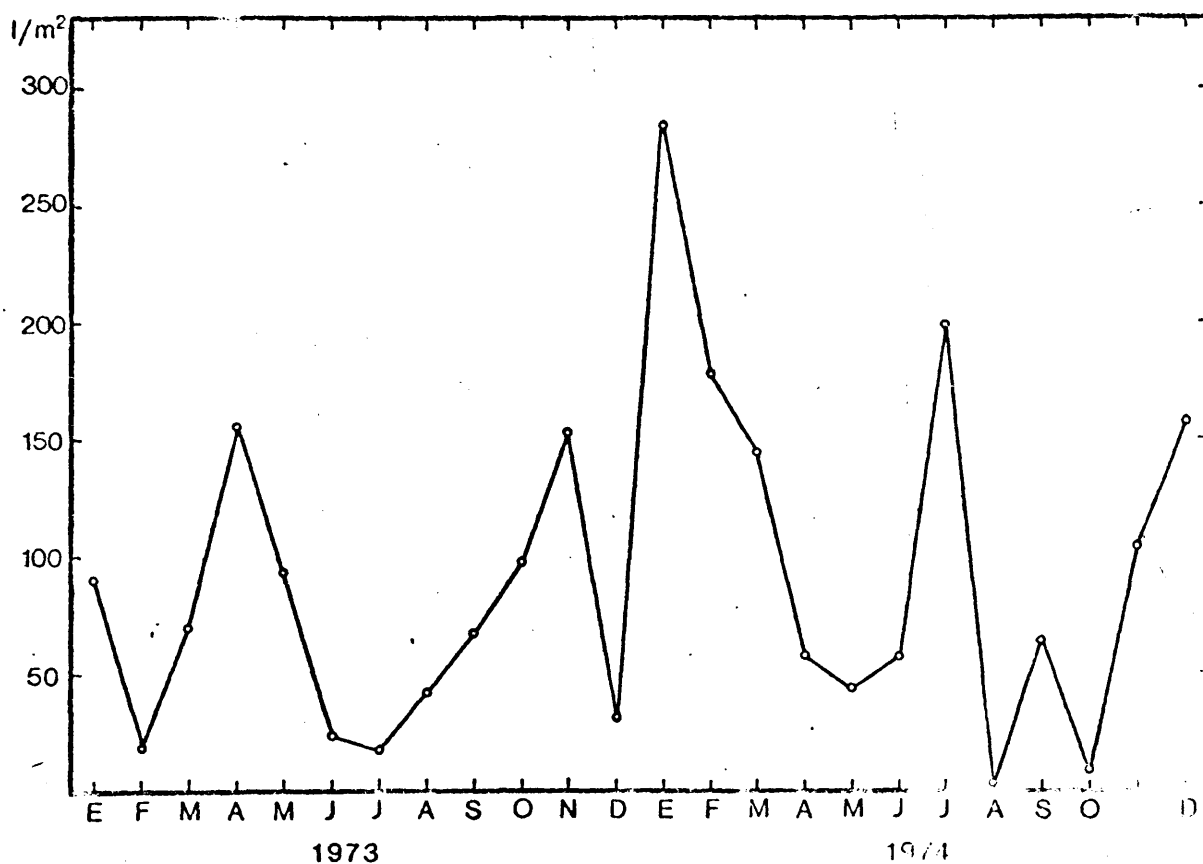


Fig. 4. Valores de la pluviosidad entre muestreos - datos del observatorio meteorológico municipal de Vigo - .

La pluviosidad total en l/m<sup>2</sup> de 1973 fue de 855 y en 1974 de 1300. La pluviosidad media entre muestras en el año 1973 fue de 71.23 l/m<sup>2</sup> con una varianza de 13.91, mientras que en 1974 la media fue de 108.34 con una varianza de 23.57.

La pluviosidad parece seguir un curso inverso a las

temperaturas, con 1973 con menos precipitaciones pero más caluroso y un 1974 con abundancia de lluvias pero menos caluroso.

### 2.1.3. Energía incidente

Se calculó a partir de las coberturas del cielo por el método de MOSHBY (1936), expresándose como cal. gr./cm<sup>2</sup> y día, en las medias da cada diez días y cada mes; las tablas para su cálculo fueron confeccionadas por J. Rucabado sobre datos de F. Fraga.

La energía incidente (fig. 5) como era previsible ----

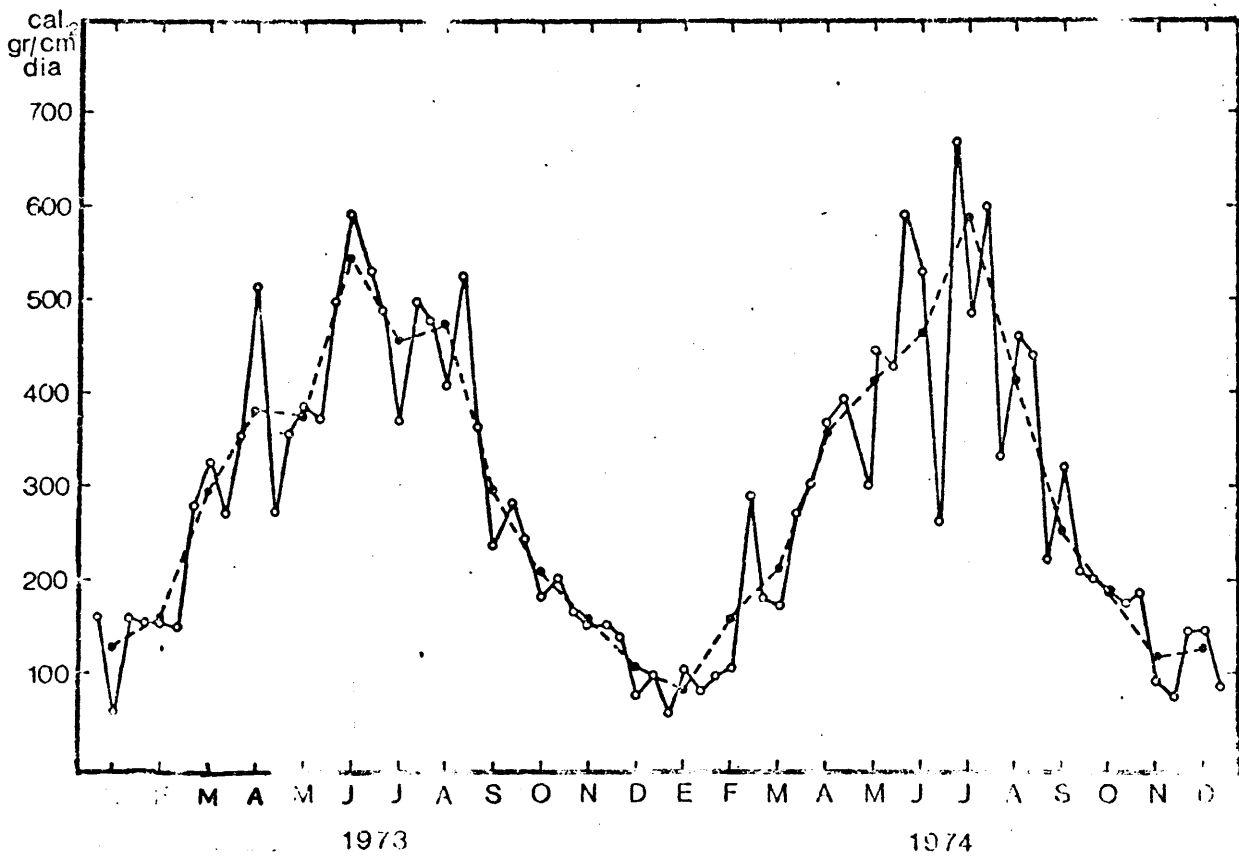


Fig. 5. Valores de la energía incidente media, cada 10 días - línea continua - o mensual - línea a trazos -.

----- presenta un aspecto cíclico muy acusado, con máximos en verano y mínimos en invierno si se consideran los datos medios integrados mes a mes, con gran semejanza con las temperaturas medias del aire; sin embargo si la integración se realiza en periodos de 10 días el perfil es totalmente irregular, sobre todo

en las épocas veraniegas, puesto que la importancia de los nubla- dos como filtro es más influyente, al ser la cantidad de cal. gr/ /cm<sup>2</sup> y día más elevado en esta época.

La media diaria de la energía incidente en 1973 fue de 297.94 cal. gr./cm<sup>2</sup> día con una varianza de 40.80, y el total a- nual fué de 108986.11 cal. gr./cm<sup>2</sup>. En 1974 la media fue de 280.98 cal. gr./cm<sup>2</sup> día y la varianza de 44.52, siendo el total anual de 102860.82 cal. gr./cm<sup>2</sup> día.

Como se puede observar la relación con las temperatu- ras es directa, con mayor energía incidente en 1973, teniendo a- demás este año una distribución mucho mas uniforme.

## 2.2. Parámetros físico-químicos

La metodología empleada es fundamentalmente la reco - mendada por el CIESM en el "Coloquio sobre la unificación de mé-

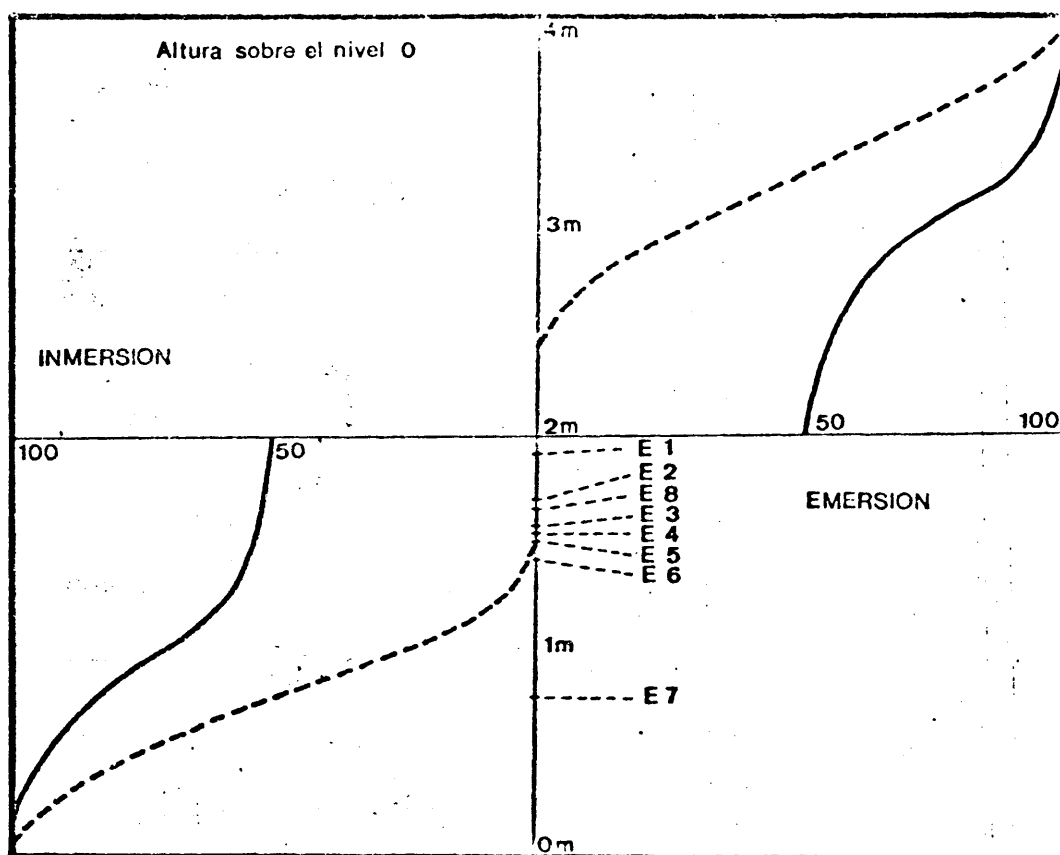


fig. 6. Emersión e inmersión continuada - línea a trazos - y total - línea continua - en % de días al año repre - sentan el tiempo de inmersión rítmica. Se señala la altura con respecto al nivel 0 de marea de las ocho estaciones

todos para el estudio de las aguas salobres" de 1966, modificados para poder aplicarlos al estudio del sedimento.

### 2.2.1. Nivel de marea

Después de exponer las condiciones generales, vamos a citar las particulares de la playa, representadas por los datos extraídos de las diez estaciones (fig. 2), cuya altitud con respecto a la marea cero del puerto de Vigo, así como la inmersión y emersión en porcentajes de días al año y el tanto por ciento del tiempo descubierto y cubierto, se exponen en la figura 6.

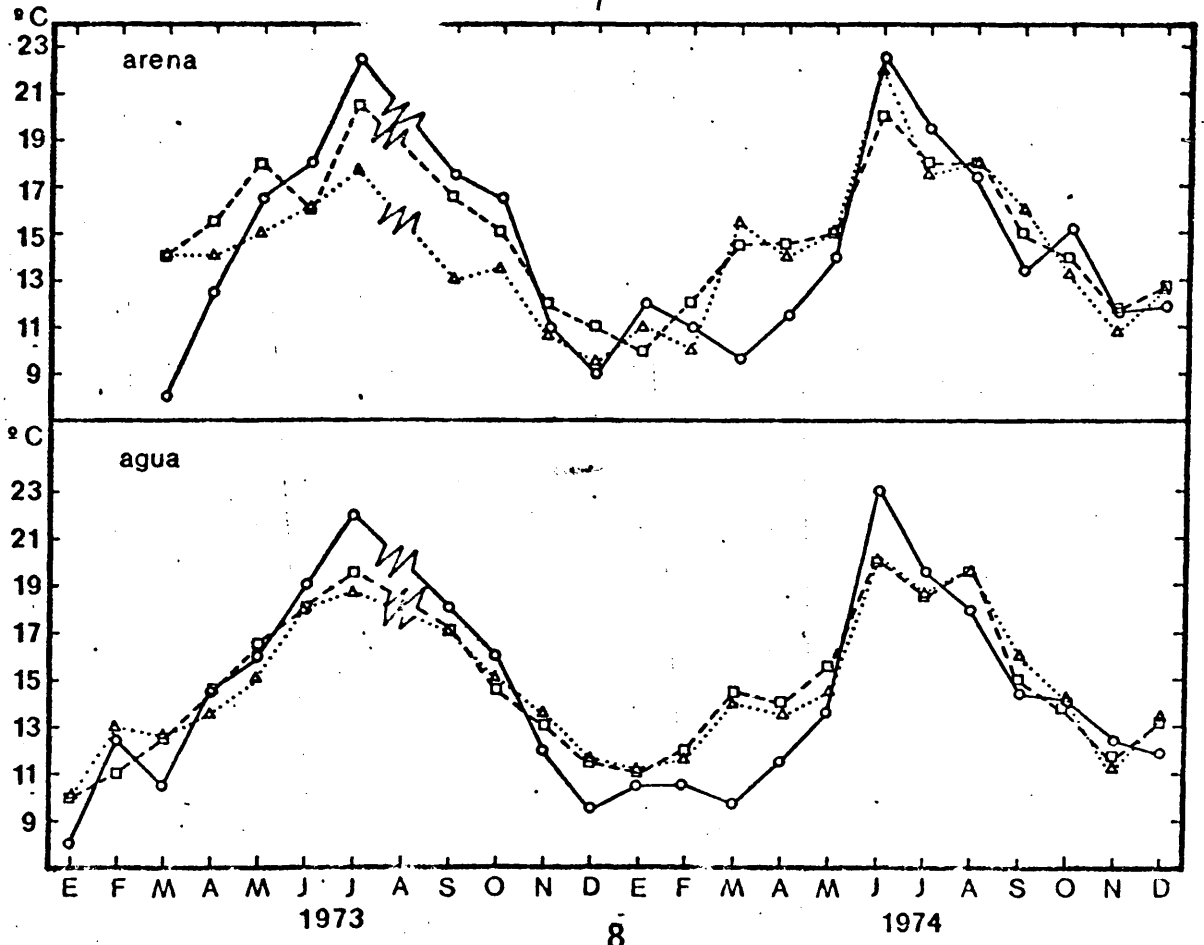
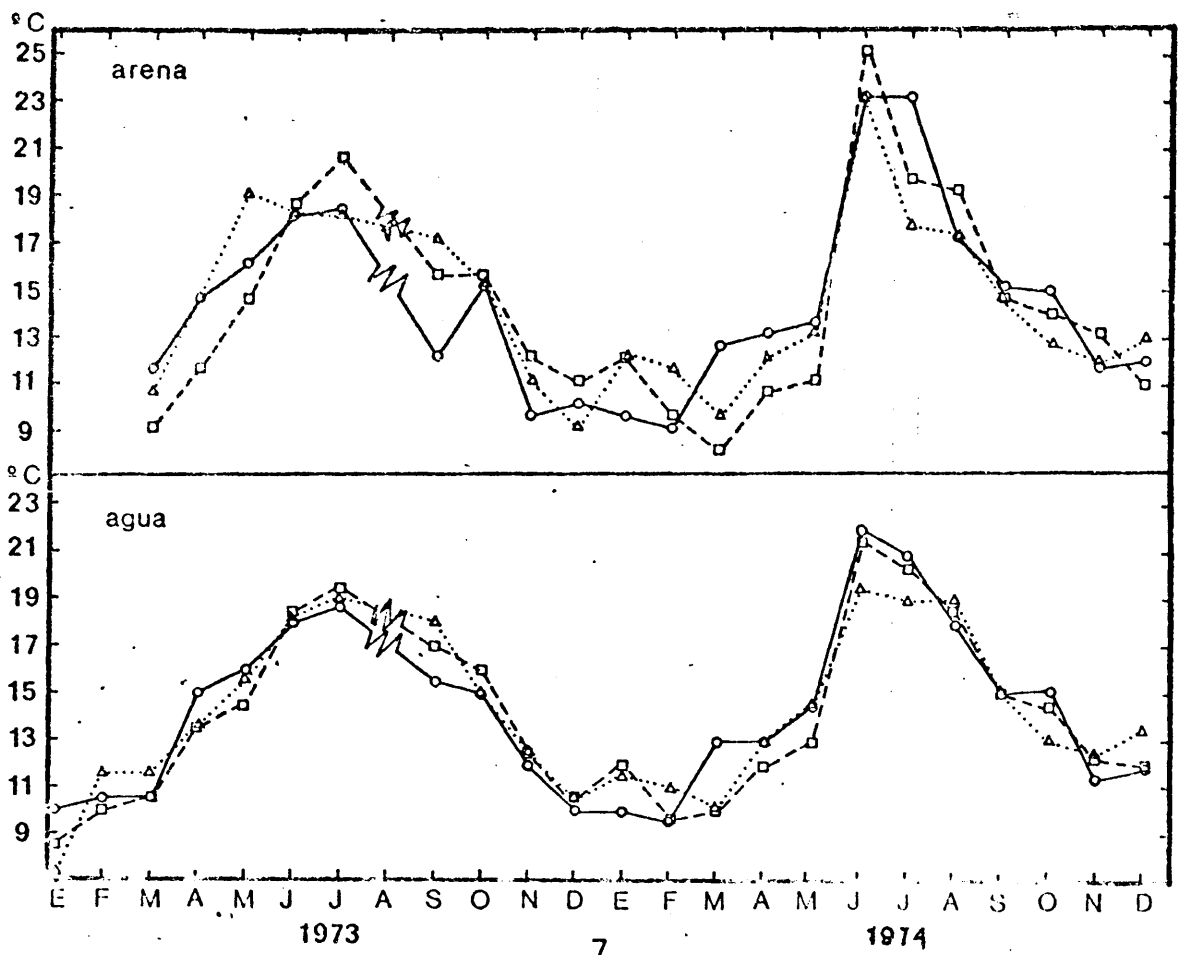
Como se puede ver, la mayoría de las estaciones está situada entre 1.40 y 1.80 m., situándose por debajo sólo la estación 7 que está a 0.75 m.

Para su cálculo se tomó la hora en que descubría cada estación en tres días diferentes y se obtuvo de cada una de ellas la diferencia horaria con la marea más baja próxima. Esta diferencia de tiempo permite con las tablas de cálculo adjuntas a las tablas de mareas de la Junta de Obras del Puerto de Vigo, obtener el nivel de marea con relativa exactitud. La toma repetida se realizó para evitar variaciones debidas a la presión o el viento, y la altura final es la media de los tres valores.

### 2.2.2. Temperaturas del sedimento y del agua

Fueron tomadas mediante un termómetro con precisión de 0.5 °C, no pareciendo necesaria una mayor precisión por considerar que el error de medida es menor que las variaciones que sufre el sedimento en distintas situaciones. Para tomar esta temperatura, se "clavo" el termómetro a una profundidad de 5 cm., para evitar así las variaciones nictimerales; para la del agua intersticial se excava una pequeña cavidad, realizándose la medida en el agua que surgía y la llenaba. Se expresan los valores en °C.

Las temperaturas del agua y de la arena de las estaciones (figs. 7, 8 y 9) no muestran diferencias notorias entre sí, siendo en cambio perceptible el que las temperaturas del sedimen-



Figs. 7-8. Valores mensuales de la temperatura del agua intersticial y de la arena en las estaciones 1○—○2□---□y 3△.....△- fig. 7 - y estaciones 4○—○5□---□y 6△.....△ - fig. 8 -.

to sufren variaciones más extremadas, aunque las dos sigan un mismo motivo en su distribución a lo largo del año. La estación

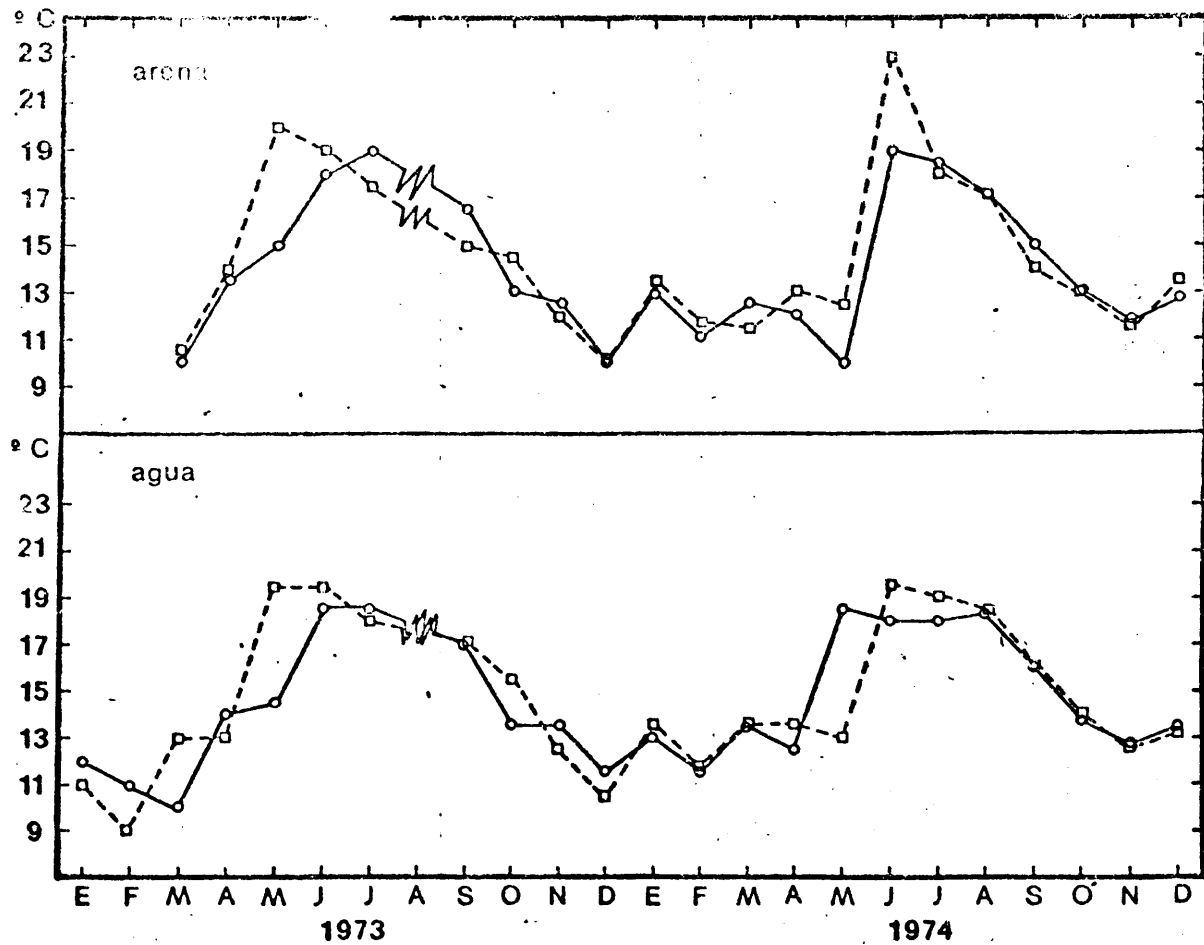


Fig. 9. Valores mensuales de la temperatura del agua intersticial y de la arena en las estaciones 7  $\circ$ — $\circ$  y 8  $\square$ — $\square$ .

7 presenta una mayor uniformidad, puesto que la influencia de la temperatura del agua de mar es mayor, y su permanencia en emergencia es menor e incluso nula en muchas mareas.

En todas las estaciones se observa que 1973 fue menos extremado que 1974, siendo las oscilaciones más a más de poca importancia, mientras que en 1974 llegan a alcanzar en alguna ocasión amplitudes de 8 y 9 °C. Estas variaciones están conformes con los datos meteorológicos de temperatura y energía incidente.

### 2.2.3. Salinidad

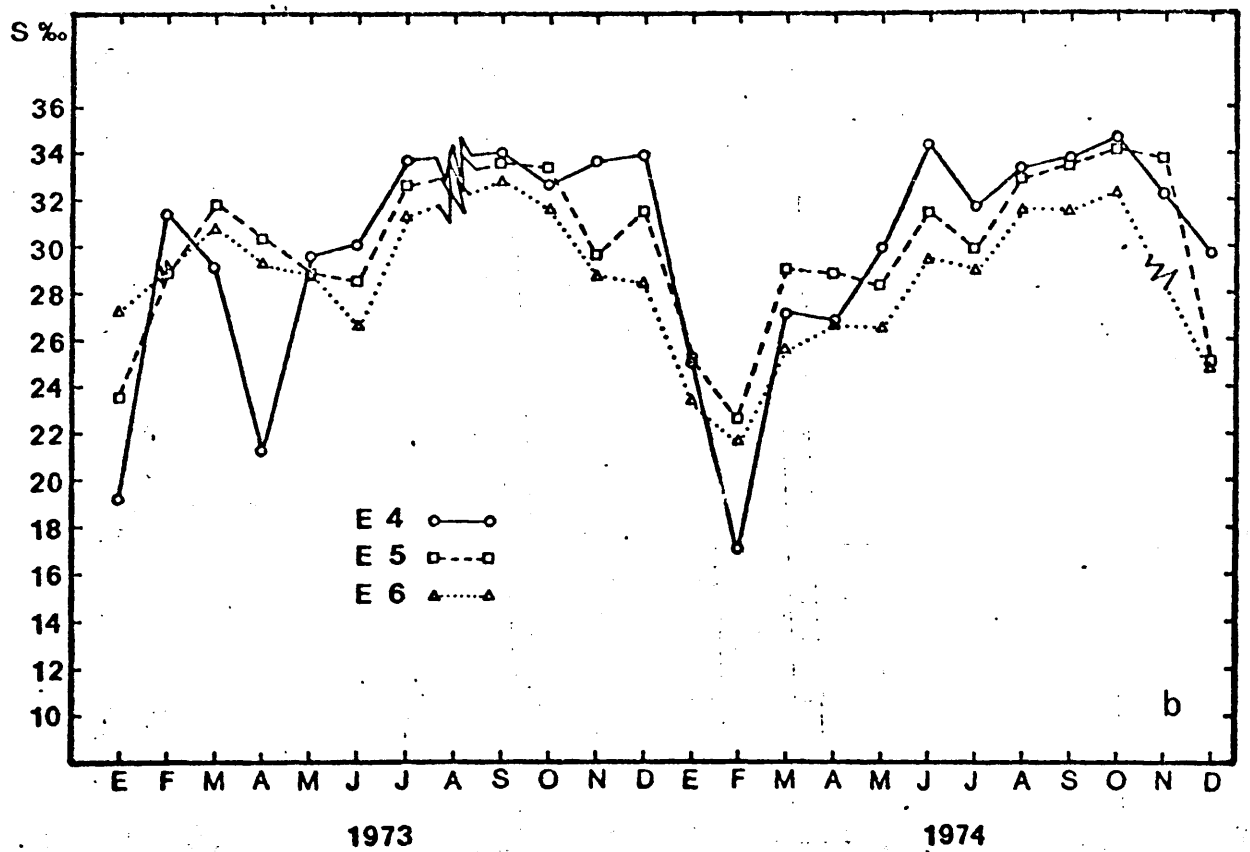
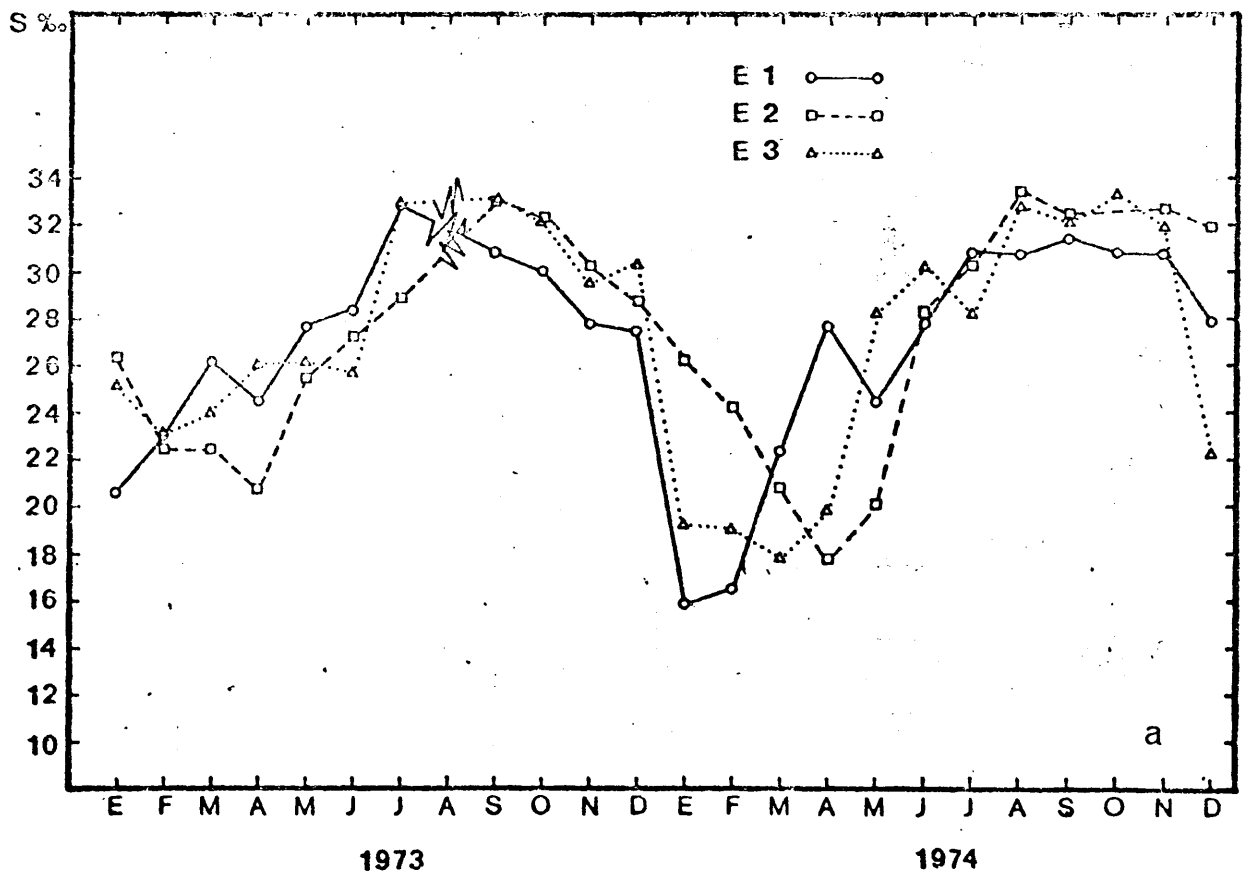


Fig. 10. Valores mensuales de la salinidad del agua intersticial; a) estaciones 1,2,3; b) estaciones 4,5 y 6.

S 31004J44X

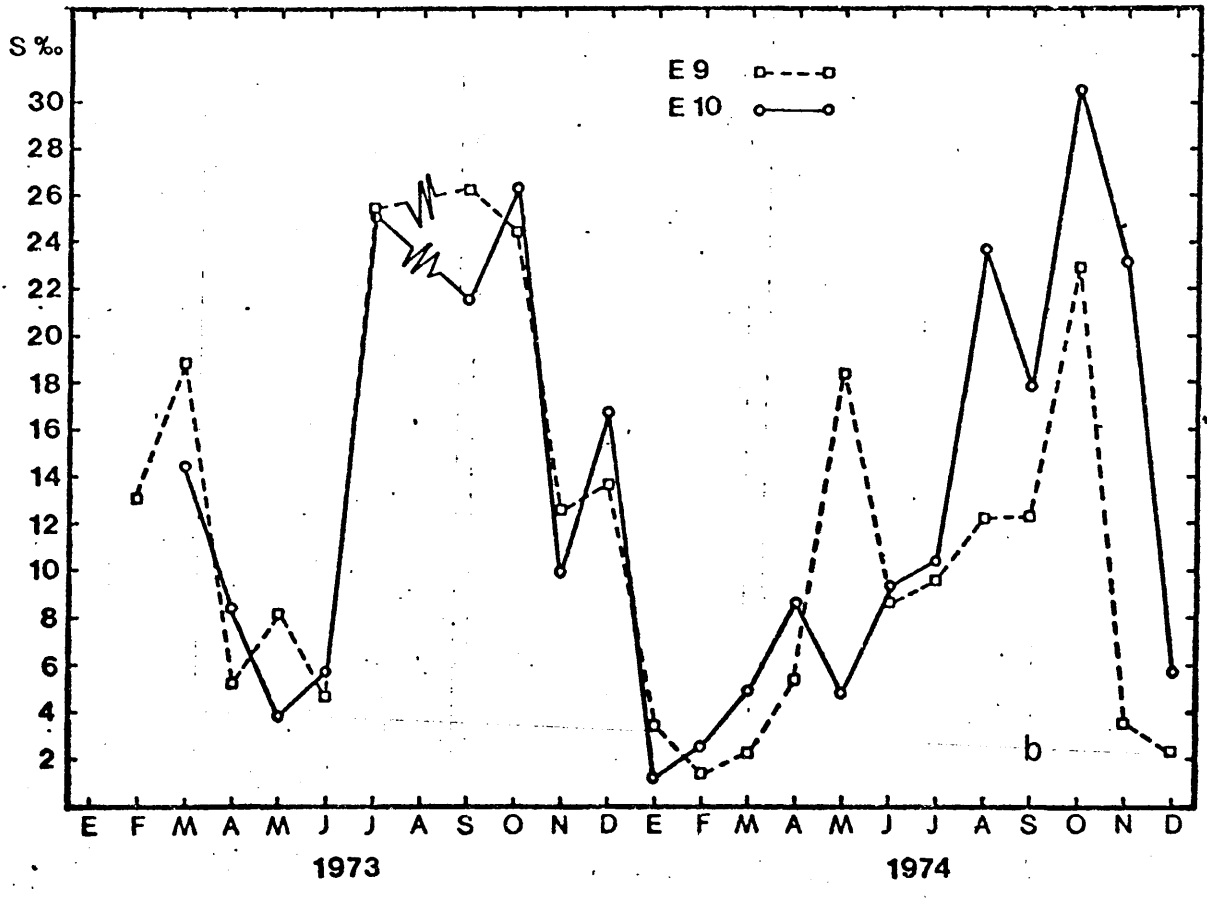
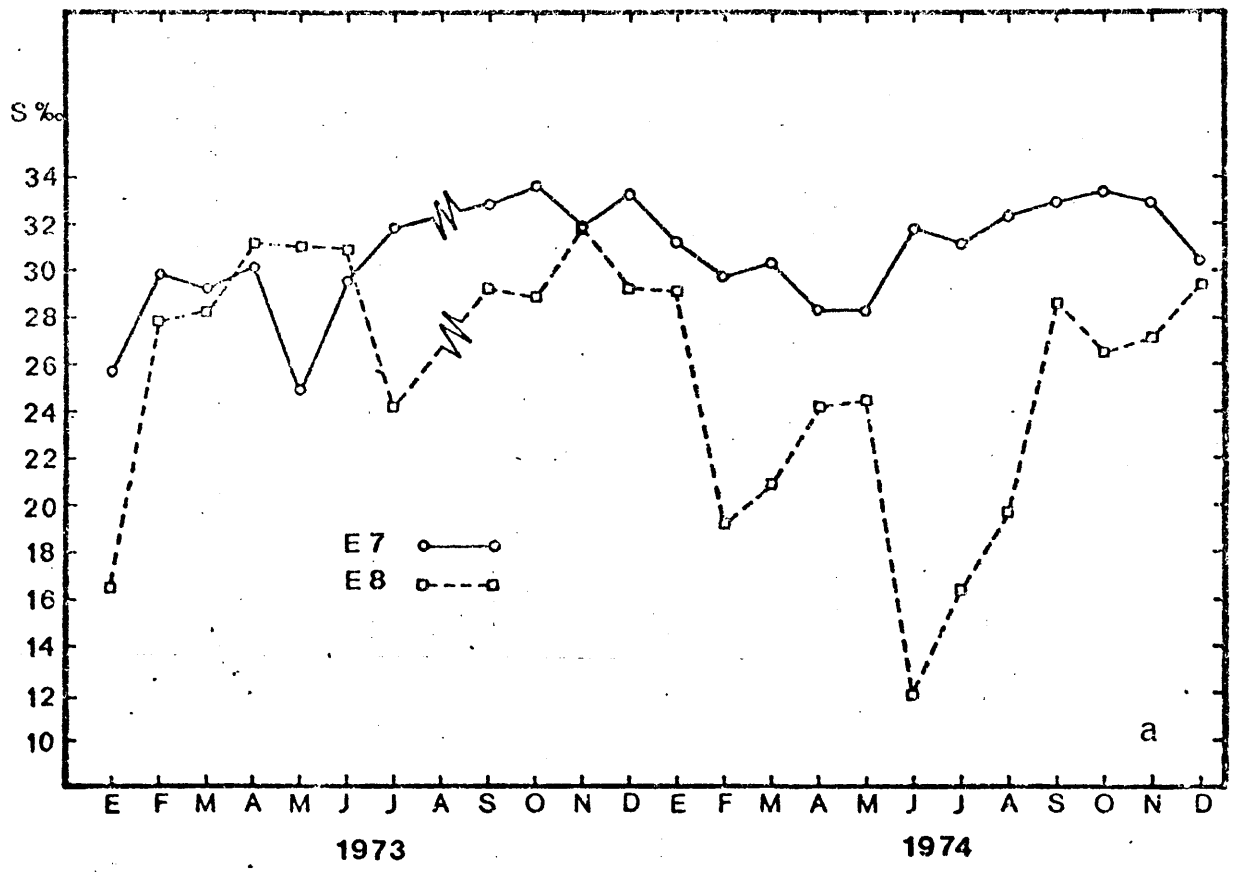


Fig. 11. Valores mensuales de la salinidad; a) del agua intersticial en las estaciones 7 y 8; b) en el agua del rio en las estaciones 9 y 10

Se analizaba el mismo agua usada para la temperatura; se recogía un frasco de 50 cc., analizándose posteriormente en el laboratorio según el método de KNUDSEN (1902), que consiste en una valoración con Nitrato de Plata, utilizándose en este caso como indicador Cromato Potásico. Se expresa en tanto por mil.

Las salinidades (fig. 10 y 11) presentan también un máximo veraniego en meseta, aproximadamente y según las estaciones de Julio a Noviembre. Como característica especial se observan los descensos bruscos un mes después más o menos de las precipitaciones, recuperándose luego poco a poco los valores normales.

Los máximos y mínimos, si exceptuamos a la estación 8 que presenta un comportamiento especial con respecto a este parámetro y a otros como veremos, se sitúan entre 16 y 35 ‰, estando los valores normales entre 22 y 34 ‰. La estación 8 presenta unos ciclos irregulares, con mínimos de hasta 12 ‰ en Junio, y con valores invertidos al del resto de las estaciones; este fenómeno puede ser debido a su proximidad al sustrato, y que este tenga corrientes de infiltración.

Las salinidades de las estaciones de los ríos Grova y Belesar (E9) y Miñor. (E10) (fig. 11b) presentan oscilaciones más bruscas, llegando desde 1 a 30 ‰, con máximos estivales bien patentes; la influencia de las lluvias es más notoria que en el agua del sedimento, con caídas bruscas de la salinidad, pero la recuperación de los valores elevados es también más rápida; esto es debido a la mayor inercia al cambio del agua del sedimento y que ésta se mezcla además con los aportes del agua de mar.

#### 2.2.4. Oxígeno disuelto

Se recogía el agua en la misma cavidad que en los aparatos anteriores; hay que hacer constar sin embargo, que dada la sensibilidad del método, era esta la primera que se recogía, evitando toda agitación que haría aumentar los valores. Las muestras fueron recogidas en frascos de boca esmerilada de 60 cc.

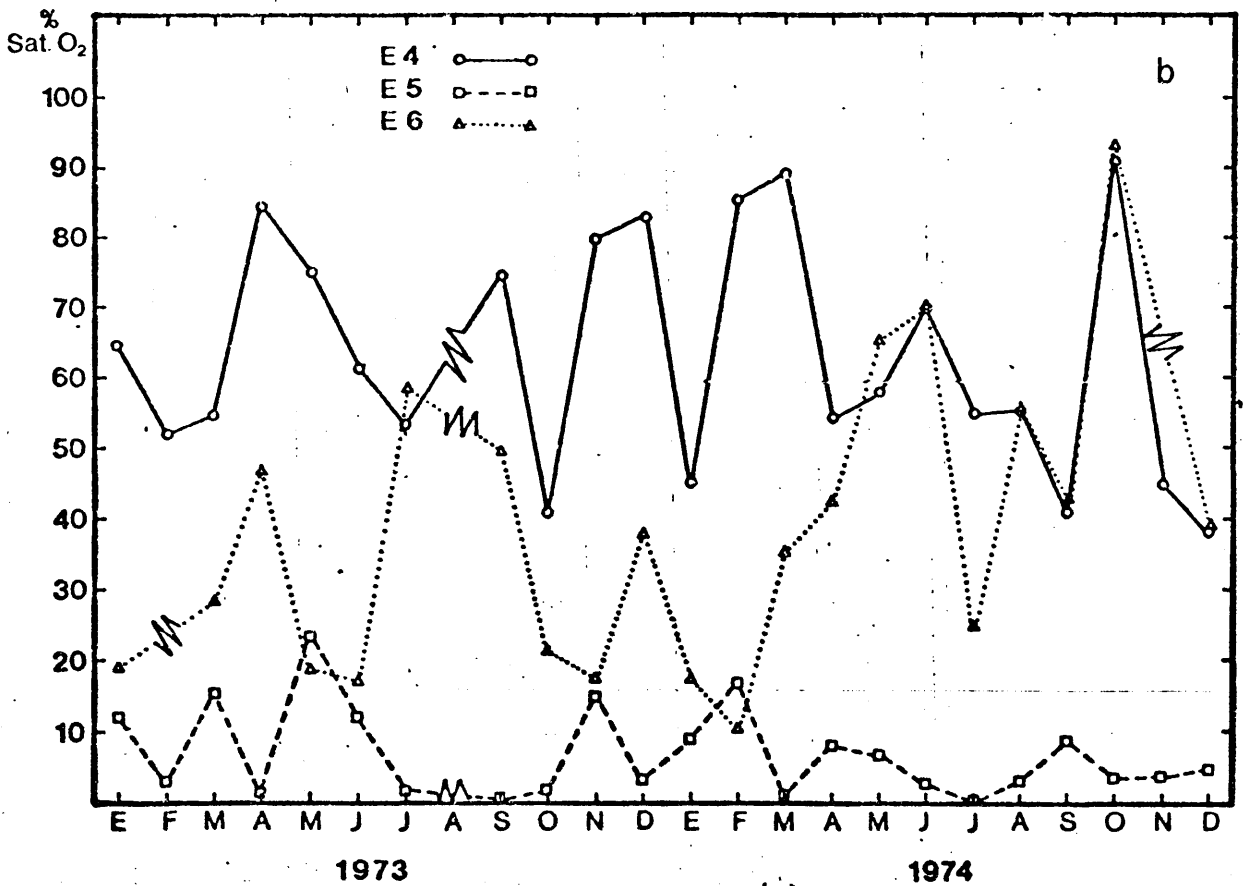
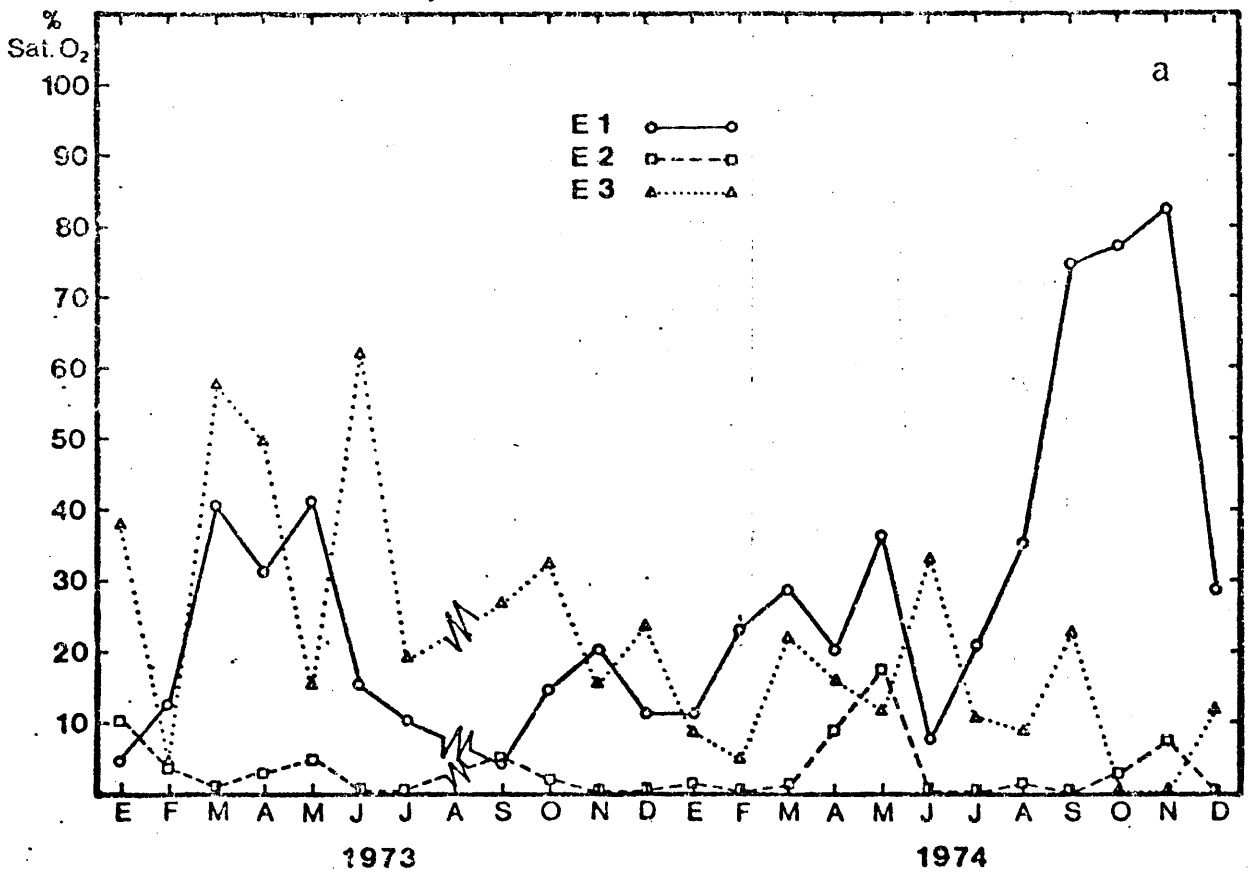


Fig. 12. Valores mensuales de la saturación de Oxígeno en el agua intersticial; a) en las estaciones 1,2 y 3; b) en las estaciones 4,5 y 6

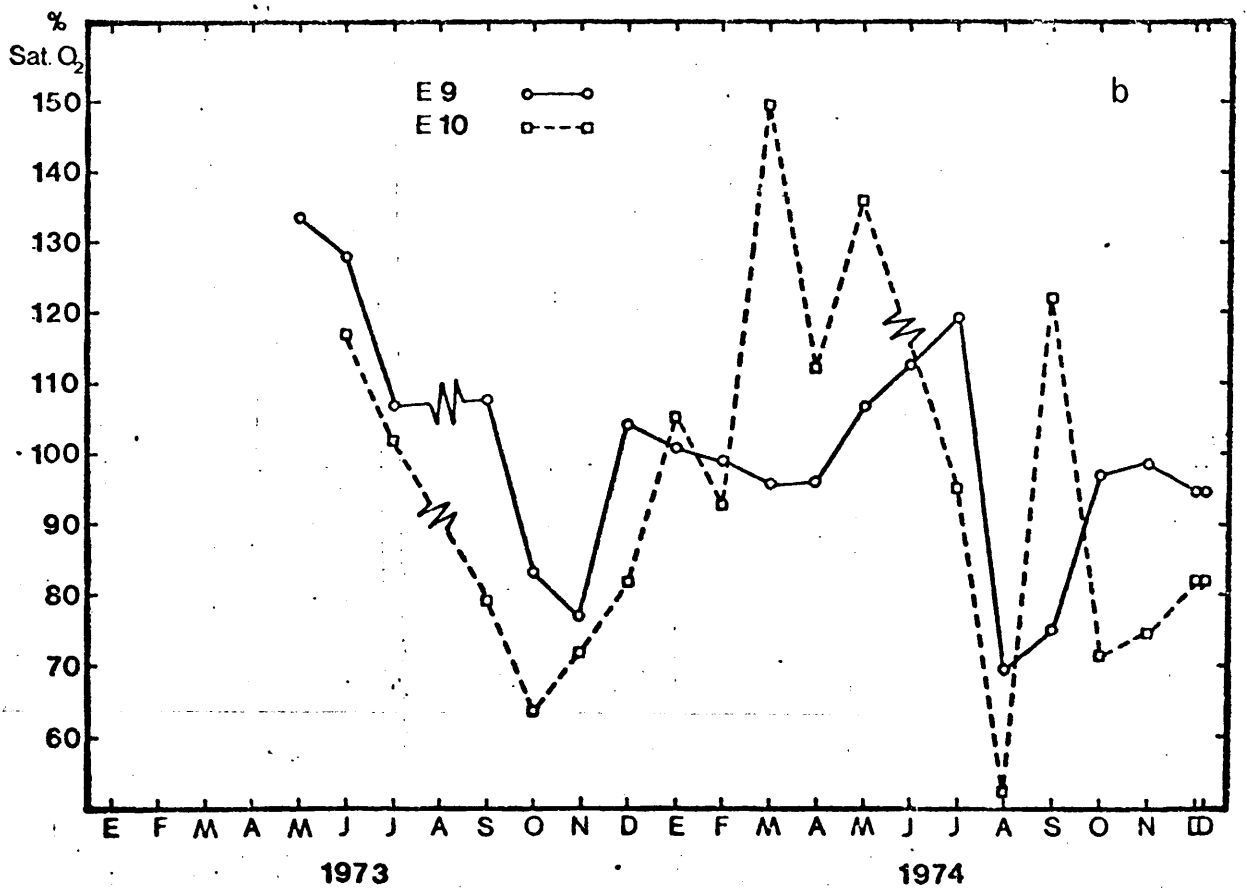
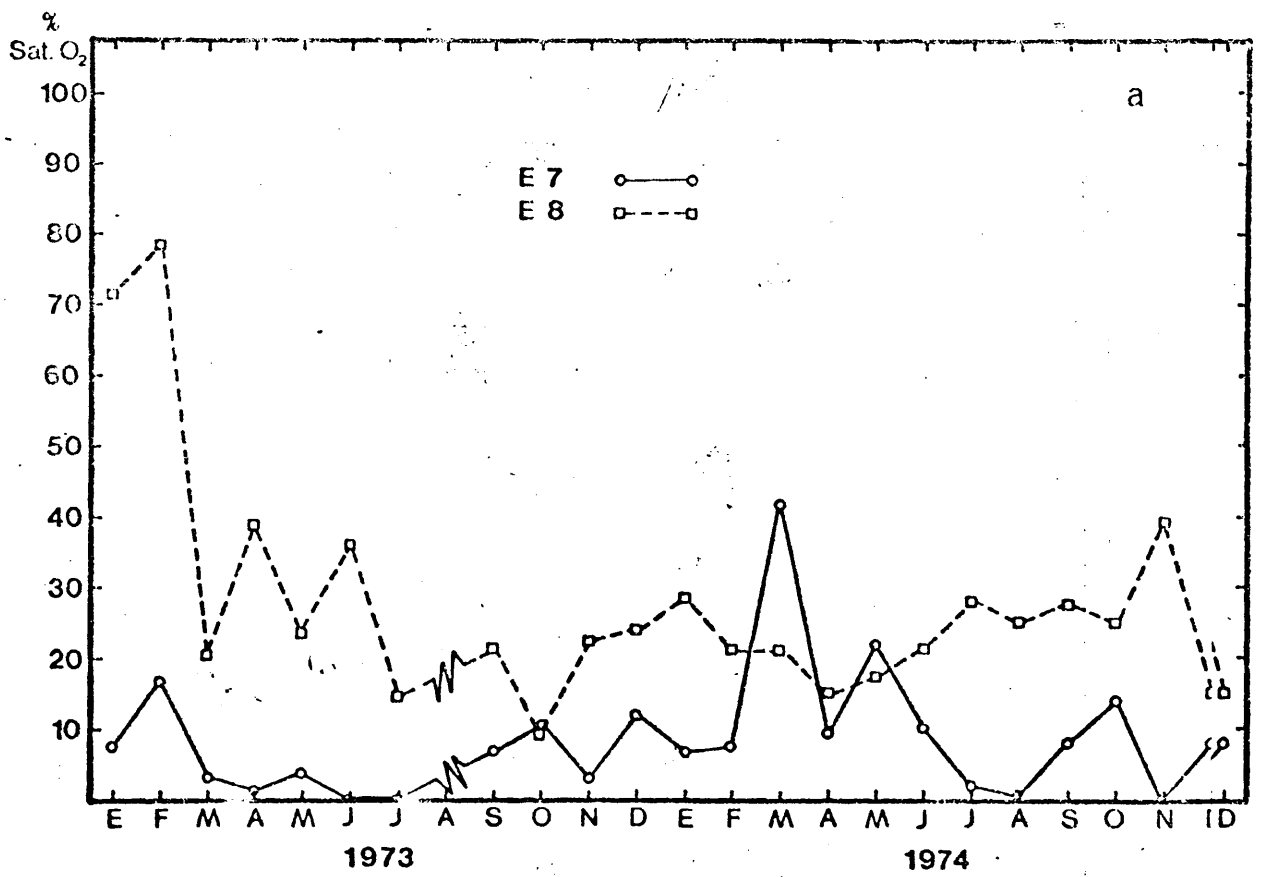


Fig. 13. Valores mensuales de la saturación de Oxígeno; a) en el agua intersticial de las estaciones 7 y 8; b) en el agua del río en las estaciones 9 y 10

Para su análisis se utilizó el método de WINKLER, JACOBSEN y KNUDSEN (1921). La fijación con Ioduro Potásico en medio alcalino y con Sulfato Manganoso se hizo en la misma playa, trasladándose posteriormente al laboratorio, para previa acidificación valorar con Tiosulfato Sódico de concentración conocida. Se expresa en tantos por ciento del valor de saturación.

Las saturaciones relativas del Oxígeno disuelto en el agua (fig. 12 y 13) son muy variables y parecen estar afectadas por la naturaleza del sedimento y por la flora y fauna que lo habitan más que por la temperatura o la salinidad. Las variaciones en las distintas estaciones se presentan bajo tres motivos diferentes; unas que no reciben una influencia acusada de las mareas, puesto que no renuevan el agua, y que siguen ritmos normales de producción y consumo - estaciones 1, 2, 5 y 7 - presentando máximos poco elevados, excepto en E1, y períodos de carencia absoluta de Oxígeno disuelto, generalmente en verano.

Otras - estaciones 3, 4 y 6 - presentan oscilaciones irregulares muy bruscas, en periodos de 3 o 4 meses, y con porcentajes de Oxígeno elevados, excepto en E3 en algunos meses; éste fenómeno puede ser debido en E3 y en E6 al intercambio que se realiza en todas las mareas, puesto que el sedimento se "vacía" de agua en las bajamareas, y la renovación por tanto es constante; en E4, sin embargo, es por surgencias de agua que provienen de la barra que cierra la playa.

En la estación 8 los cambios de las concentraciones de Oxígeno disuelto no son drásticas. Sin embargo posee un ciclo opuesto al de las demás estaciones con poco intercambio de agua; sólo en los dos primeros meses de 1973 alcanzó niveles elevados, para caer bruscamente en el tercero y mantenerse con ligeras oscilaciones entre valores de 15 a 30 % de saturación. La oposición de su ciclo es igual al encontrado en las salinidades, y como ya indicamos en ésta puede ser debido al agua de infiltración que proviene del sustrato, muy próximo a ella.

Las concentraciones de Oxígeno en el agua de los ríos (fig. 13b) como es natural son muy elevadas, alcanzando incluso

valores de sobresaturación - 150 % -. Poseen máximos estiva - les y mínimos invernales, siendo las oscilaciones de un mes a o - tro no tan bruscas como en las salinidades. Hay que indicar que existe cierta semejanza entre los ciclos de los ríos y los de las estaciones que se encuentran en sus orillas, E3 y E6.

### 2.2.5. pH

Para su medida se utilizó un pH-metro de campo Townson & Mercier, modelo 1851 - pH-metro de expansión - con una sensi - bilidad de 0.01.

De este parámetro sólo se pudieron tomar los seis úl - timos meses de muestreo por no disponer con anterioridad del men - cionado aparato; la toma se realizaba en el agua que se obtenía en la misma cavidad que en los apartados anteriores, teniendo la precaución de que el electrodo no tocara las paredes, lo que daba motivo a grandes fluctuaciones.

Tabla 1 - Valores del pH en las ocho estaciones, durante seis meses de 1974

Estación	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	7.64	7.63	9.32	9.09	9.22	9.15
2	7.51	7.56	9.20	9.01	8.98	8.95
3	7.56	7.23	8.40	8.70	8.63	8.75
4	7.58	7.84	8.70	9.12	9.05	8.98
5	7.50	7.36	8.50	9.04	9.18	8.91
6	7.32	7.00	8.14	--	8.72	8.69
7	7.53	7.53	8.65	9.15	9.06	8.90
8	6.54	6.98	7.22	8.15	7.60	7.96

El pH del agua, en los seis meses en que fue tomado, permanece en las ocho estaciones básico, siendo solamente ácido en la estación 8 durante los meses de Julio y Agosto de 1974,

con 6.54 y 6.98 respectivamente. Los resultados se expresan en la tabla 1.

Como se puede observar, los valores resultan muy básicos en comparación con los del agua de mar, además de poseer un gran intervalo de variación - 6.54 a 9.32 - en el conjunto de las estaciones. Las tendencias parecen definirse en el sentido de una acidificación en verano y en invierno, con basicidades altas en otoño, y presumiblemente en primavera, aunque por desgracia no se poseen datos de esta estación anual.

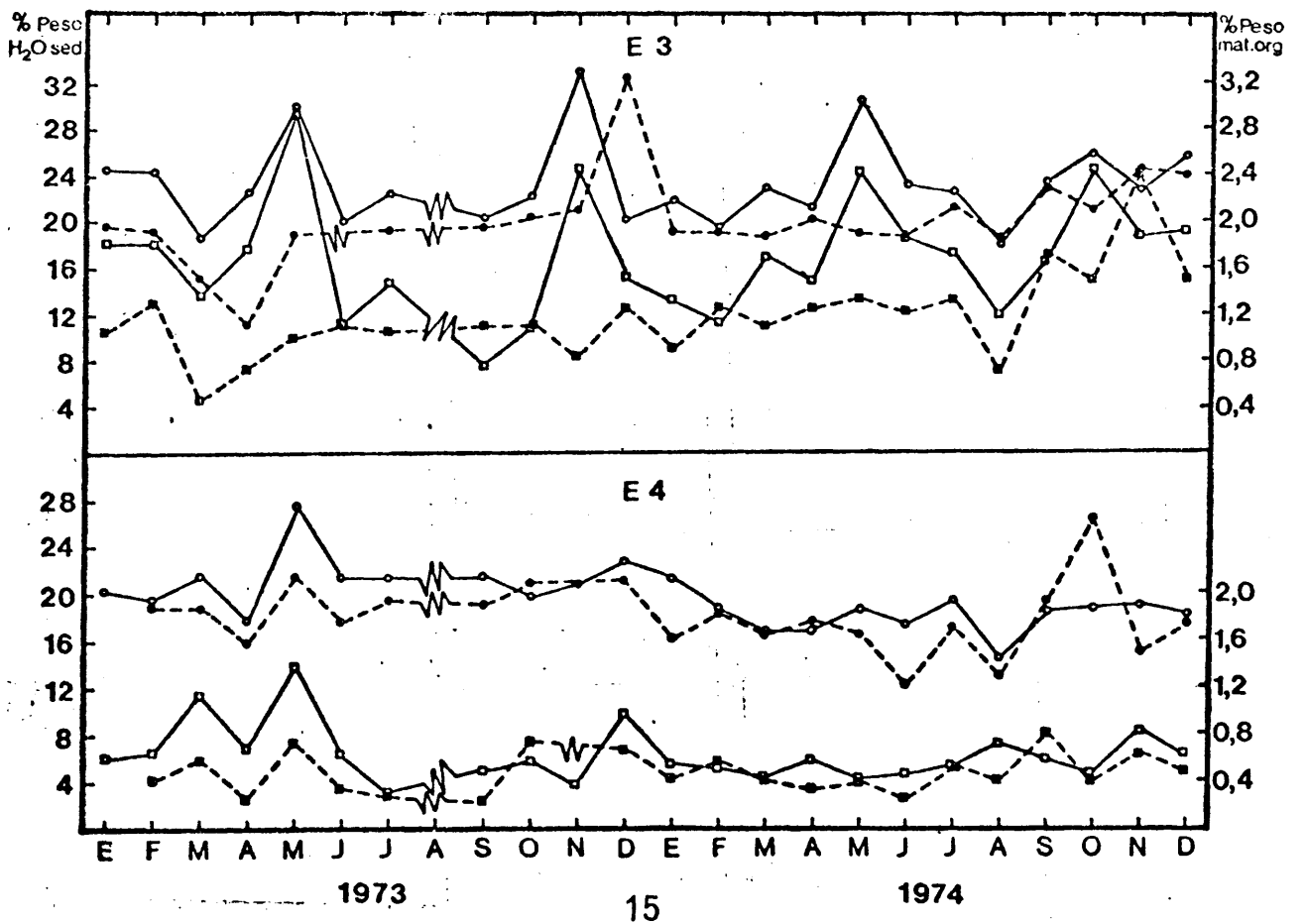
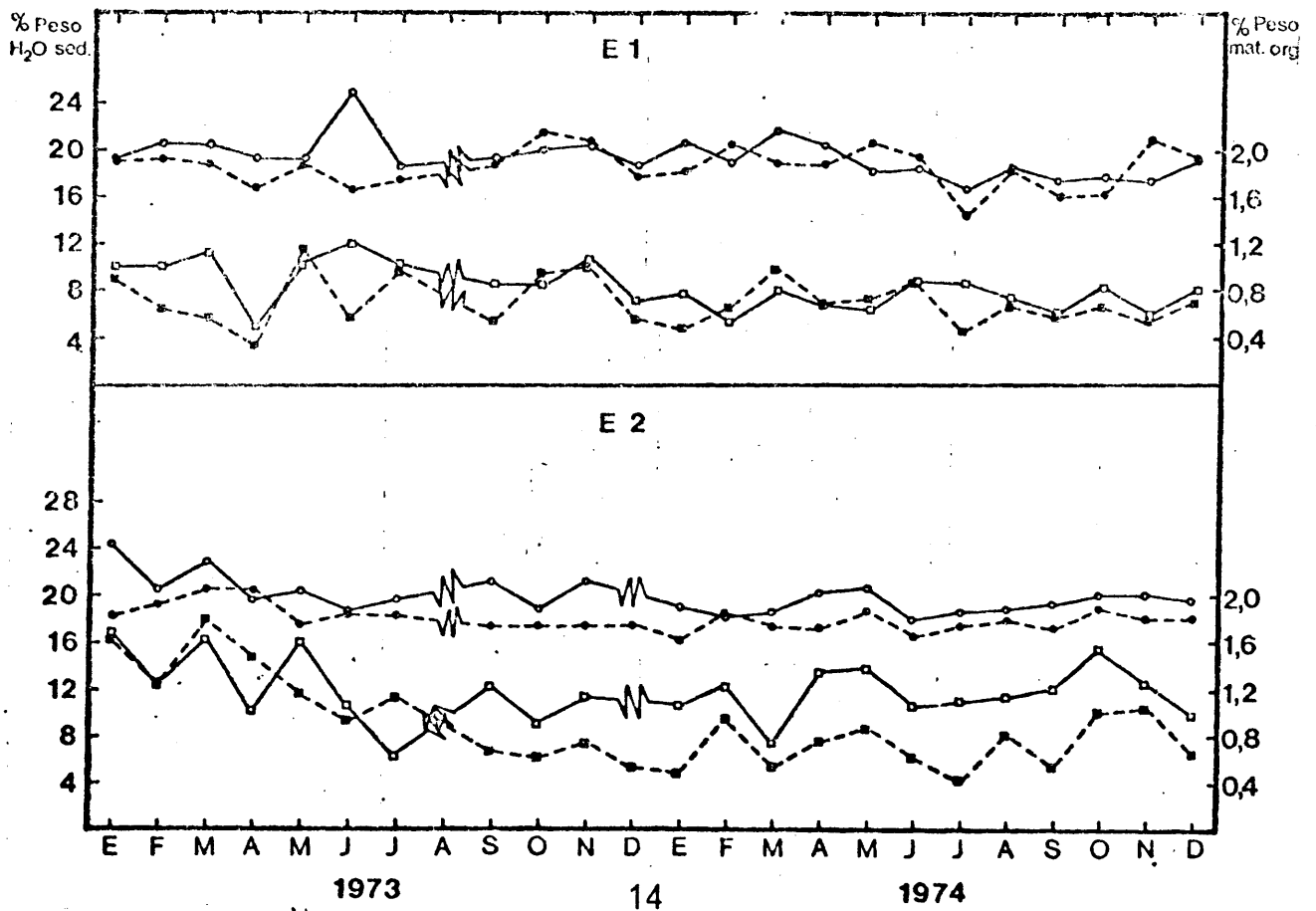
#### 2.2.6. Contenido en agua y materia orgánica del sedimento

Para la recogida del sedimento se utilizaron tubos de propileno opaco de 2.75 cm. de diámetro, que corresponden a una superficie de 5.94 cm<sup>2</sup>; se perforaba el sedimento hasta una profundidad de 15 cm., se extraía y se tapaban las bocas con dos tapones de goma; sin movimientos bruscos se llevaba al laboratorio.

Para la extracción del cilindro de sedimento se empleaba un émbolo del mismo diámetro que el tubo; se tomaron dos profundidades, de 0 a 5 cm. y de 5 a 10 cm., siendo por tanto el volumen aproximado en los dos casos de 29.70 cc., aunque se ha preferido expresar los valores en tantos por ciento del peso total para evitar las posibles variaciones debidas a errores de extracción.

Una vez sacados del tubo, se ponen en cápsulas de incineración Rosenthal, tomándose el peso húmedo; a continuación se dejaban en una estufa Selecta modelo 210 durante 24 horas a 110-115 °C, período en el cual se alcanzaba el peso constante, pesándose nuevamente al final de este proceso. Se obtenía el peso del agua por diferencia con la pesada anterior.

Posteriormente se metía la cápsula en un horno mufla Heraeus modelo MR 170, dejándose a 500-550 °C durante 6 o 7 horas, para provocar la incineración de toda la materia orgánica, pesándose al final de este período nuevamente, considerándose



Figs. 14-15. Valores porcentuales mensuales del peso del agua intersticial - círculos - y de la materia orgánica - cuadrados - en dos profundidades: 0-5 cm.- línea continua- y 5-10 cm.- línea a trazos -, para las estaciones, 14) 1 y 2, 15) 3 y 4.

la diferencia con el peso seco el peso de la materia orgánica. Todas las pesadas fueron realizadas con una balanza Mettler P1200 con precisión de 10 mgr.

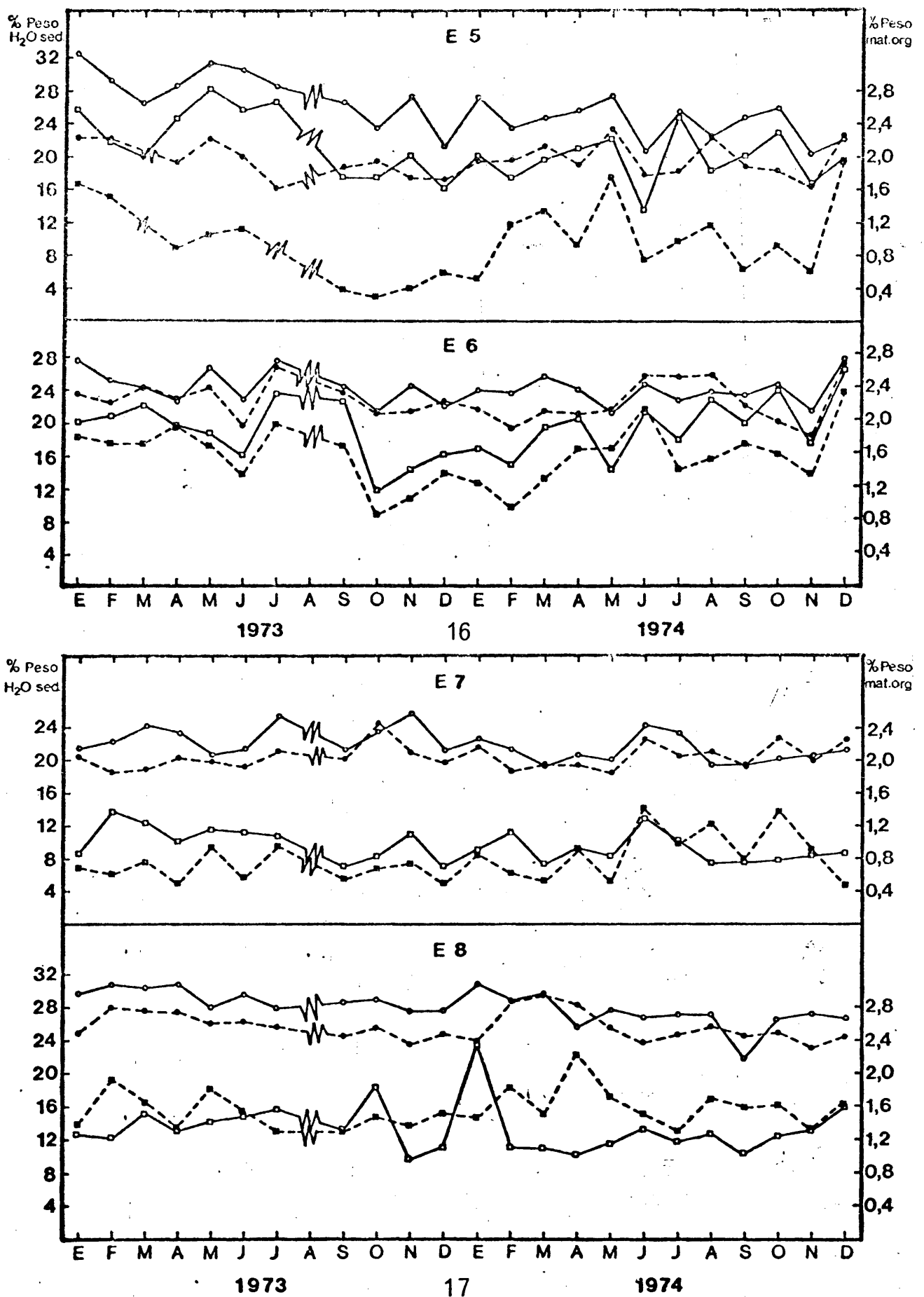
Esta metodología tiene el inconveniente de que no sólo se pesa la materia orgánica particulada, sino que se pesan todos los elementos de la microflora y microfauna; sin embargo tiene la ventaja de su gran comodidad y rapidez, que permite el tratamiento de gran cantidad de muestras el mismo día de su recogida.

Los métodos analíticos poseen mayor precisión, que puede ser contrarrestada por el poco volumen de sedimento tratado, que ocasiona errores en la estimación total debidos a una distribución no uniforme en tales volúmenes de la materia orgánica, como será observable al comparar las variaciones encontradas por nosotros entre las dos profundidades analizadas.

Los contenidos en agua y en materia orgánica del sedimento (figs. 14, 15, 16 y 17) siguen aisladamente trayectorias paralelas entre las dos profundidades que se consideran para cada estación, no sucediendo lo mismo cuando se consideran los dos parámetros reunidos para cada profundidad.

El contenido en agua muestra poca ritmicidad excepto en E3, en la cual se presentan claramente en la capa de 0-5 cm. en ambos años con máximos en Junio y Octubre-Noviembre. En las demás estaciones las dos profundidades siguen trayectorias a proximadamente paralelas, aunque el nivel de 5 a 10 cm. de profundidad está siempre en menor proporción, con máximos y mínimos poco importantes en general, y además muy irregularmente distribuidos en el año, sin poder dar por tanto una idea general de su comportamiento.

El contenido en materia orgánica presenta todavía menos ritmicidad, con la misma excepción de la E3, posiblemente debido a que en este parámetro influyen además de la estructura del sedimento los aportes por riadas y la actividad de los componentes bióticos del sistema, tanto en la producción como en la



Figs. 16-17. Valores porcentuales mensuales del peso del agua intersticial - círculos - y de la materia orgánica - cuadrados - en dos profundidades: 0-5 cm.- línea continua - y 5-10 cm.- línea a trazos -, para las estaciones, 16) 5 y 6, 17) 7 y 8.

destrucción de esta materia.

Comparando las dos profundidades puede observarse que el nivel superior siempre tiene, menos en contadas excepciones, un porcentaje superior de materia orgánica. También se puede ver que en algunos casos la distribución es opuesta, dando la impresión de que la acumulación o producción del nivel superior es transportada a los niveles inferiores, provocando "vacíos" en la capa superior.

Las estaciones que poseen un mayor porcentaje de materia orgánica en el sedimento a lo largo de los dos años son E5, E6 y E3, que corresponden a las estaciones de un nivel medio de las controladas, y que se encuentran situadas en las proximidades de los ríos, lo cual parece indicar la gran importancia que poseen los aportes fluviales, aunque los máximos no estén en relación con las épocas de máxima pluviosidad.

#### 2.2.7. Resumen

Como resumen de este apartado, expondremos los valores medios de los parámetros considerados, para cada uno de los años, así como el error de la media -  $s_{\bar{x}}$  - que usamos tanto como indicador de la fiabilidad de ésta, como indicador de la dispersión (tablas 2 y 3). Esto nos permite tener una idea rápida y concisa del comportamiento de cada una de las estaciones en los dos años, comprobando que algunos de ellos como el Oxígeno, poseen una gran variación tanto mes a mes como entre los años, mientras que otros como la temperatura y el contenido de materia orgánica del sedimento son mucho más estables en el tiempo.

#### 2.3. Estudios granulométricos

Para los estudios granulométricos se tomaron muestras hasta 20 cm. de profundidad, procurando lograr prismas lo más perfectos posibles; se dividieron las muestras en dos profundidades, de 0 a 10 cm. y de 10 a 20 cm. conservándose numeradas en bolsas de plástico. La periodicidad de las muestras fue bimen-

Tabla n° 2 Valores medios de los parámetros físico-químicos considerados durante el año 1973, con los valores de los errores de sus medias respectivas.

	T °C agua		T °C sed.		S %.		% Sat. O <sub>2</sub>		% peso agua sed.		% peso mat. org. sed.					
									0-5 cm.		0-5 cm					
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$				
E1	13.75	0.94	12.97	0.92	27.58	0.99	18.84	3.78	20.14	0.51	18.74	0.42	0.96	0.06	0.76	0.07
E2	13.73	1.06	13.27	1.10	27.45	1.12	2.69	0.94	20.91	0.53	18.60	0.33	1.21	0.10	1.09	0.12
E3	13.68	1.15	13.86	1.25	28.42	1.05	30.81	5.32	23.71	1.23	20.66	1.66	1.67	0.18	1.00	0.08
E4	14.36	1.24	13.82	1.36	30.07	1.36	65.86	4.18	21.30	0.72	19.25	0.57	0.71	0.10	0.47	0.07
E5	14.36	0.89	14.59	0.96	30.48	0.79	8.15	2.28	27.85	0.97	19.57	0.65	2.23	0.12	0.89	0.15
E6	14.34	0.78	13.29	0.73	29.80	0.56	31.56	4.65	24.41	0.63	22.95	0.54	1.87	0.11	1.58	0.10
E7	14.00	0.84	13.69	0.89	30.40	0.78	6.02	1.57	22.77	0.48	20.32	0.46	1.01	0.05	0.68	0.04
E8	14.41	1.06	14.00	1.03	27.98	1.17	32.91	6.44	28.81	0.34	25.68	0.41	1.35	0.07	1.50	0.06



Tabla 4 - Escala de tamices Retsch Din 1171 utilizada en este trabajo, y su comparación con la escala de WENTWORTH modificada.

Tamices	Escala de WENTWORTH modificada		
Abertura de malla en $\mu$	Límites de tamaño mm.	Nomenclatura	Abreviatura
	8		
4000	4	Guijarros finos	GF
3000			
2500		Guijarros muy finos	GMF
2000	2		
1500			
1200		Arena muy gruesa	AMG
1000	1		
750			
600		Arena gruesa	AG
500	1/2		
400			
300		Arena mediana	AM
250	1/4		
200			
150		Arena fina	AF
120	1/8		
100			
90		Arena muy fina	AMF
60	1/16		
50			
37		Limo grueso - fango -	LG
33	1/32		

sual desde Octubre de 1973, siendo por tanto ocho las muestras estudiadas por estación y profundidad.

La separación de las distintas fracciones se realizó con una escala de tamices metálicos Retsch Din 1171 con abertura de mallas que siguen aproximadamente una progresión geométrica de razón 0.8 (tabla 4) que van desde 4000 a 33  $\mu$ , colocándose dicha escala en una tamizadora mecánica Retac 30, y usándose para ello 100gr. de sedimento de las muestras que se habían homogeneizado previamente. La tamización se realizó durante 25 a 30 minutos, tiempo recomendado por muchos autores, PRENANT (1960), IBÁÑEZ (1973), como el óptimo para que pasen las partículas por los tamices sin sufrir roturas.

Una vez terminada la tamización se sacó cada fracción de su tamiz con un pincel fuerte, pesándose a continuación en una balanza Mettler P1200. Los resultados se expresan como curvas semilogarítmicas acumulativas, partiendo de los diámetros mayores.

El análisis de las curvas se realiza obteniendo el tamaño medio -  $Q_{50}$  - y el coeficiente de Selección  $S_0$  :

$$S_0 = \sqrt{Q_{25}/Q_{75}}$$

siendo  $Q_{25}$  y  $Q_{75}$  el primer y el tercer cuartil. La clasificación seguida por nosotros para el tamaño de las partículas es la de WENWORTH (1922) modificada, según PETZALL (1967) (tabla 4), y para la selección se escogió la clasificación de TRASK (1960) según IBÁÑEZ (1973) (tabla 5).

Consideramos este capítulo de gran interés, puesto que no conozco estudios de bentos que presenten la variación de las granulometrías en función del tiempo y de la profundidad como variable destacada. La mayoría de los autores CALLAME (1961), AMANIEU (1969), LIE (1968) y otros presentan esta variable estáticamente, aunque sin embargo le prestan una gran atención FENCHEL (1969) y sobre todo CHASSE (1972) que presenta además un estudio muy completo de factores asociados tales como la porosidad, permeabilidad, absorción de nutrientes y de gases, así como de los

agentes dinámicos que provocan las distintas configuraciones.

Las granulometrías de cada estación, a intervalos de dos meses y en dos profundidades (figs. 18 a 25) presentan claramente la estructura y variabilidad del sedimento. Cada estación y profundidad están bien tipificadas, mostrando una familia de curvas que pueden tener tamaños de partículas muy diferentes.

Tabla 5 - Clasificación de los sedimentos por su selección, TRASK (1960), según IBÁÑEZ (1973).

Coeficiente de selección $S_0$		Selección	Símbolos utilizados en este trabajo
	$S_0$ 1.17	Muy buena	MB
1.17	$S_0$ 1.20	Buena	B
1.20	$S_0$ 1.35	Moderadamente buena	MoB
1.35	$S_0$ 1.87	Moderada	Mo
1.87	$S_0$ 2.75	Pobre	Po
2.75	$S_0$	Mala	M

La variación en la composición granulométrica puede producirse más bruscamente en el estrato inferior, dando la impresión de lavados y acumulaciones rápidas, siendo el nivel superior mucho más lento, presentando tendencias claras: la época en la cual el tamaño medio es mayor, correspondería a los meses de Octubre y Diciembre o sea después de la época de estiaje en los ríos, disminuyendo después el tamaño medio bruscamente en los meses de Febrero y sobre todo en Abril. Si tomamos el índice de selección, las distribuciones que obtendremos son muy semejantes con índices mayores - tendencia a disminuir en valor absoluto - en los momentos en los que el tamaño medio es mayor. Se puede decir que la composición del sedimento está motivada en cada mo-

mento por las variaciones del contenido de los tamaños menores, mucho más fácilmente transportables.

Los valores medios que se encuentran en todas las estaciones están comprendidas entre AMG y AMF, aunque los valores más frecuentes se encuentran entre AM y AF; los valores de selección, normalmente entre moderada y pobre, hace que sin embargo existan en casi todas las estaciones todos los tamaños de partículas, desde GF hasta LG, siendo las curvas muy tendidas, excepto en E8 y en algunos meses la E3 entre 10 y 20 cm. de profundidad.

Para el estudio de las curvas realizamos el cálculo del tamaño medio - Md - y del coeficiente de selección -  $S_0$  - para cada muestra, realizando posteriormente el cálculo de la media -  $\bar{x}$  - y de su error -  $s_{\bar{x}}$  - para cada estación y profundidad (tabla 6), siendo posible la comparación mucho más fácil, encon-

Tabla 6 - Valores medios del grano medio - Gm - y del coeficiente de selección -  $S_0$  - para dos profundidades.

	Gm				$S_0$			
	0-10		10-20		0-10		10-20	
	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$	$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
E1	0.467	0.043	0.865	0.107	2.113	0.058	1.886	0.101
E2	0.419	0.019	0.463	0.014	1.882	0.019	1.928	0.018
E3	0.352	0.075	1.168	0.090	2.484	0.076	1.934	0.107
E4	0.607	0.064	0.736	0.062	1.607	0.042	1.685	0.030
E5	0.351	0.034	0.615	0.034	2.363	0.094	1.836	0.052
E6	0.219	0.011	0.358	0.031	2.282	0.023	2.301	0.049
E7	0.280	0.017	0.346	0.031	1.915	0.037	1.963	0.053
E8	0.109	0.005	0.125	0.011	1.405	0.121	1.854	0.097

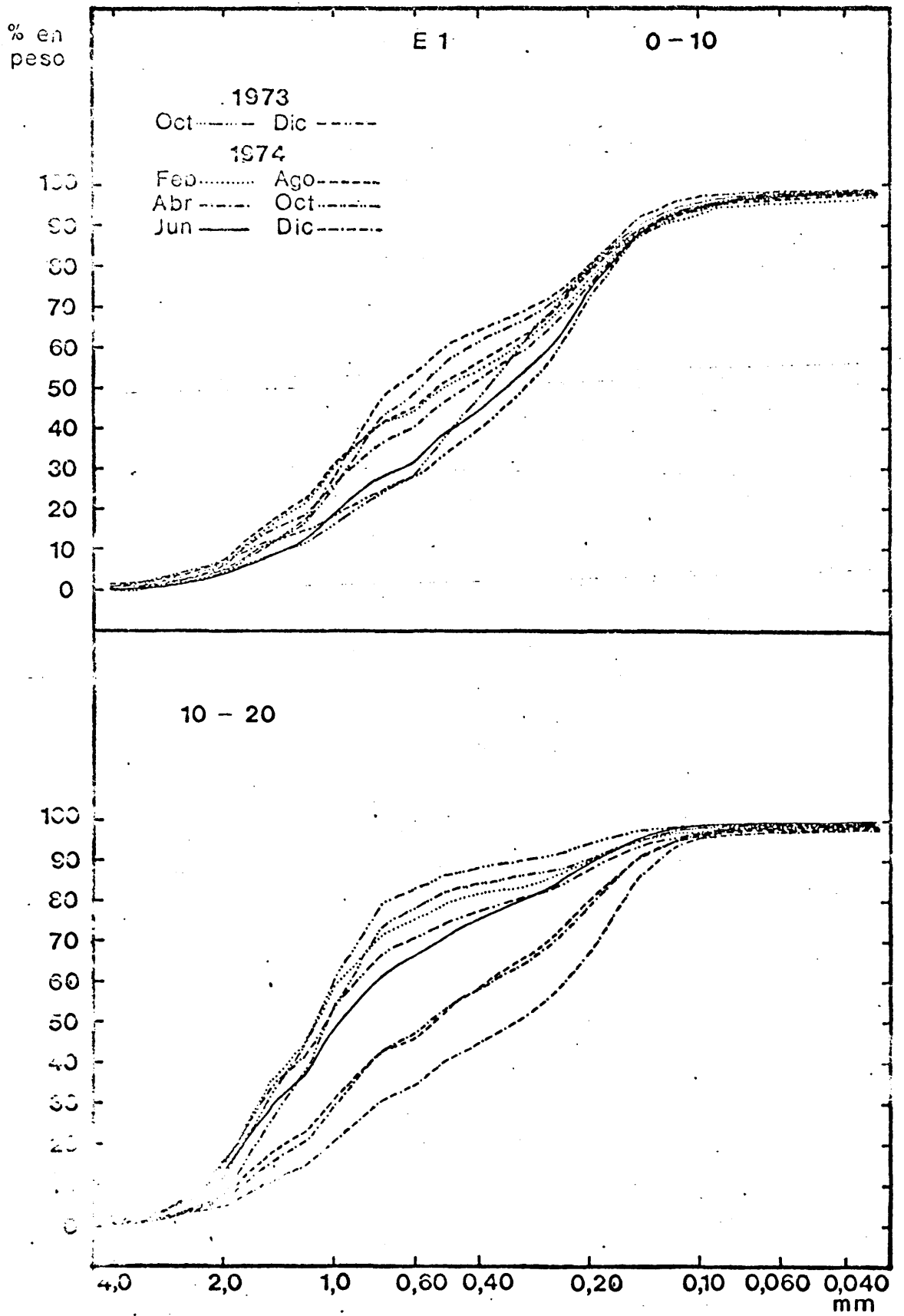


Fig. 18. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 1

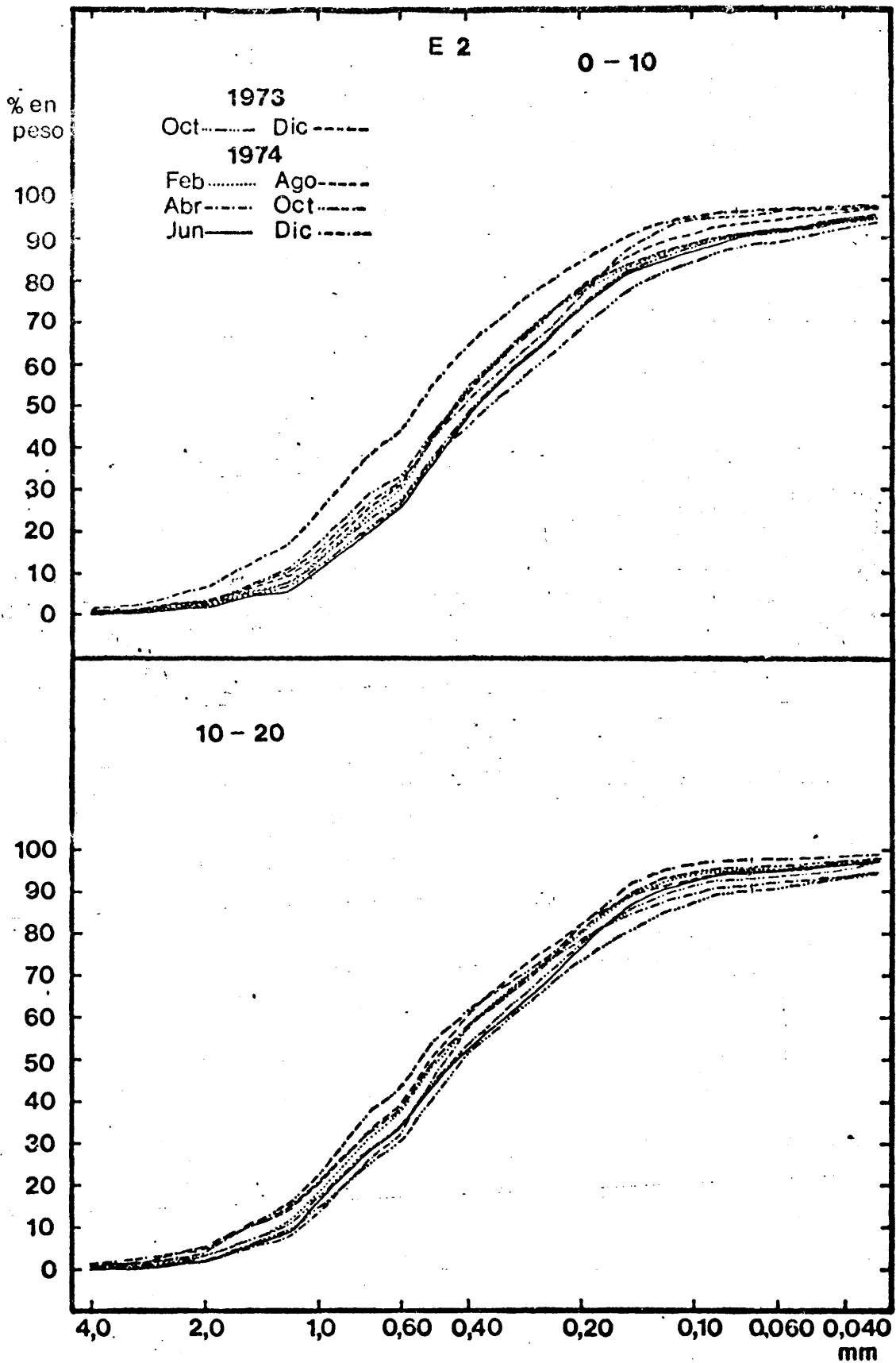


Fig. 19. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 2

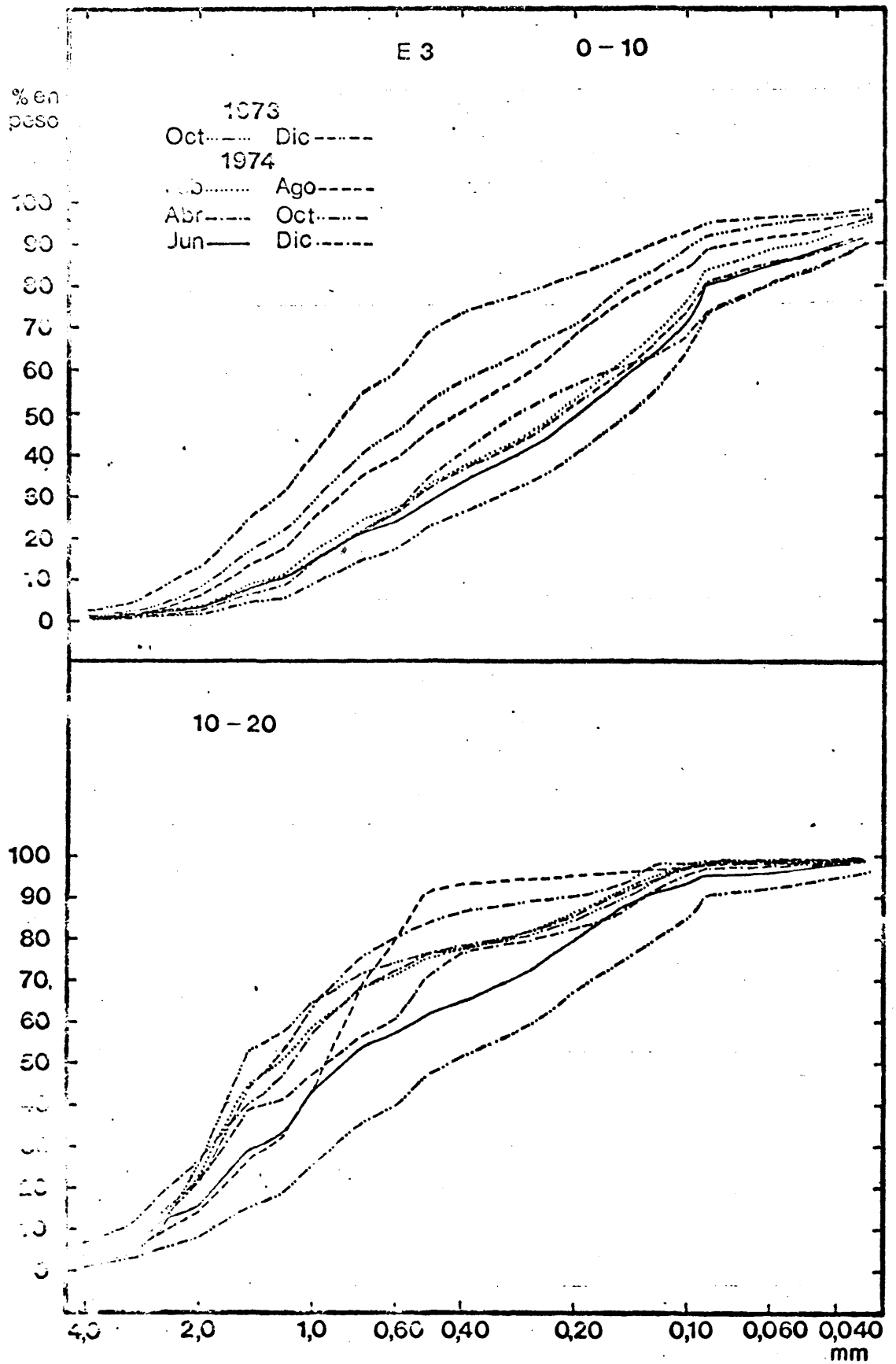


Fig. 20.- Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 3

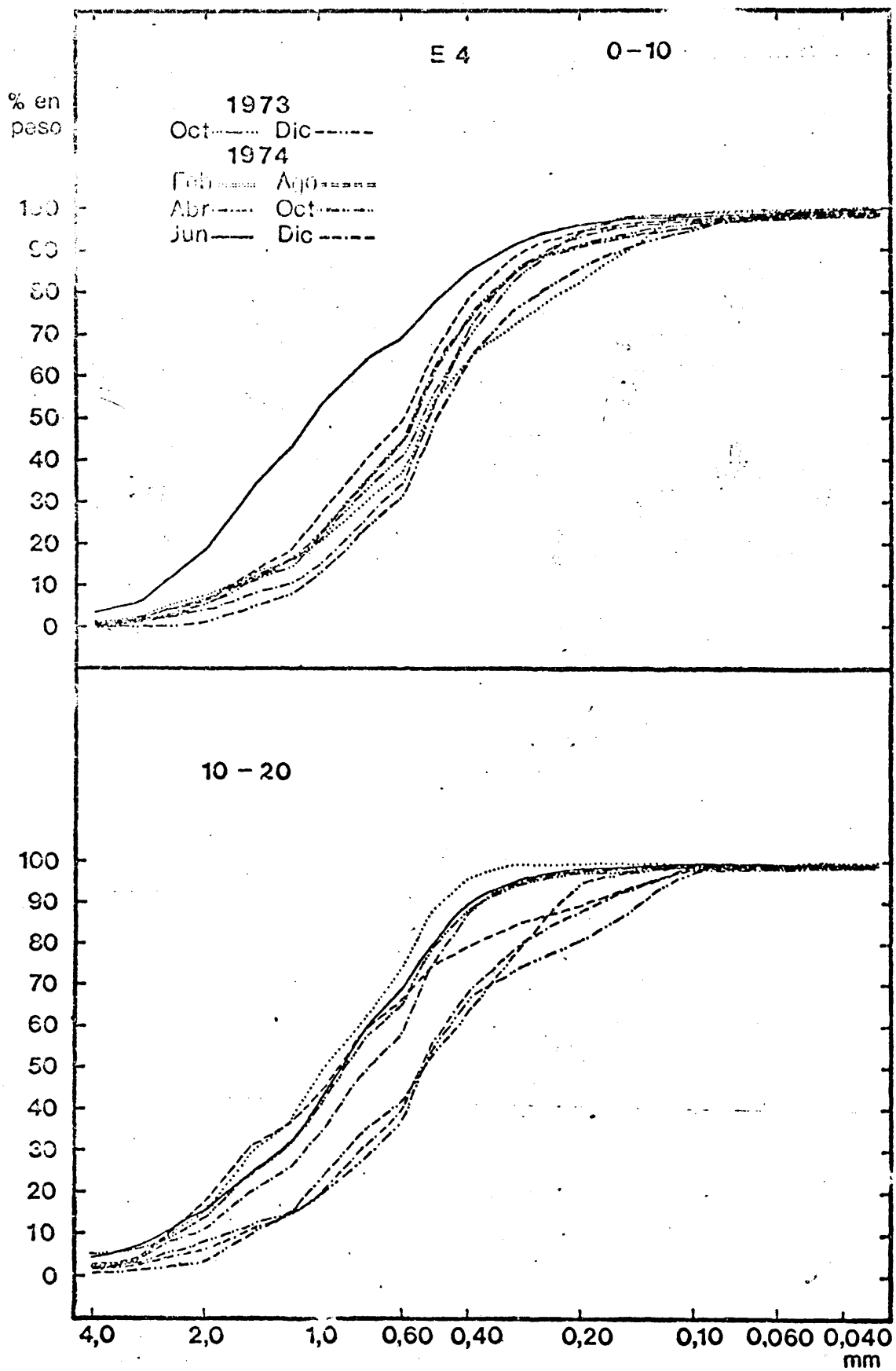


Fig. 21. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 4

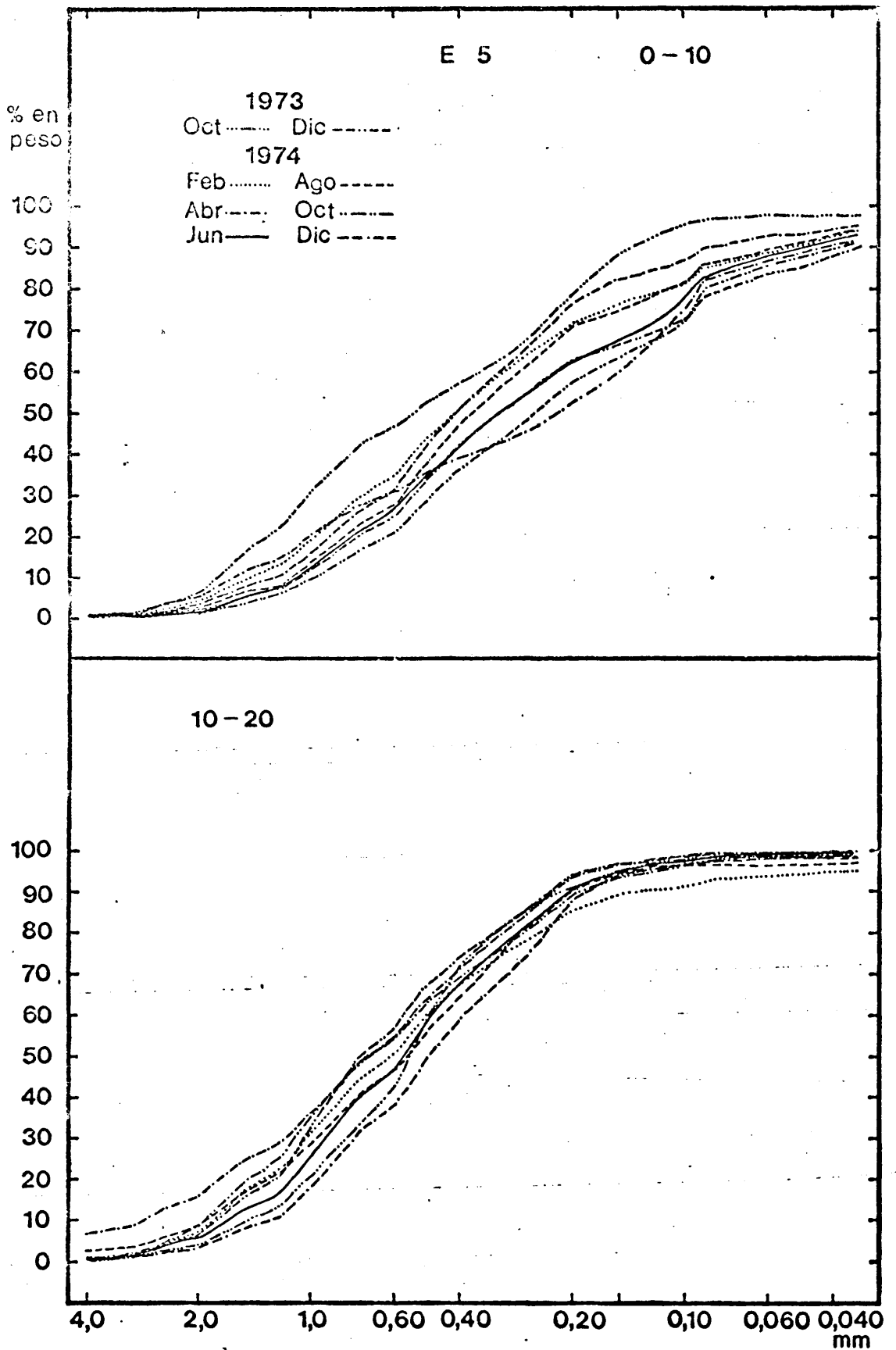


Fig. 22. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 5

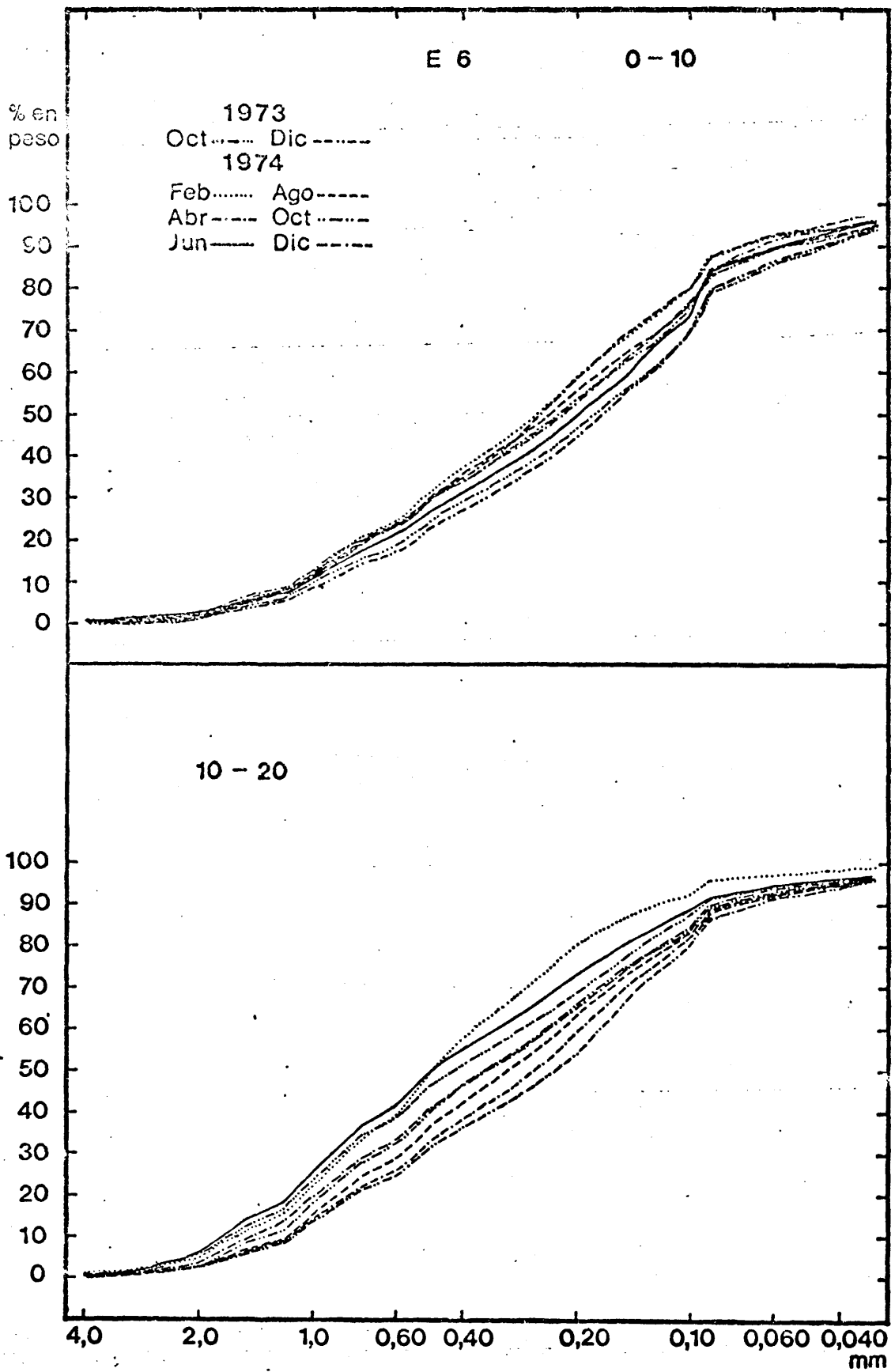


Fig. 23. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 6

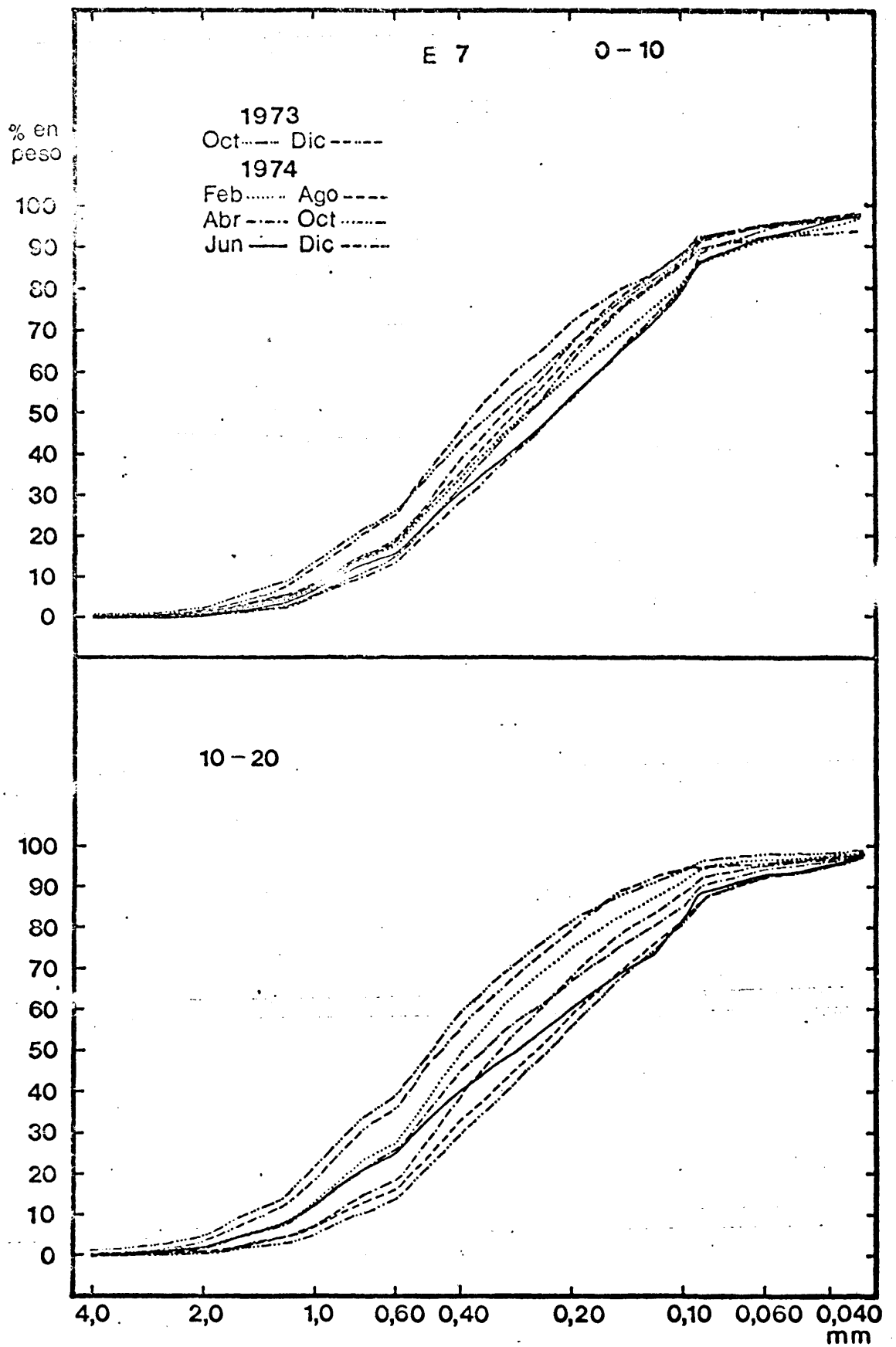


Fig. 24. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 7

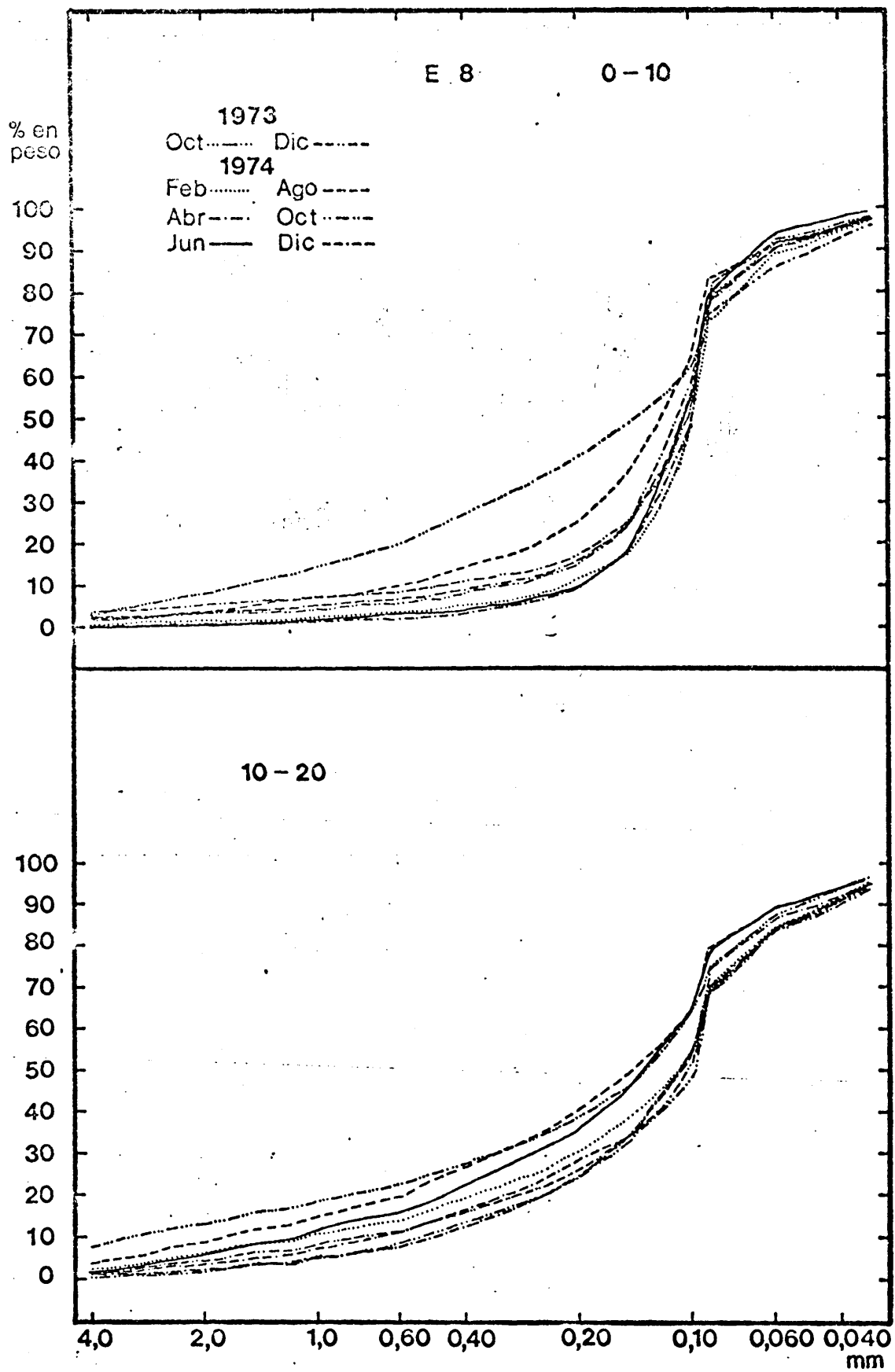


Fig. 25. Curvas granulométricas acumulativas para dos profundidades de la estación 8

trándose los tamaños mínimos en la E8 en sus dos profundidades, mientras que los máximos se encuentran en la E1 y en la E3 a 10-20 cm.

Trazando las isolíneas de los valores medios en un mapa de la playa (fig. 26 a-b) puede observarse que existe un área de sedimentación en la cuenca de los ríos Grova y Belesar, siendo muy patentes las diferencias entre los dos niveles; en el nivel superior quedaría la E4 como un núcleo de máximo tamaño, disminuyendo los tamaños hasta la estación 8. En el nivel inferior, la E8 permanece como núcleo de menor tamaño, desplazándose el de mayor tamaño a la E3, formando una cuña de valores altos que llegaría hasta la E5, permaneciendo la E2 con valores próximos a los del nivel superior, formando un pequeño núcleo de menor tamaño.

Realizando la misma operación con los valores del coeficiente de selección (fig. 26 c-d) los resultados son similares; en el nivel superior un núcleo central con valores bajos, que correspondería a la zona de sedimentación, y máximos en la E4 y sobre todo en la E8. En el nivel inferior la playa aparecería dividida en dos partes por su diagonal mayor; en la que correspondería al río Miñor el coeficiente se encuentra con valores de  $P_o$  en la parte mas lejana a la desembocadura, situándose las isolíneas perpendicularmente al río, hasta la unión con los ríos Belesar y Grova; en la cuenca de éstos hay una pequeña disminución del coeficiente que se sitúa en sus isolíneas paralelamente al río, para disminuir hasta la E4, que es la estación mejor seleccionada.

Estas ideas que sugiere el examen de las figuras, al estar basadas en valores medios de varios meses hay que considerarlas con prevención, puesto que puede estar muy modificada para cada mes en particular, pero permite hacernos una buena idea sobre los puntos de acumulación y los de lavado, así como los de más estabilidad. Hay que concluir este capítulo indicando que algunos de estos fenómenos podían estar provocados por una extracción de arena que se realizaba entre las E5 y E7, que terminó en Noviembre de 1973, provocando la desviación del río

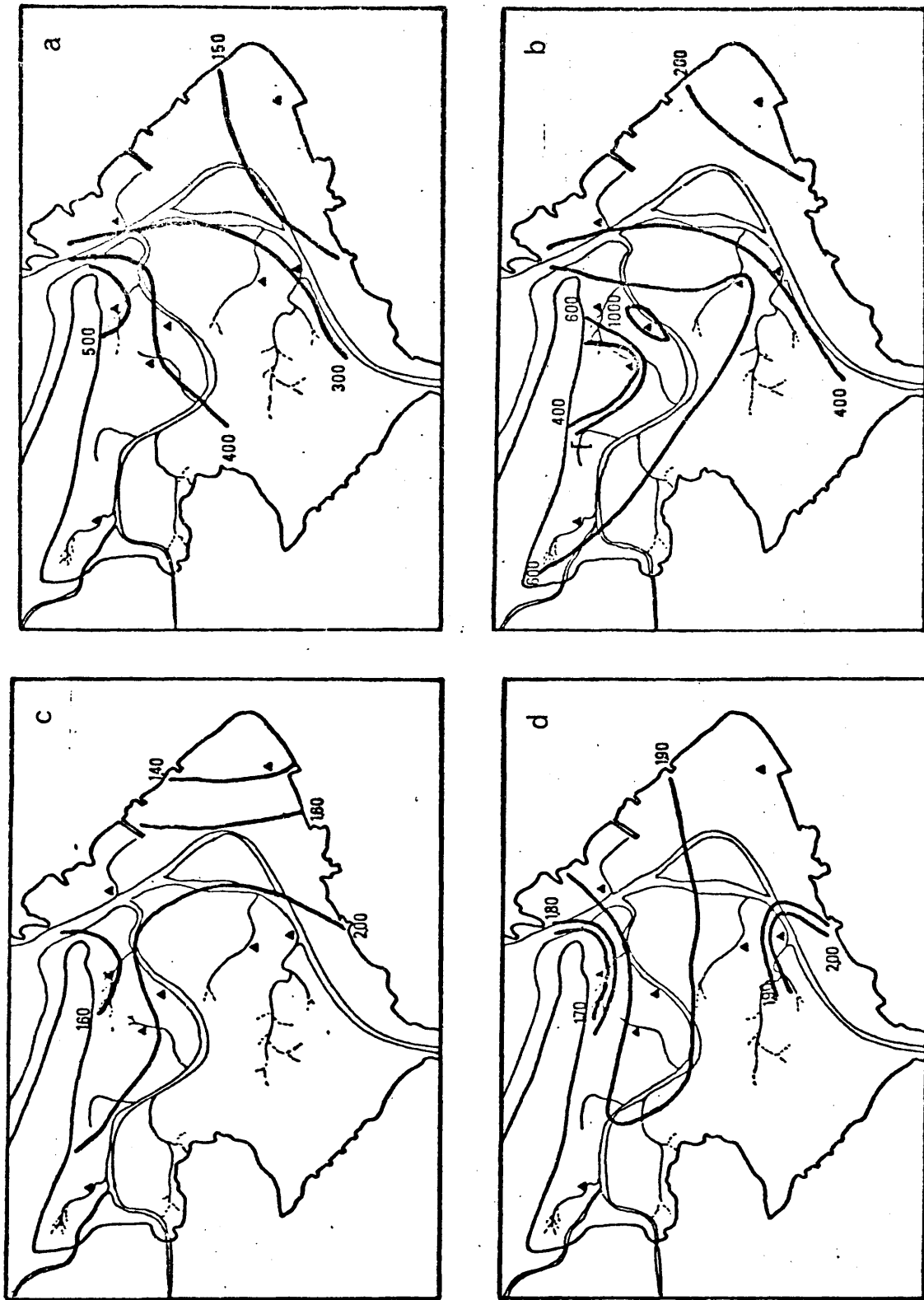


Fig. 26. Distribuciones de las medias de los valores del grano medio en micras; a) a 0-10 cm.; b) a 10-20 cm.; medias del coeficiente de selección; c) a 0-10 cm.; b) a 10-20 cm. de profundidad.

Miñor, cortando el asa que se dirigía hacia la estación 8.

Este fenómeno trajo consigo el descenso del cauce del río en pocos metros y por tanto el que adquirieran las aguas más rapidez, y por tanto el transporte de gran cantidad de sedimento, lo que motivó un cambio en la estructura de este sector de la playa, al dejar al descubierto una amplia meseta triangular que quedó al descubierto en las bajas mareas, modificando por tanto todas las condiciones ambientales que lo habían caracterizado con anterioridad.

### 3. SINTETIZADORES

#### 3.1. Métodos

##### 3.1.1. Muestreo y extracción

La recogida de muestras se realizó mediante un cilindro de 1.25 cm. de diámetro y 10 cm. de longitud, que se clavaba en el sedimento, transportándose al laboratorio, donde en el mínimo tiempo posible se vaciaba con un émbolo; se separaron porciones de 0.5 gr. de sedimento homogeneizado en cinco capas: de 0 a 0.5, de 0.5 a 1, de 1 a 2, de 2 a 3 y de 3 a 5 cm. de profundidad.

Para la extracción de los pigmentos se utilizó acetona al 90 % siguiendo la metodología descrita por MARGALEF (1967). Se realizaron extracciones sucesivas calentando hasta ebullición la acetona; se filtraba el extracto sobre papel en una probeta graduada hasta 10 cc.; la operación se repetía hasta que el extracto era transparente, lo que ocurría normalmente en la tercera ebullición. Este método tiene el inconveniente de la posible destrucción de clorofilas por el calor, así como la absorción de acetona por sales y agua, prefiriéndose sin embargo a la extracción con metanol por haberse utilizado la acetona casi exclusivamente en trabajos precedentes y ser por tanto más comparables los resultados.

##### 3.1.2. Medida y expresión de resultados

Se medía la absorbancia (D) del extracto, en cubetas de 1 cm. de anchura, en un espectrofotómetro Beckman DU modelo G2400 a distintas longitudes de onda - 4300, 4800, 6300, 6450, 6450, 6630, 6650 y 7500 Å.

Para el cálculo de la clorofila a se usó la ecuación monocromática de TALLING y DRIVER (1964).

$$\text{mg. Clor a/ l.} = 11.64 D_{663}$$

que se prefirió a la de SCOR-UNESCO (1966), como recomiendan JEFFREY y HUMPHREY (1973); para los carotenoides se usó la de PARSONS y STRICKLAND (1963)

$$u. \text{ carotenoides} = 10 D_{480}$$

Sobre estas expresiones que dan la concentración de los pigmentos en miligramos o unidades específicas, para obtener la concentración por metro cúbico se multiplican por

$$\frac{\text{ml. extracto acetónico}}{1. \text{ agua filtrada}}$$

En nuestro caso, debido a la utilización de la expresión en miligramos o unidades específicas en 100 gr. de sedimento húmedo, las expresiones anteriores se multiplican por

$$\frac{\text{ml. extracto acetónico}}{5}$$

También se realizó el cálculo del índice pigmentario  $D_{430}/D_{665}$  de MARGALEF (1960), para observar la complejidad de las dotaciones de pigmentos fotosintetizadores, así como para comparar con las cantidades relativas de clorofila a y de carotenoides; también es interesante por las comparaciones que se pueden establecer con el fitoplancton, mucho mejor estudiado y comprendido.

### 3.2. Variación estacional y abundancia

#### 3.2.1. Distribución en profundidad

Para tener una primera idea de la dinámica de los pigmentos en el sedimento, hemos analizado las variaciones estacionales del contenido de clorofila a y del índice D/D en cinco profundidades diferentes que alcanzan los 5 cm. (figs. 27 a 30).

La concentración máxima de pigmentos se encuentra siempre situada por encima del primer centímetro, como resultado de la rápida extinción de la luz, que limitaría la fotosíntesis en los estratos inferiores, lo que unido a la pobre -----

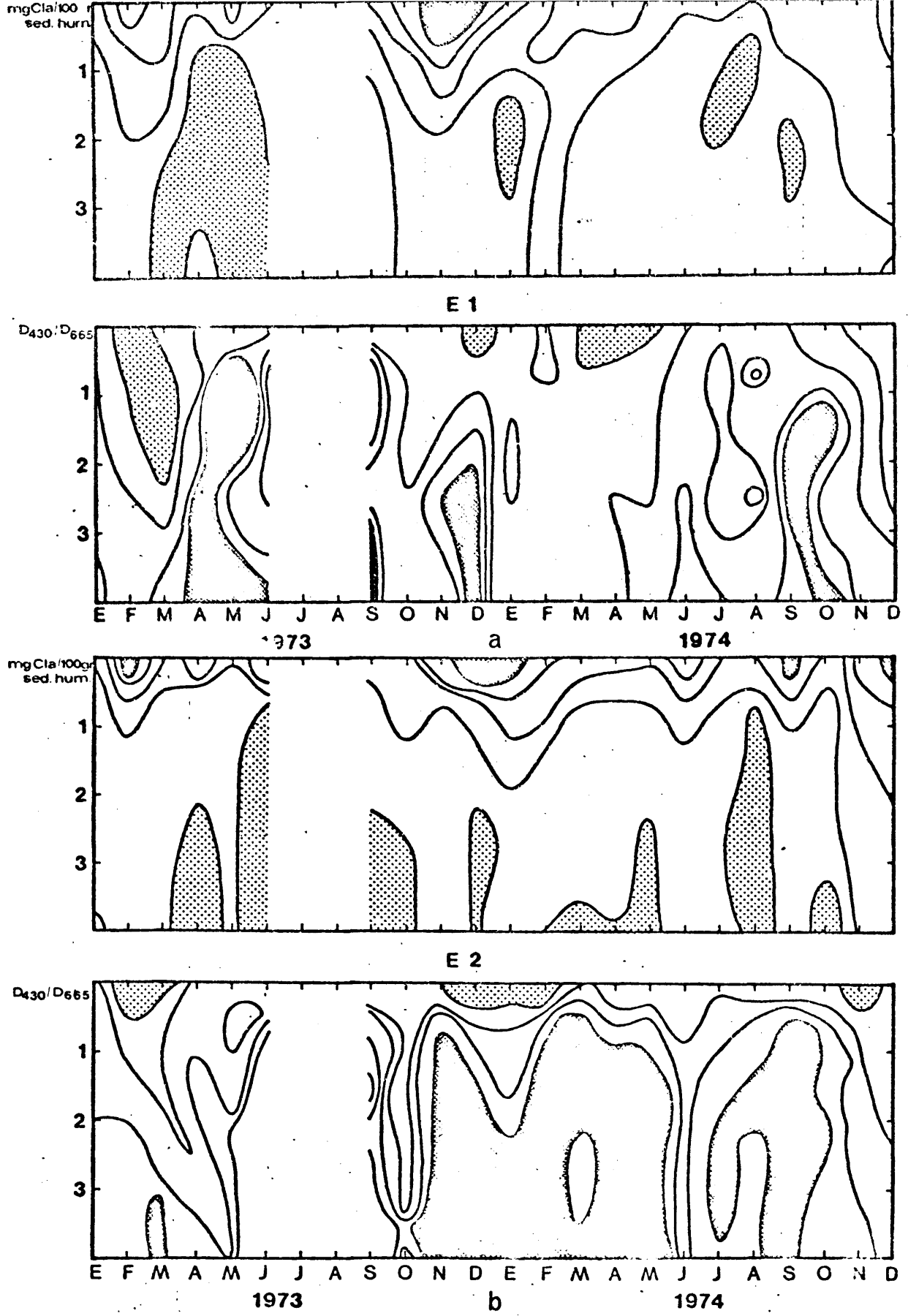


Fig. 27. Distribución de los valores de clorofila a y del índice pigmentario en el tiempo y en profundidad - centímetros -; a) estación 1; b) estación 2 . Clorofila a  
 ••••• 0.5; 0.5-1.0; 1.0-1.5; 1.5-2.0; 2.0 ••••• . Índice pigmentario ••••• 2.6; 2.6-3.0; 3.0-3.5; 3.5-4.0; 4.0 •••••

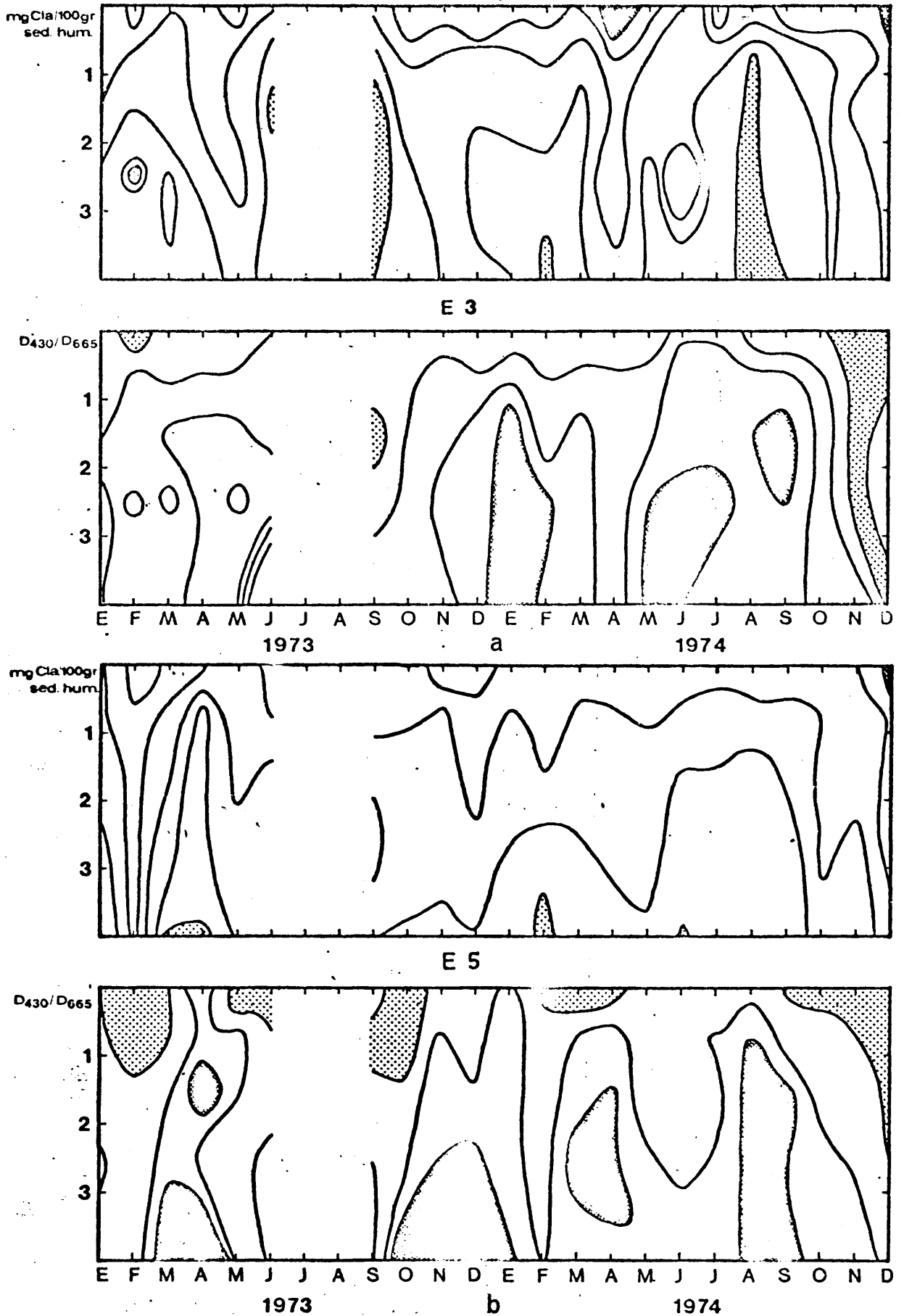


Fig. 28. Distribución de los valores de clorofila a y del índice pigmentario en el tiempo y en profundidad - centímetros -; a) estación 3; b) estación 5. Interpretación como en la figura 27

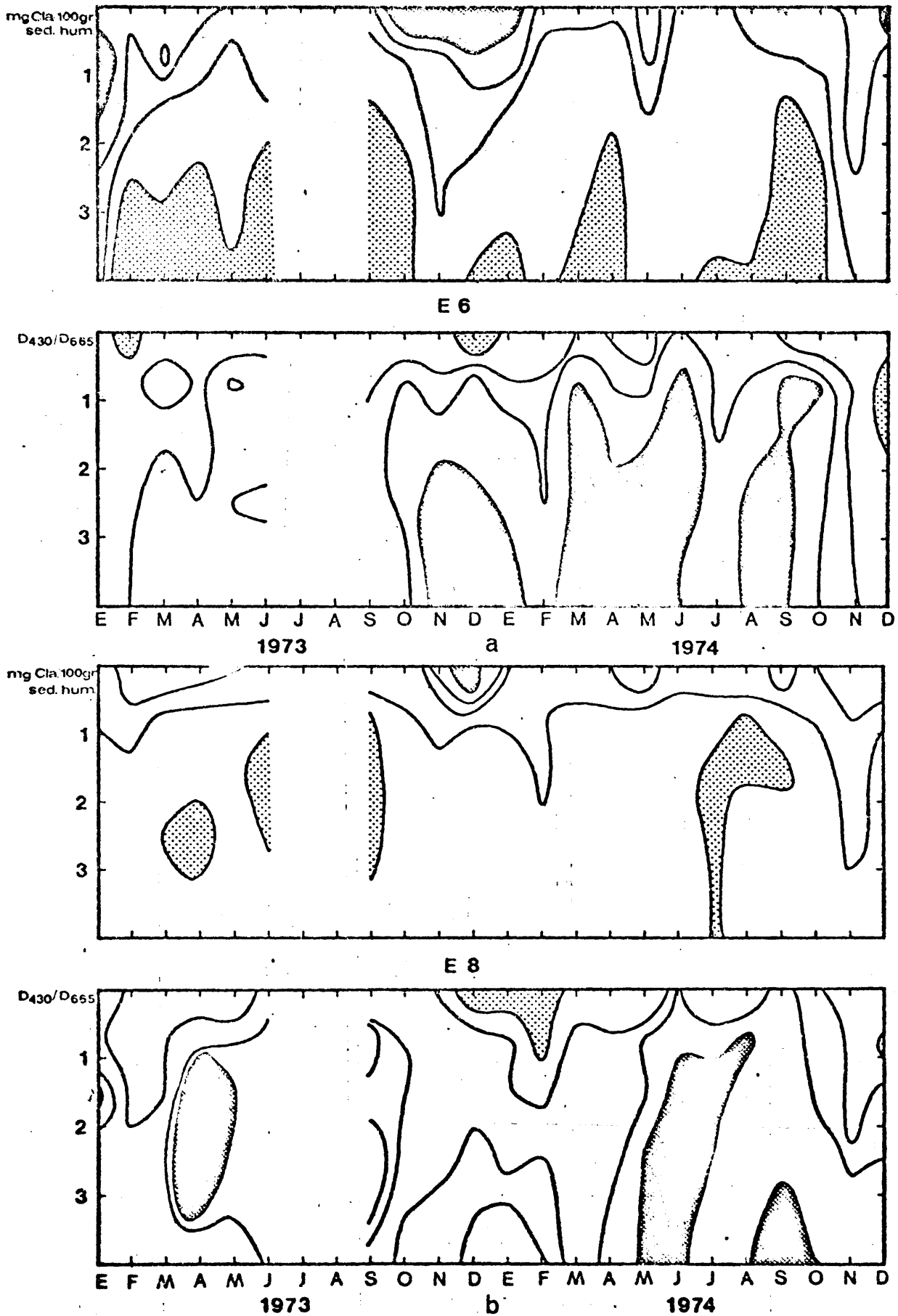


Fig. 29. Distribución de los valores de clorofila a y del índice pigmentario en el tiempo y en profundidad - centímetros -; a) estación 6; b) estación 8. Interpretación como en la figura 27.

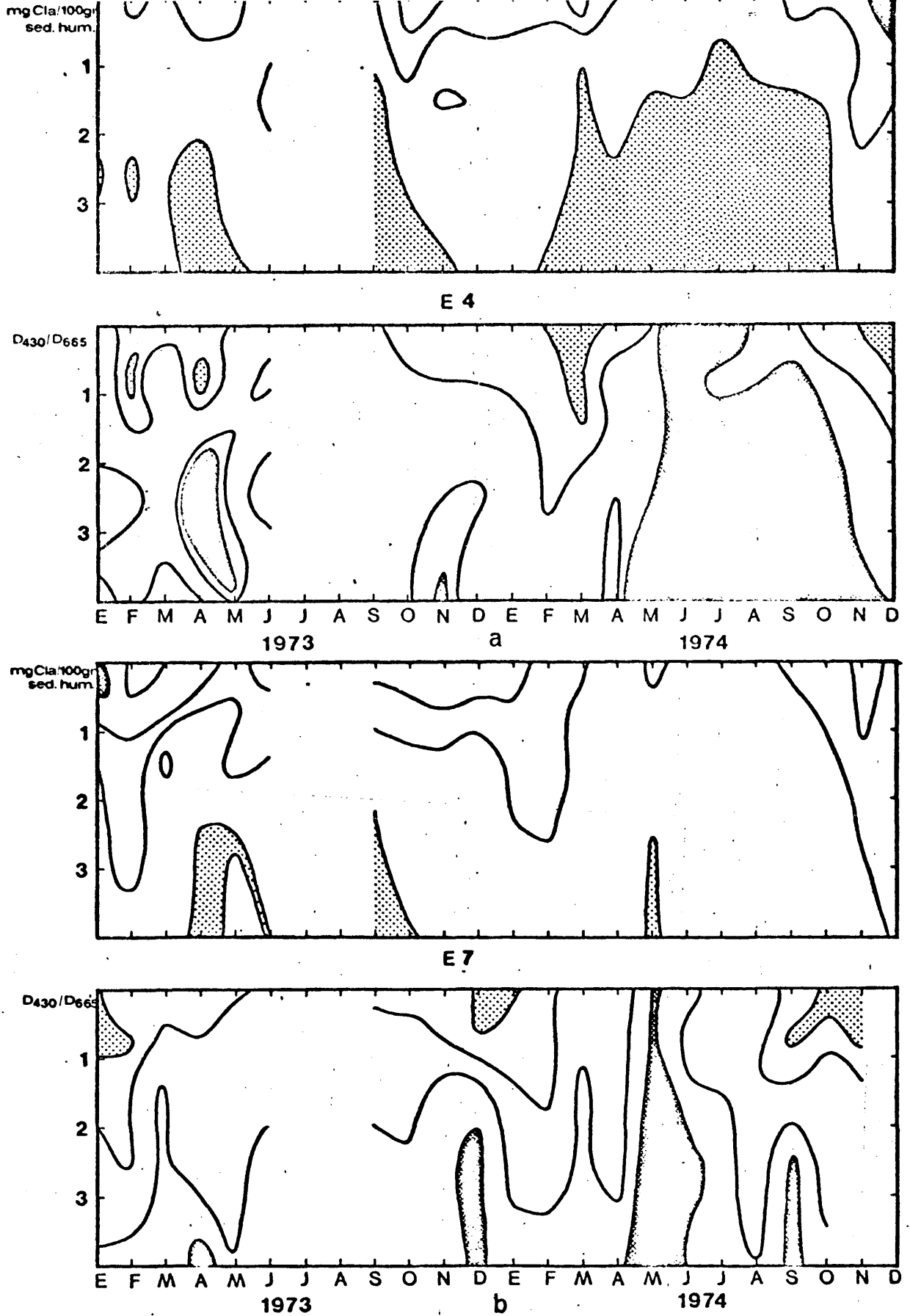




Fig. 30. Distribución de los valores de clorofila a y del índice pigmentario en el tiempo y en profundidad - centímetros -; a) estación 4; b) estación 7. Clorofila a  
 0.5; 0.5-1.0; 1.0-1.5; 1.5  . Índice pigmentario  
 2.6; 2.6-3.0; 3.0-3.5; 3.5-4.0; 4.0 

existencia de productos derivados de clorofilas, provocaría este tipo de distribución, MARGALEF (1958).

El índice  $D_{430}/D_{665}$  se distribuye de modo inverso a la cantidad de clorofila, explicable también por las causas mencionadas anteriormente para éstas; en algunos momentos el índice se dispara hacia valores elevados, lo que indicaría períodos de acumulación de detritus, que aportarían xantofilas. Pero sin embargo, las posibilidades de degradación no están anuladas, puesto que como vimos aparece Oxígeno disuelto en todas las estaciones, excepto en contados meses, siendo por tanto dificultoso, sino imposible la formación de acumulaciones permanentes de derivados de las clorofilas, pero no su presencia irregular.

Los valores altos del índice pigmentario en verano podrían tener relación con fenómenos de estabilización del sistema, por menor dilución y sin mezclas de agua fría, apoyando esta hipótesis los ciclos biológicos de las Cianofíceas que se desarrollan en la playa, que alcanzan sus máximos en verano, ANADON y NIELL (en prensa).

En la E4, donde existen surgencias de agua de escorrentía, los niveles de clorofila permanecen bajos, aunque la actividad debe permanecer alta, como indicarían los valores bajos del índice pigmentario; solamente con la aparición de un vacío prácticamente total de clorofilas entre Abril y Septiembre de 1974 el índice se elevó, extendiéndose a todas las capas de sedimento, lo que apoyaría la hipótesis de la estabilidad.

### 3.2.2. Distribución temporal

Como resultado de las observaciones del apartado anterior, en el que veíamos que la fotosíntesis se limitaba prácticamente al primer centímetro, el estudio de las variaciones estacionales lo hemos limitado a los 0.5 cm. superiores, donde las variaciones son perfectamente perceptibles y relacionadas con los ciclos de producción.

Los valores que hemos encontrado (figs. 31 y 32), pre-

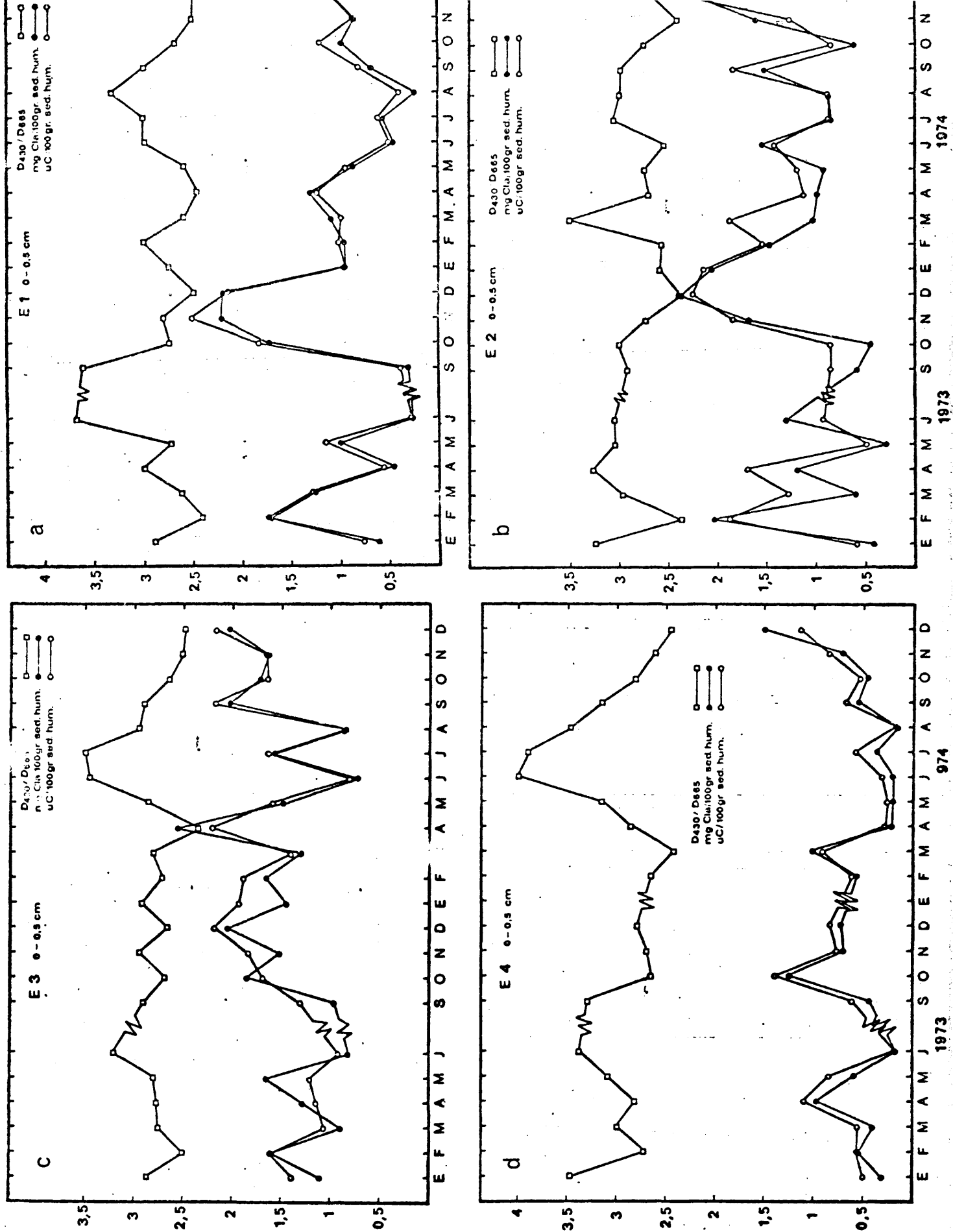


Fig. 31. Valores mensuales de clorofila a, carotenos e índice pigmentario en la capa superficial del sedimento, 0-0.5 centímetros; a) estación 1; b) estación 2; c) estación 3; d) estación 4

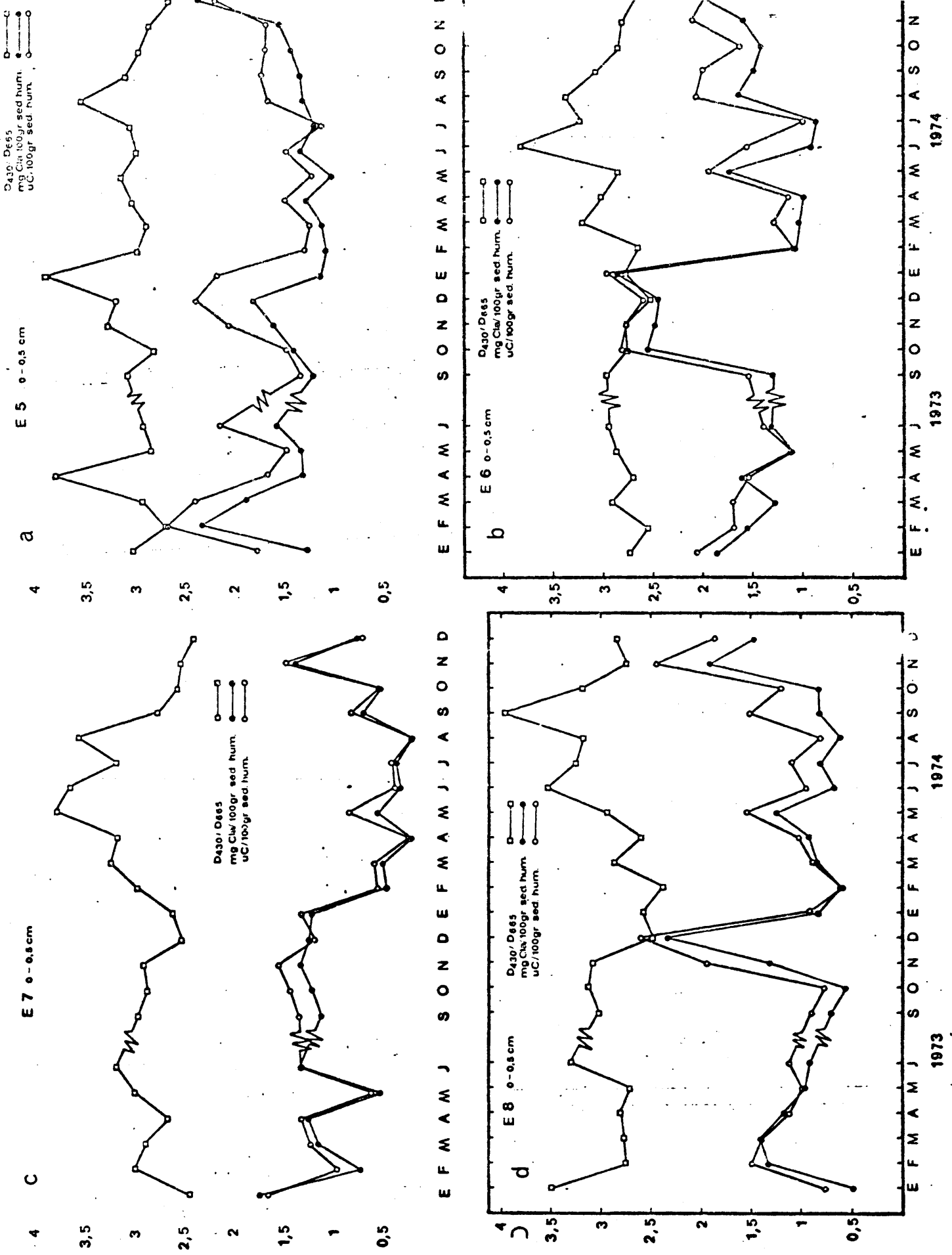


Fig. 32. Valores mensuales de clorofila a, carotenos e índice pigmentario en la capa superficial del sedimento, 0-0.5 centímetros; a) estación 5; b) estación 6; c) estación 7; d) estación 8.

sentan para las clorofilas y los carotenos curvas muy semejantes, con máximos en Febrero y Marzo, y Octubre y Noviembre. Aunque la regularidad en distintos años no sea idéntica, puesto que mientras 1973 presenta una distribución sin altibajos intermedios, 1974 presenta oscilaciones de pequeña importancia, que hacen pensar en un ciclo más largo.

Las variaciones del índice D/D son mucho menos marcadas, siendo en su distribución prácticamente opuestas a las concentraciones de los pigmentos; sin embargo no se observa que la distinta proporción entre clorofila a y los carotenoides sea la responsable de las variaciones del índice pigmentario, MARGALEF (1968); la importancia del índice pigmentario estaría en función de su relación con la estabilidad del medio así como con la producción, alcanzando los valores más elevados en los momentos en que el sistema fuese más estable, siendo la producción mínima, marcando en este sentido las tendencias de la sucesión, MARGALEF (1968).

Los ciclos que hemos encontrado son similares a los hallados por FIGUERAS (1960) en la playa de Areiño - Ría de Vigo -; sin embargo no son comparables a los ciclos del fitoplancton de la Ría de Vigo, MARGALEF y alg. (1955), DURAN y alg. (1956), FRAGA (--1976--), puesto que el intervalo veraniego, muy amplio y marcado en el sedimento es muy reducido y poco extenso en el plancton, situándose sus máximos en Mayo, Junio y Septiembre, éste más elevado en general.

Los ciclos que hemos encontrado son similares a los del plancton mediterráneo, HERRERA y MARGALEF (1961), MARGALEF y CASTELLVI (1967), en los que el mínimo veraniego es muy amplio y marcado, situándose los máximos en Febrero y Marzo, y en Noviembre y Diciembre.

Las comparaciones anteriores nos harían pensar que el ciclo de los pigmentos, más que provocado por limitaciones de nutrientes, que no serían obstáculo al ser un punto de mezcla y de aportes, tendría limitaciones de tipo climático, como serían

la temperatura y el exceso de luz, siendo la capa de atenuación del sedimento muy estrecha; el fitoplancton de la Ría no tendría estas limitaciones excepto en pleno verano, en que se uniría a una reducción de los nutrientes.

### 3.2.3. Distribución espacial

La distribución de las clorofilas por la superficie de la playa (fig. 33) señala la presencia de máximos - medias anuales - de clorofila en una ancha zona que incluiría las estaciones - de clorofila en una ancha zona que incluiría las estaciones

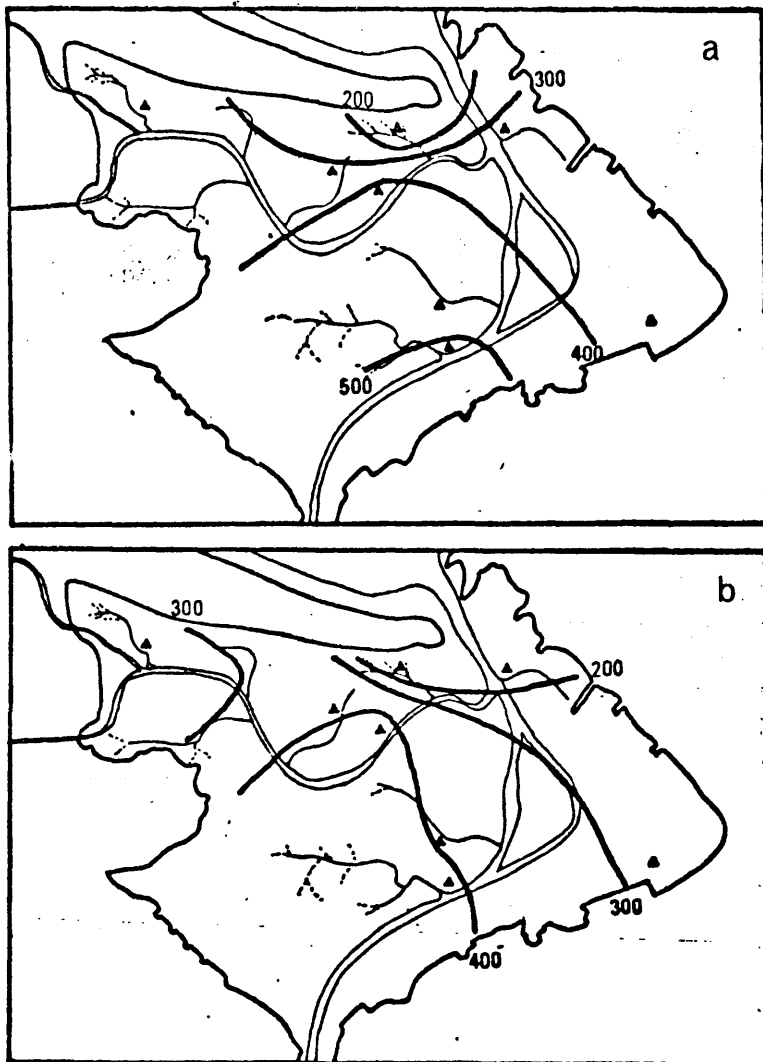


Fig. 33. Distribución de los valores medios de clorofila a en mgr./m<sup>2</sup>, durante, a) 1973 y b) 1974

nes 2, 3, 5 y 6, que se encuentran o bien a la orilla de los ríos - marea baja - o intermedias entre ellos, marcando las zonas de aporte o de mezcla.

Para que los resultados sean comparables con los datos de otros autores, se transformaron a mgr. de Clor. a/m<sup>2</sup> en la capa de 0 a 0.5 cm., que se sitúan en su valor medio entre 164 - E4 en 1974 - y 527 - E6 en 1973 -, siendo los valores extremos de la playa de 49 - E4 - y de 864 - E6-; estos valores se situarían en un ancho espectro en el que se incluirían valores dados por otros autores, tanto en playas como

en fondos sumergidos.

### 3.2.4. Discusión

FIGUERAS (1957) en sus estudios sobre contenidos de pigmentos en las playas de la Ría de Vigo, sitúa nuestra playa entre las más productivas de la Ría, encontrando los valores máximos de ésta en la playa de Areiño - en los meses de Julio y Octubre - con una media de los dos de  $460 \text{ mgr. Cl a/m}^2$ , dando a la playa de la Foz para los mencionados meses un valor medio de  $172 \text{ mgr. Cl a/m}^2$ , datos transformados de U.P.H. por MARGALEF (1958)..

MOUL y MASON (1957) en playas de arena y de limo de Woods Hole dan valores de  $980 \text{ mgr. Cl a/m}^2$  en los seis primeros centímetros de profundidad; COLOCOLOFF y COLOCOLOFF (1973) dan valores para el sedimento sumergido de Marsella que oscilan entre 30 y  $140 \text{ mgr. Cl a/m}^2$ , mientras que BUNT y alg. (1972) para sedimentos sumergidos de Florida y Jamaica entre 6 y 60 m. de profundidad, señalan valores entre 30 y  $219 \text{ mgr. Cl a/m}^2$ .

En la playa estudiada, las corrientes de marea y la turbulencia, facilitarían una producción mayor, MARGALEF (1974), situándose según este mismo autor con una producción primaria con valores de alrededor de  $200 \text{ g.C m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , lo que sería una producción media en el amplio espectro de posibilidades en distintas comunidades; en comparación con los datos de otros autores, nuestros datos dan una concentración superior que los sedimentos sumergidos del Mediterráneo y de mares tropicales; se encuentran al mismo nivel que los de las playas del Atlántico de Massachussets, siendo como es normal mucho más bajos que los de pantanos salinos de esta misma región.

## 4. MEIOFAUNA

### 4.1. Métodos

#### 4.1.1. Toma de muestras

Los muestreos para la obtención de la meiofauna se realizaron exclusivamente durante 1974, con una periodicidad mensual, obteniéndose un ciclo anual completo.

La superficie muestreada para la obtención de muestras cuantitativas de meiofauna, varía mucho con los diversos autores, variando así mismo la frecuencia de muestreo. MOORE (1931) utiliza un tubo de  $8 \text{ cm}^2$  de superficie en sedimentos entre 24 y 166 m. de profundidad; MARE (1942) para comparar muestras repetidas de 45 m. de profundidad utiliza tubos de  $2.54 \text{ cm}^2$ ; BOUGIS (1946-1950) en Banyuls muestrea con cilindros de  $4.15 \text{ cm}^2$ , hasta obtener  $44 \text{ cm}^2$  a 35 m.; WIESER (1960) en fondos de arena entre 15 y 25 m. trabaja con  $10 \text{ cm}^2$ .

Para sedimentos de gran profundidad, THIEL (1966) y DINET (1973) utilizan submuestras de  $10 \text{ cm}^2$  del sedimento extraído con dragas muy perfeccionadas o por "box-corers".

Nosotros para evitar en lo posible el efecto de agregación, después de algunas pruebas, nos decidimos por la toma de dos muestras para cada estación, con cilindros de 2.75 cm. de diámetro -  $5.94 \text{ cm}^2$  de superficie -, que eran homogeneizados durante la extracción, dando en total una superficie de  $11.88 \text{ cm}^2$ ; este tamaño se reveló como perfecto para nuestros deseos, al no existir diferencias significativas entre muestras paralelas.

Los muestreos se realizaron hasta una profundidad de 5 cm., en los que se encuentra según diversos autores, BOUGIS (1950), HULINGS y GRAY (1971), el 95 % de la meiofauna.

La realización de los muestreos, al tomarse sedimento de la zona mareal, permite que su metodología sea muy sencilla, en comparación con los muestreos en bentos sumergido, permitien-

do asimismo una gran rapidez y precisión, que no son en absoluto posibles en sedimentos sumergidos, sino es a costa de inmersiones o de tecnologías y medios muy sofisticados.

#### 4.1.2. Extracción

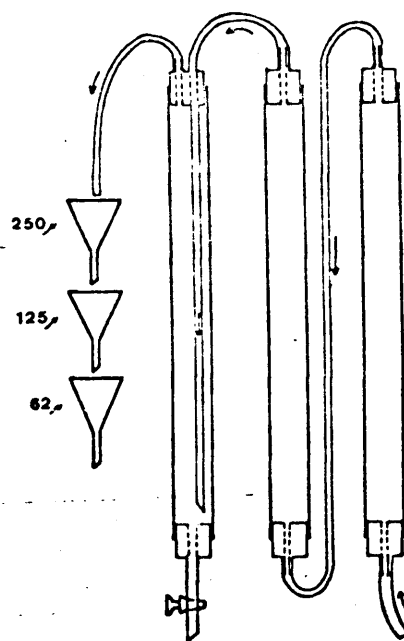
Las muestras así obtenidas eran transportadas al laboratorio, procediéndose a su extracción en un plazo nunca superior a las cuatro horas para evitar en lo posible la muerte y rotura de los ejemplares.

La extracción se realizó por lavado, mediante la utilización del aparato de BOISSEAU (1957), modificándolo en el sentido de añadirle un nuevo tubo,

=====

Fig. 34. Aparato de BOISSEAU (1957) modificado, usado para la extracción de la meiofauna.

=====



alargar los dos ya existentes, y de modificar también los elementos de filtración, mediante el uso de tres mallas de grosor decreciente dispuestas en embudos (fig. 34). Las mallas utilizadas eran redes estandar de plancton con aberturas de 250, 125 y 62  $\mu$  respectivamente; de esta forma se evitaba la obturación de los filtros cuando el sedimento era muy fino.

La duración del lavado dependía del tamaño del sedimento, pero se situaba siempre entre un cuarto y media hora. Posteriormente los filtros eran lavados con la ayuda de un pincel fino en botellas con formol al 5 % neutralizado y tamponado, donde se conservaron hasta su análisis.

#### 4.1.3. Contaje y expresión

Para realizar los contajes de las muestras con mayor facilidad, se tiñeron las muestras con Rosa Bengala durante 24 horas, DINET y alg. (1973).

Se utilizó para el estudio una cámara de recuento, RE-NAUD-MORNANT (1966), ANADON y NIELL (en prensa), en la que la superficie está dividida por laminillas transversales, con la anchura del campo de visión de la lupa, evitándose de esta forma los datos repetidos y la posible mezcla de distintas partes del líquido durante el recuento

El recuento se realizaba sobre una parte alícuota de la muestra, siete centímetros cúbicos, después de conocido el volumen total de ésta.

Los datos de estos recuentos los expresaremos en los resultados de dos formas diferentes, que tienen relación con la abundancia y con la dominancia de los distintos grupos zoológicos que se consideran en este trabajo; es decir, se dan referencias al número de ejemplares por superficie de muestreo - aproximadamente  $12 \text{ cm}^2$  -, o como porcentajes de cada grupo con respecto al total de la fauna de la estación en un mes determinado.

### 4.2. Resultados

#### 4.2.1. Composición

La composición faunística, considerando los grandes grupos, es muy homogénea en toda la playa, puesto que los grupos que la habitan están en todas las estaciones; sin embargo, su distribución cuantitativa tanto en el espacio como en el tiempo presenta diferencias muy marcadas que analizaremos posteriormente.

Advertimos antes que nada que los "grupos zoológicos" que utilizamos no tienen igual rango taxonómico, puesto que los que aquí consideramos son de una categoría diversa. El grupo

más importante numericamente en la playa es el de los Nematodos, seguido en importancia decreciente por los Copépodos Harpacticoides, Foraminíferos, Ostrácodos, Acaros y Tardígrados; después existen una serie de grupos con escasa representación y larvas de animales pertenecientes a la macrofauna, que serían los siguientes: Nemertinos, Rotíferos, Oligoquetos, Archianélidos, Copépodos Cyclopoides, Mystacocaridos, larvas nauplius de Crustáceos, larvas de Poliquetos y larvas de Dípteros.

Como se puede observar a simple vista, la composición es uniforme y poco variada, lo que puede ser debido al relativo aislamiento del área, y a ser un ambiente inadecuado para especies y grupos sin resistencia o capacidad de regulación.

#### 4.2.2. Variación estacional

A) Estación 1.- En esta estación (fig. 35), dominan los Nematodos durante todo el año, con valores superiores al 50 % del total, apareciendo en Julio, Septiembre y Octubre valores superiores al 75 %; la mayor abundancia, con valores de más de 1500 individuos se da en Julio, Septiembre y Diciembre.

Los Harpacticoides tienen un porcentaje mayor en Enero con el 33 %, siguiéndole Agosto, y valores mínimos en Julio y Septiembre; las máximas abundancias - más de 300 ejemplares - se sitúan en Marzo, Abril y Noviembre y las mínimas en Febrero y Julio con menos de 100.

Los Foraminíferos presentan en esta estación porcentajes muy reducidos pudiendo destacar el 23 % de Junio, con 293 ejemplares; los demás meses presentan valores muy inferiores con mínimos en Enero y Agosto, con menos de 40 individuos.

Los Ostrácodos presentan dos periodos muy claros con máximos al final de cada uno de ellos, Junio y Noviembre, con valores entre el 4 y el 5 %; no se encuentran presentes en Enero y Julio. Los Acaros, se encuentran fundamentalmente entre Febrero y Agosto, con dos máximos en Marzo y Mayo - 5.6 % - con 52 y 75 individuos respectivamente; en otoño su presencia es nula

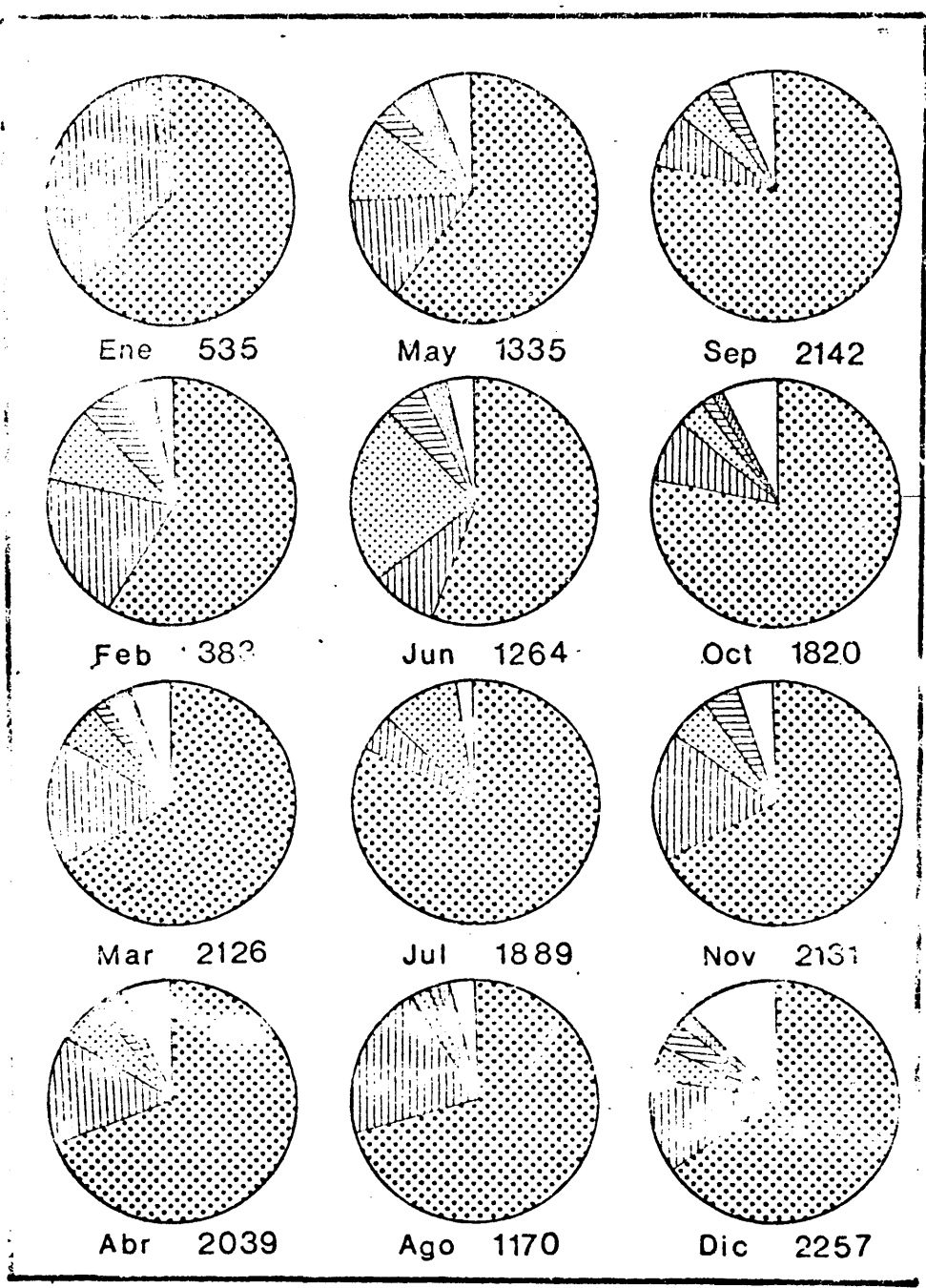


Fig. 35. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 1. Nematodos Harpacticoides Foraminíferos Ostrácodos Acaros Tardígrados Otros grupos

=====

apareciendo exclusivamente en Diciembre.

Aparecen en Marzo Tardígrados en pequeño número; también se encuentran en forma dispersa Oligoquetos, Archianélidos, Mystacocáridos y larvas de Poliquetos.

B) Estación 2.- En esta estación es menor la abundancia de meiobentos que en la estación 1, con un máximo muy marcado en Julio y mínimos en Enero y Agosto (fig. 36). La dominancia de los Nematodos es menor, con un máximo superior al 75 % en Septiembre, y mínimos inferiores al 50 % en Enero y Marzo. La abundancia máxima se encuentra en Julio con 1195, y las mínimas en Enero - 75 - y en Junio - 364 -.

Los Harpacticoides, con porcentajes que pueden alcanzar hasta el 44 % en Enero, poseen tres máximos en el año, Mayo, Septiembre y Diciembre - 230, 191 y 171 - y mínimos en Febrero y Agosto - 86 y 89 -. Los Foraminíferos presentan asimismo tres máximos en el año, Marzo, Julio y Diciembre - 244, 312 y 171 -, con mínimos en Febrero, Abril y Agosto - 52, 67 y 54 -; los mayores porcentajes se encuentran en Marzo, Julio y Diciembre, superiores al 15 %, siendo prácticamente nulos en Mayo y Septiembre, inferiores al 4 %.

Los Ostrácodos, en número muy reducido, se encuentran entre Julio y Septiembre, no alcanzando en ningún caso valores superiores al 5 %. Los Acaros que se encuentran entre Enero y Abril, con alguna presencia aislada, superan en tres meses el 10 % del total, pero el resto de los meses su abundancia es muy escasa, y por lo tanto su participación en el total de la meiofauna. No aparecen Tardígrados, y son muy reducidos los números de ejemplares de otros grupos, entre los que se encuentran Archiánélidos, Cyclopoides y larvas nauplius.

C) Estación 3.- En esta estación la dominancia de los Nematodos es absoluta, puesto que excepto en Febrero y Diciembre se aproxima o supera al 75 % (fig. 37). Presentan dos máximos de abundancia en Junio y Octubre - 1516 y 1935 -, y mínimos en Febrero y Septiembre - 427 y 688 -; su mayor dominancia se sitúa en Julio y Agosto, y Octubre y Noviembre.

Los Harpacticoides no presentan oscilaciones elevadas, con máximos en Mayo, Septiembre y Diciembre - 212, 128 y 129 -, y mínimos en Marzo, Julio y Noviembre - 87, 74 y 69 -; su abundancia relativa se mantiene todo el año entre límites modestos,

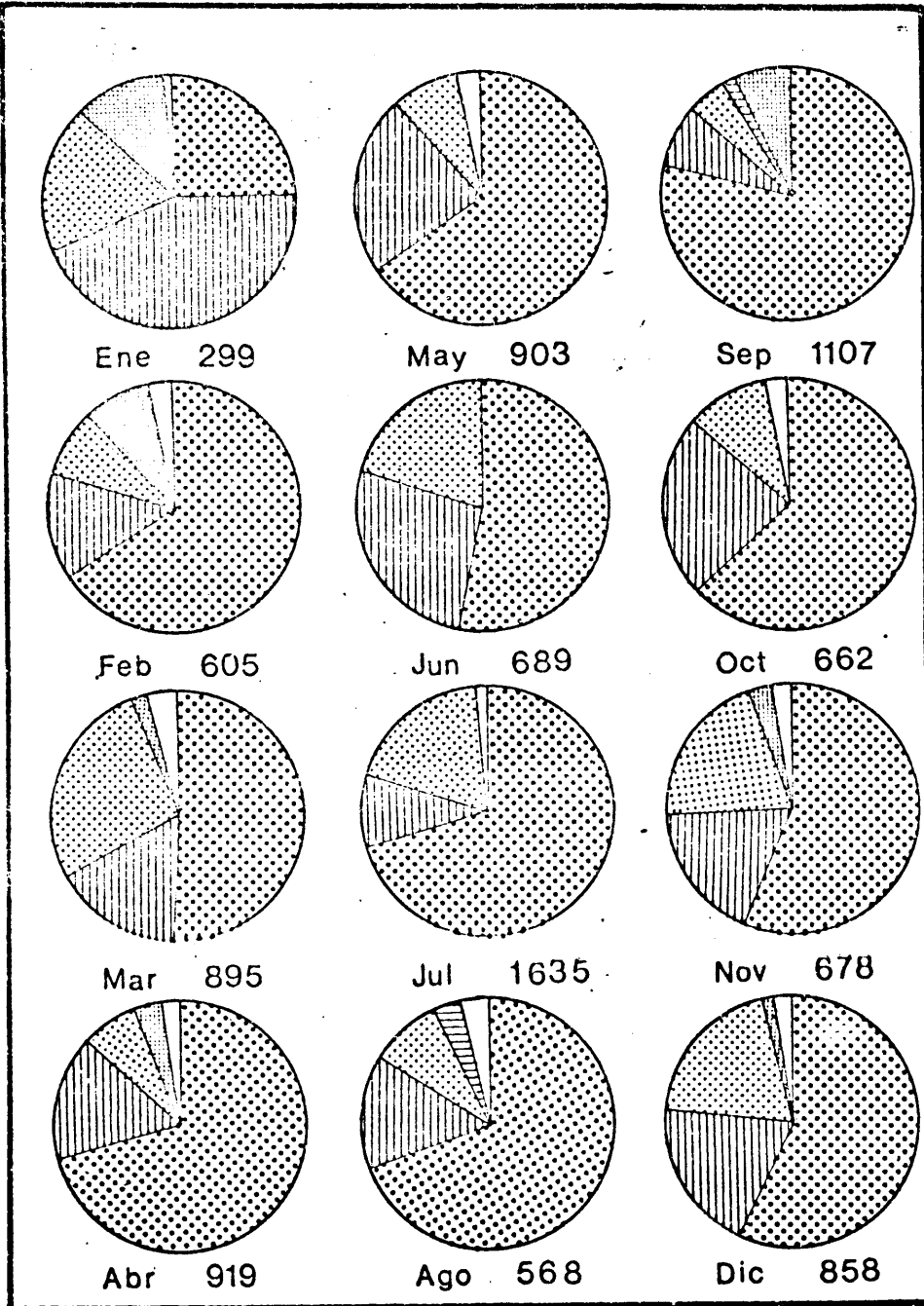


Fig. 36. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 2. Interpretación como en la figura 35.

=====

con un valor máximo del 13 %, y un valor mínimo del 3 %.

Los Foraminíferos presentan mayor abundancia que los Harpacticoides, mostrando dos máximos claros en Junio y Diciembre - 296 y 292 -, y mínimos en Marzo y Septiembre - 87 y 128 -; la dominancia se mantiene entre el 6 y el 26 %, con el máximo

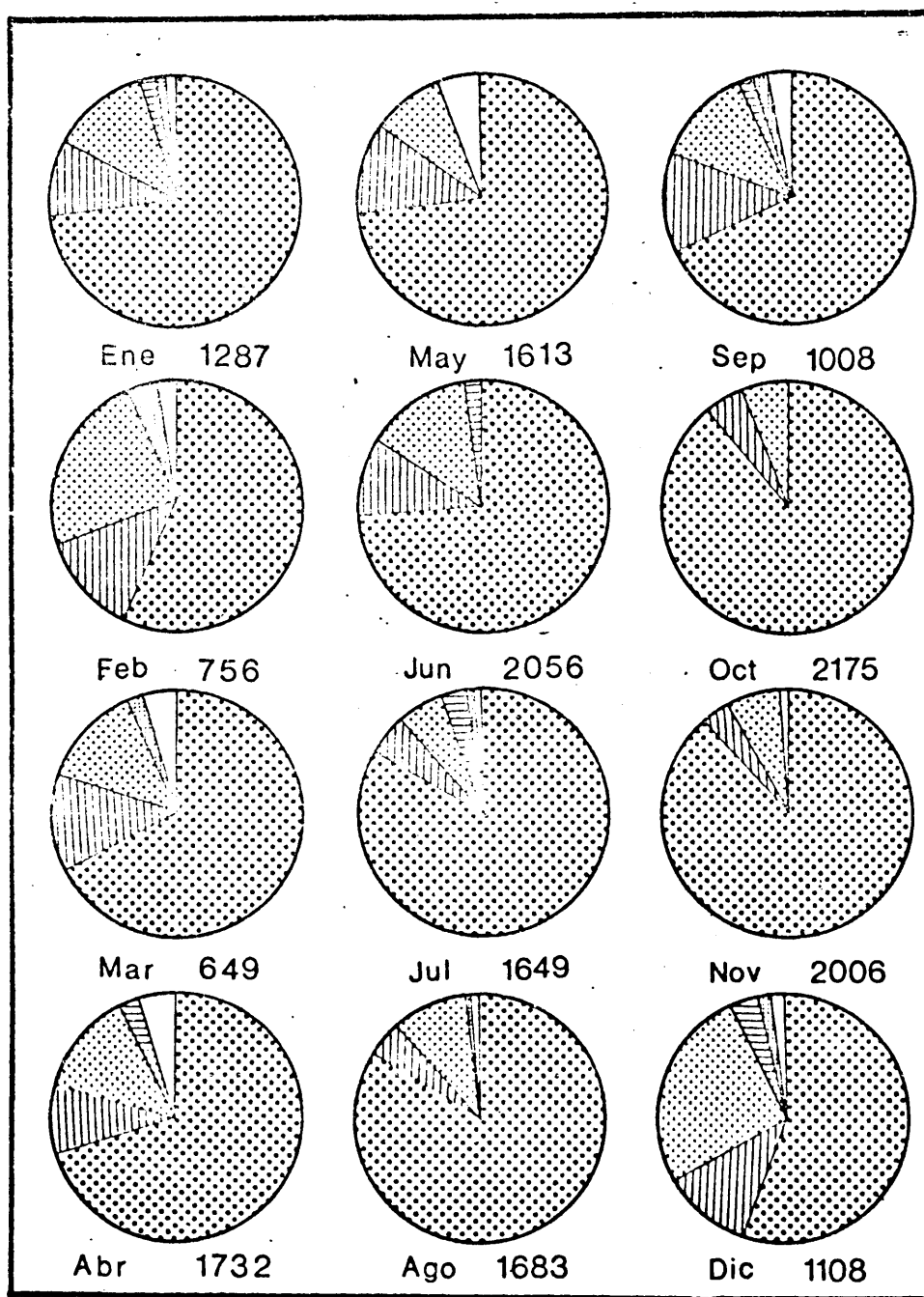


Fig. 37. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 3. Interpretación como en la figura 35.

=====

en Diciembre; las oscilaciones mayores se presentan durante el periodo invernal, para regularizarse en verano y el otoño.

Los Ostrácodos presentan una distribución irregular, con valores relativamente altos en Junio y Julio - 35 y 59 -; se mantienen siempre dentro de niveles porcentuales muy discretos, puesto que no superan en ningún caso el 5%. Los Acaros presen-

tan dos periodos, con máximos en Febrero y Septiembre - 33 y 16 -, siendo escasa su participación en el total de la meiofauna.

No aparecen Tardígrados, encontrándose entre los de - más grupos Oligoquetos, Archianélidos, larvas de Dípteros y larvas náuplius.

D) Estación 4.- Esta estación (fig. 38) es la que presenta mayores diferencias con el resto de las estaciones, puesto que los Nematodos, excepto en otoño se encuentran reducidos a menos del 50 % del total. Las máximas abundancias de Nematodos se encuentran en Junio y Octubre - 878 y 1518 -, y los mínimos muy destacados se producen en Marzo y Septiembre - 133 y 476 -.

Los Harpacticoides por el contrario se encuentran con gran abundancia, superando en algunos meses el 50 % del total de la meiofauna, y no siendo su abundancia relativa nunca inferior al 10 %. Presentan tres máximos, el de Mayo muy destacado con 936, y los otros dos en Enero y Septiembre - 358 y 444 -; los mínimos se encuentran en Febrero y Octubre - 103 y 183 -.

Los Foraminíferos se presentan en número muy inferior al de los Harpacticoides, con valores que oscilan entre 17 y 242 - Marzo y Junio -; Los porcentajes también son reducidos, con máximos del 13 % en Diciembre y mínimo en Marzo con el 4 %, lo que representa una abundancia relativa baja si se compara con la del resto de las estaciones, exceptuando a la estación 8 como veremos posteriormente.

Los Ostrácodos y los Acaros encuentran en esta estación su máxima abundancia. Los primeros se encuentran en ella durante todo el año, excepto en Marzo, con los valores máximos en primavera - 121 en Junio -, y valores mínimos en invierno - 15 en Febrero -. Asimismo su máxima representación porcentual se sitúa en primavera y verano, con el valor máximo - 7 % - en Agosto.

Los Acaros, sin embargo, no se presentan en otoño e invierno, alcanzando su abundancia máxima en Mayo - 198 -, para decrecer hasta Septiembre; su presencia relativa alcanza asimis-

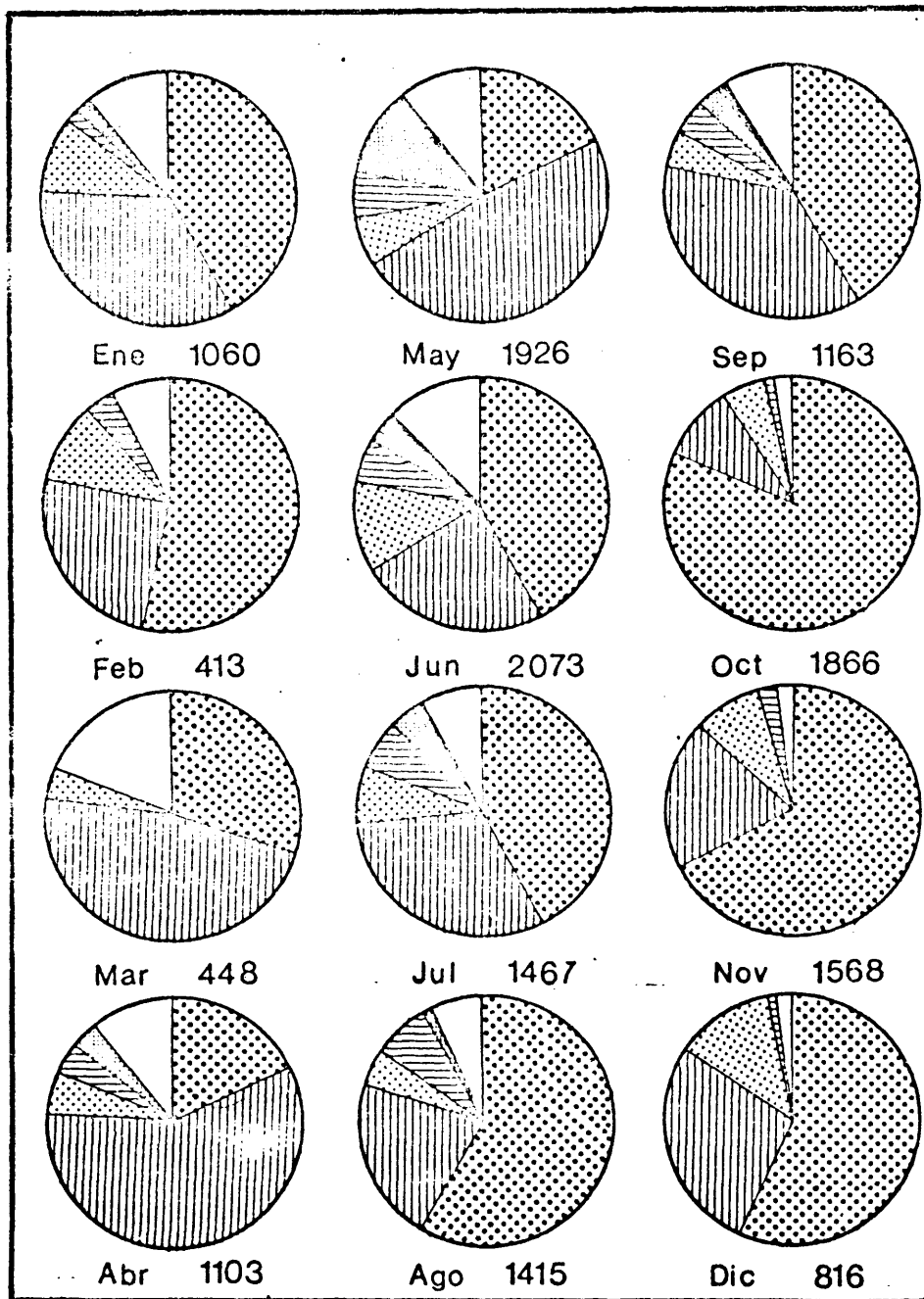


Fig. 38. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 4, Interpretación como en la figura 35.

=====

mo su máximo en Mayo - 10 % -.

Los Tardígrados, presentes en esta estación, tienen abundancias discretas, máximo de 61 ejemplares en Junio, con porcentajes que no alcanzan en ninguno de los cuatro meses en los que se presentan valores superiores al 3 %.

El resto de los grupos que aparecen son: Rotíferos, Oligoquetos, Archianélidos, Mystacocáridos, larvas de Poliqueto y larvas nauplius; están bien representados, sobre todo por las larvas nauplius, que alcanzan valores superiores al 5 % del total de la meiofauna en algunos meses.

E) Estación 5.- En esta estación (fig. 39) volvemos a encontrar una gran abundancia de Nematodos, con dominancias próximas superiores al 75 %, descendiendo únicamente en Marzo por debajo del 50 %; la abundancia máxima corresponde al mes de Noviembre - 1333 -, y con los valores mínimos en Febrero y Marzo - 371 y 405 -.

Los Harpacticoides, no tan numerosos como en la E4, presentan sin embargo algunos meses con abundancias notables, Noviembre y Diciembre - 454 y 434 -, en los que alcanza el 21 % del total; los valores mínimos están centrados en el verano, llegando a desaparecer en el mes de Junio, y siendo su abundancia muy reducida en Abril y Julio.

Los Foraminíferos son muy abundantes, con valores máximos en Junio y Octubre - 264 y 291 - llegando a alcanzar el 25 % de la fauna; los valores mínimos se han obtenido en Julio y Noviembre - 84 y 91 -, alcanzando en este mes su nivel porcentual menor -.4 % -; en esta estación se invirtió la mayor dominancia de los Harpacticoides sobre los Foraminíferos de la E4, pero los segundos no alcanzan la abundancia de los primeros en la estación anterior.

Los Ostrácodos, presentes en primavera y otoño, están pobremente representados, 53 en Mayo y 45 en Noviembre, siendo también su contribución al total de la microfauna muy pequeña, siempre inferior al 5 %. Los Acaros, también muy escasos, 57 en Junio es su abundancia máxima, se encuentran al final del invierno y en primavera, no alcanzando valores superiores al 4 % del total.

No aparecen los Tardígrados, y el resto de los grupos está representado únicamente por larvas nauplius, que llegan a

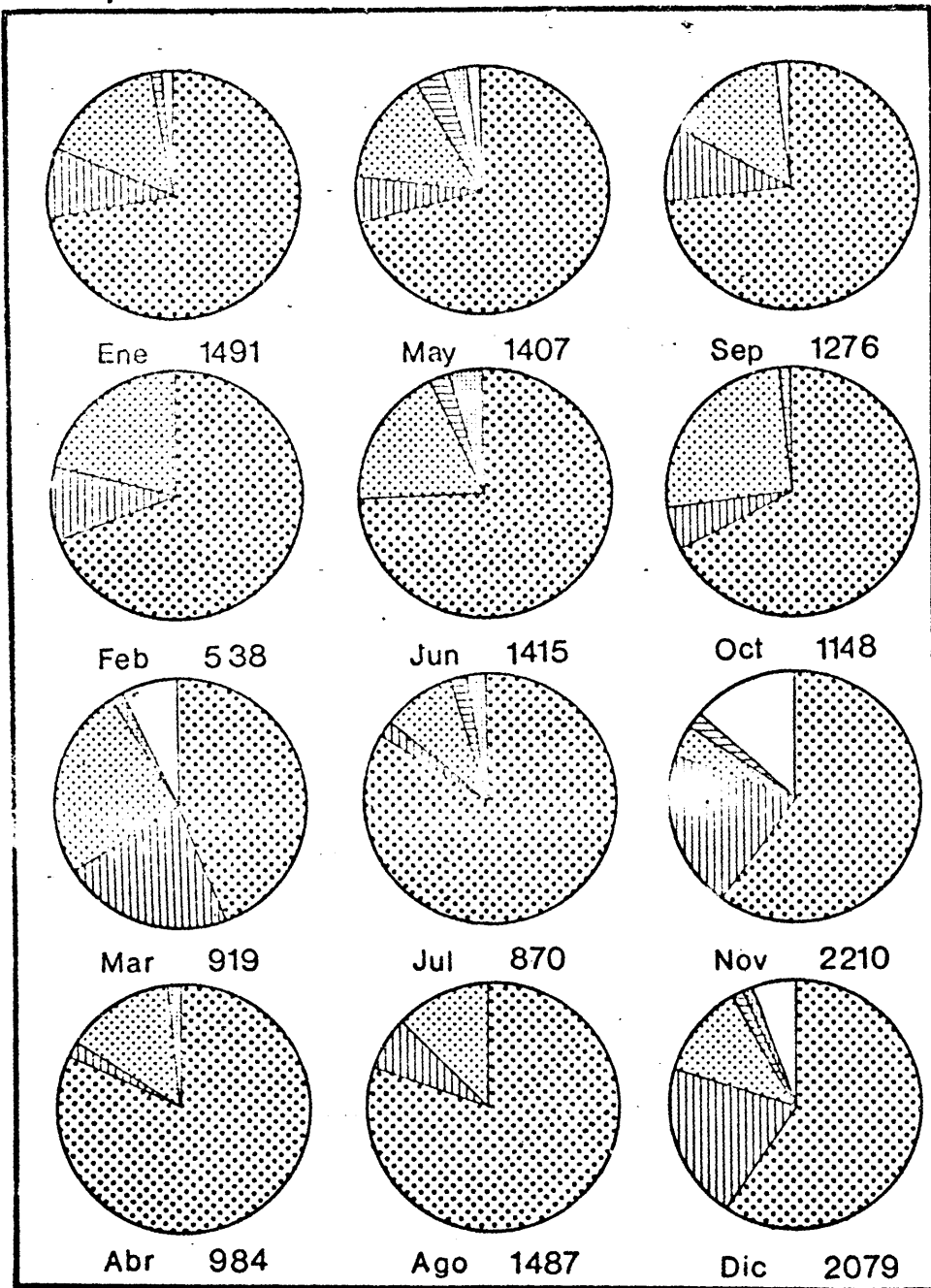


Fig. 39. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 5. Interpretación como en la figura 35.

=====

alcanzar el 5.5 % del total en Noviembre - 121 -, siendo su distribución claramente primaveral y otoñal.

F) Estación 6.- Es la estación más uniforme de toda la playa (fig. 40), puesto que los Nematodos constituyen durante todo el año, excepto en Marzo - 59 % -, más del 75 % de la meiofauna, alcanzando en Mayo el 90 %; posee esta estación la mayor

abundancia media de toda la playa; si consideramos su abundancia encontramos cuatro máximos, con valores que aumentan a lo largo del año, Febrero, Mayo, Agosto y Diciembre - 1711, 2068, 2099 y 2998 -, situandose los mínimos en Enero, Marzo, Julio y Septiembre - 872, 514, 1115 y 857 -.

Los Harpacticoides, debido a la gran abundancia de Nematodos, presentan siempre porcentajes muy bajos, no superiores al 11 %, y normalmente proximos al 3 ó 4 %. Presenta los máximos de abundancia en Abril, Octubre y Diciembre - 93, 81 y 157 - y los mínimos en Febrero, Agosto y Noviembre - 48, 16 y 36 -; como se puede ver las oscilaciones no son muy acusadas, lo que hace suponer, unido a su baja abundancia, que no es un medio muy apto para su vida.

Los Foraminíferos constituyen el segundo grupo en importancia de la estación, aunque no esten presentes en Abril; su nivel más alto lo alcanzan en Junio - 19 % - que es a su vez el de mayor abundancia - 347 -, con otro máximo en Diciembre - 139-. El valor mínimo - en Abril no aparecieron - se encuentra en Noviembre - 54 -, que representa un 2 % del total.

Los Ostrácodos y los Acaros estan pobremente representados, los primeros en tres periodos, con el máximo en Agosto - 48 -, y porcentajes inferiores al 2.5 %; los segundos aparecen en tres meses, con el valor máximo en Marzo - 35 -, que representa el 4 % del total en ese mes, alcanzando en los otros dos el 1 %.

No aparecen los Tardígrados, y los demás grupos sólo son destacables por la presencia de larvas nauplius, fundamentalmente en invierno, llegando en Marzo - 106 - al 12 % del total.

G) Estación 7.- Al igual que en la estación anterior, en esta siguen dominando los Nematodos (fig. 41), con valores superiores al 75 % excepto en Abril que se reduce por debajo del 50 %. Posee el valor más elevado considerando los valores mensuales aislados, alcanzando en Noviembre - 3040 - que representa

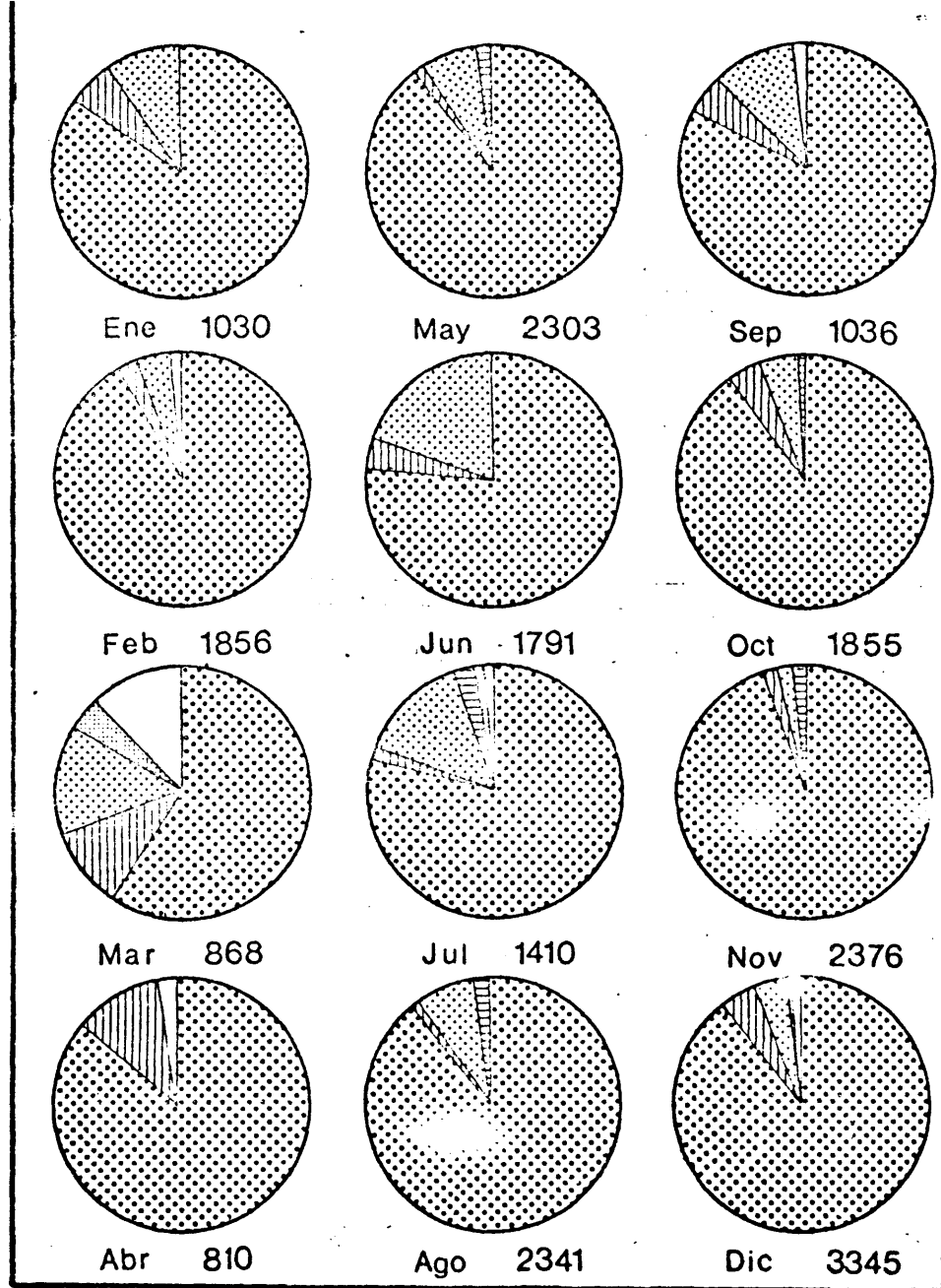


Fig. 40. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 6. Interpretación como en la figura 35.

=====

el 94 %, siguiéndole Junio con 2858, aunque dominan más en Enero - 93 % - en donde están en menor abundancia; los valores mínimos se sitúan en Marzo y Diciembre - 786 y 739 -.

Los Harpacticoides están presentes en número reducido, excepto en Abril - 606 - en el que constituyen el 31 %, llegando a desaparecer en Julio y Octubre, conservando el resto de los meses niveles inferiores al 10 %.

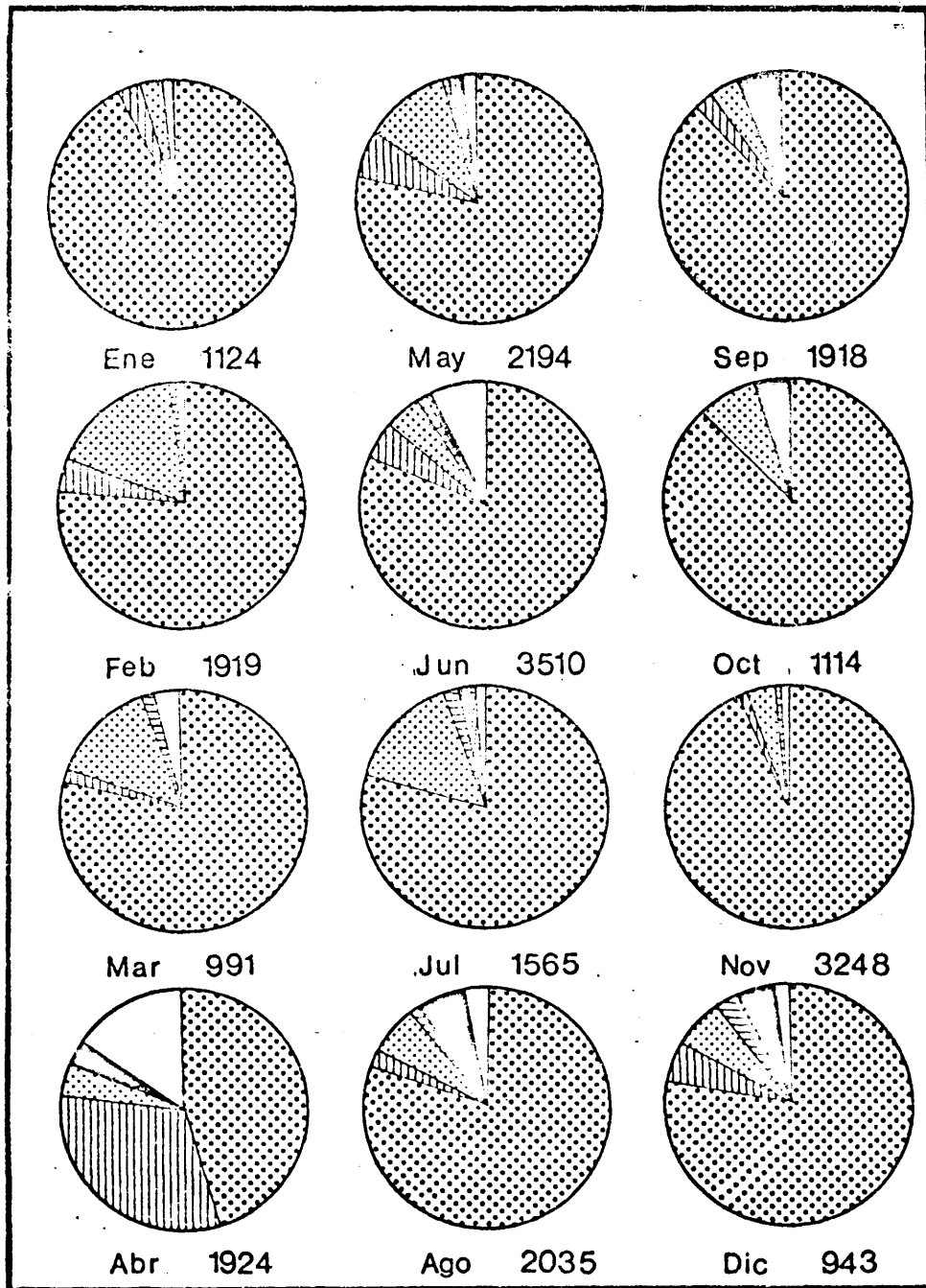


Fig. 41. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 7. Interpretación como en la figura 35.

=====

Los Foraminíferos se distribuyen mas uniformemente a lo largo del año, con máximos en Febrero, Julio y Noviembre - 329, 242 y 128 -, y el máximo porcentaje en Febrero, con el 17 %, encontrándose los mínimos en Enero, Abril y Agosto -27, 91 y 70 - y el porcentaje mínimo en Enero - 2 % -.

Los Ostrácodos se encuentran en número reducido, máxi-

mo de 33 en Junio, o no se presentan, alcanzando el nivel porcentual máximo en Diciembre - 3 % -. Los Acaros, menos numerosos todavía, se encuentran en sólo dos meses, Mayo y Julio - 18 y 32 -, que representa menos del 3 % en ambos casos.

Los Tardígrados están bien representados en esta estación, con tres periodos que poseen el máximo en su comienzo, Abril, Agosto y Diciembre - 61, 139 y 47 -, lo que demuestra para ellos una distribución primaveral y estival, sin presencia invernal. Alcanzan porcentajes importantes, puesto que llegan al 7 % del total - Agosto -.

Los demás grupos presentes son Archianélidos, Mystacócáridos, larvas de Poliqueto y larvas nauplius, que vuelven a alcanzar valores elevados en primavera, 273 ejemplares en Abril, que representan un 14 % del total.

H) Estación 8.- En esta estación (fig. 42), los Nematodos siguen siendo el grupo dominante, 95 % en Marzo, aunque los valores son normalmente muy inferiores a los de estaciones precedentes; la abundancia es asimismo menor, con máximos en Abril, Septiembre y Diciembre - 1603, 1314 y 1413 - y mínimos en Enero, Julio y Octubre - 811, 967 y 487 -.

Los Harpacticoides presentan una gran expansión, con valores mínimos invernales y máximos en Julio y Noviembre - 381 y 357 -, situándose como el segundo grupo en importancia, puesto que si exceptuamos los meses invernales, los porcentajes están siempre por encima del 10 %, pudiendo llegar al 27 %.

Los Foraminíferos son poco abundantes, con máximos en Mayo y Octubre - 87 y 94 - y mínimos en Enero, Abril y Agosto - 18, 0 y 17 -. Su importancia es pequeña en el conjunto de la meiofauna, puesto que sólo en Octubre alcanza un nivel importante - 10 % - pero siendo los valores normales mucho más bajos.

Los Ostrácodos tienen una distribución fundamentalmente estival, pero siempre con porcentajes muy reducidos, menores del 5 %, y con la abundancia máxima en Julio - 13 -. Los Aca -

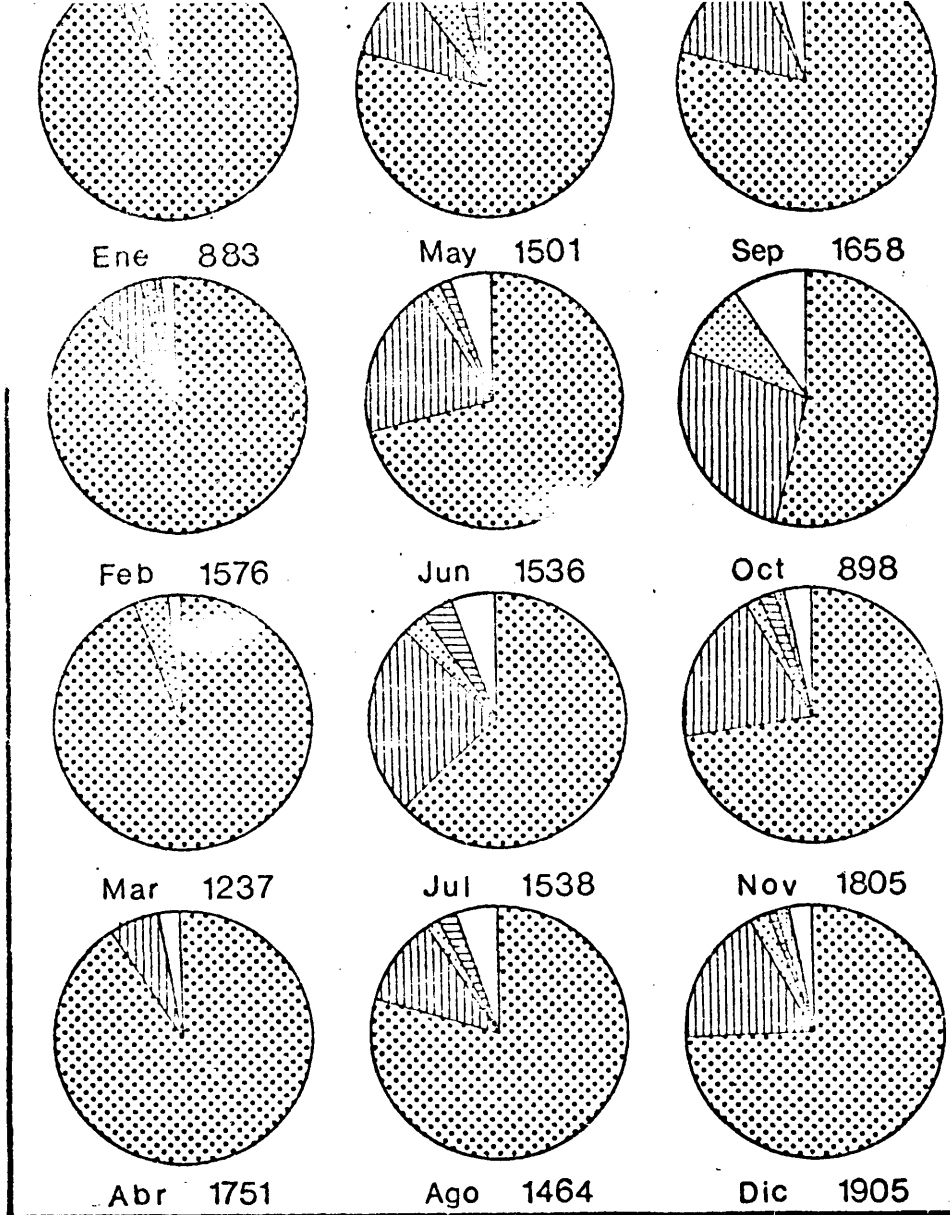


Fig. 42. Variación de la composición porcentual de la meiofauna y valores totales de ésta en número de individuos en la estación 8. Interpretación como en la estación 35.

=====

ros en menor número, tienen sus máximos en Febrero y Diciembre - 33 - con niveles del 2 % o menos, siendo su distribución invernal.

Los Tardígrados sólo aparecen en Enero - 18 -, representando el 2 %. De los demás grupos están presentes sólo las larvas nauplius, con máximos en Junio y Noviembre - 80 y 54 -,

con niveles siempre inferiores al 8 % del total del meiobentos.

#### 4.2.3. Distribución espacial

Para llegar a tener una idea de las relaciones de los elementos que componen la meiofauna, pasamos a estudiar la distribución espacial del total y de cada uno de los grupos que la componen, lo que permitirá, conociendo la distribución de los distintos factores abióticos que influyen en la playa, conocer su influencia sobre la meiofauna.

Son importantes las diferencias entre las medias del número de individuos de cada estación, que abarcan desde 813.67 de la estación 2 a 1873.75 de la estación 7; estas diferencias (fig. 43) parecen indicar una preferencia del meiobentos hacia los niveles inferiores de marea, ya que los valores más elevados se encuentran en la estación más baja, situándose los valores más bajos en la proximidad de la barra arenosa que cierra la playa, donde debido a la configuración de la misma, la circulación del agua es menos rápida.

Es interesante también destacar el aspecto simétrico de su distribución, con forma de rombo, y los valores más elevados en la diagonal menor.

##### A) Nematodos.-

Siguen en principio la distribución de todo el conjunto, puesto que son su componente más importante (fig. 44), conservando el aspecto simétrico de la distribución, con la particularidad de la aparición de una

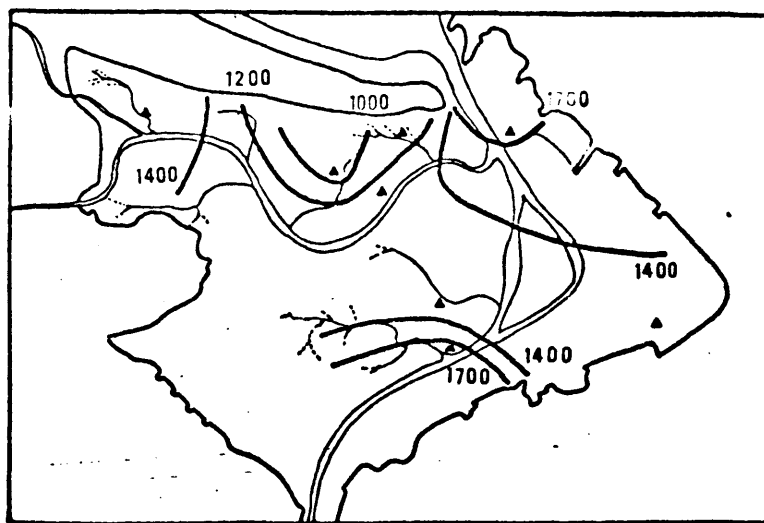


Fig. 43. Distribución media del total de la meiofauna en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

=====

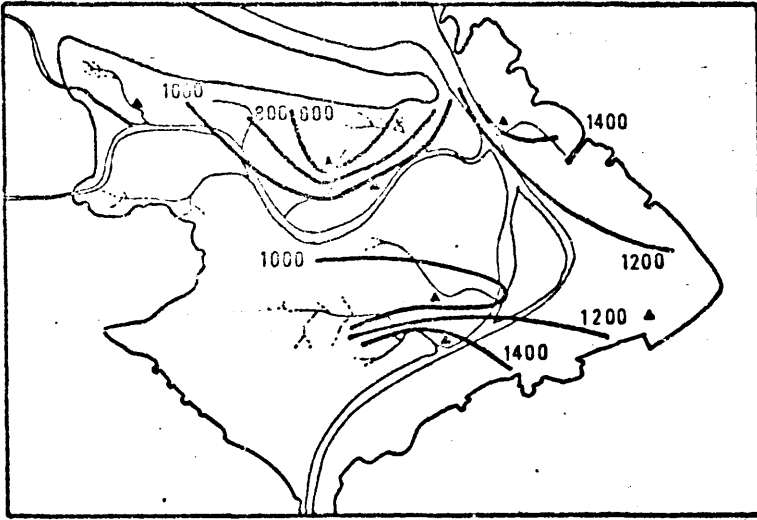


Fig. 44. Distribución media de los Nematodos en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

=====

mas elevado - 386.25 -, siendo en esta ocasión la E6 la del valor mínimo - 63.58 -, lo que indicaría una cierta oposición con la distribución de los Nematodos. Este grupo parece sentir preferencia por las zonas de la playa donde la circulación del agua es menor, con los valores máximos cercanos a la barra de arena que cierra la playa.

C) Foraminíferos.-

Tiene también este grupo una distribución peculiar ( fig. 46) con los valores mayores en la zona central de la playa, abarcando toda la extensión del llano fangoso, para decrecer luego hacia las áreas marginales, aunque conserve una abundancia

cuña de bajos valores en la E5, que ocuparía en parte la llanura central de la playa, situada entre los ríos. La E2 sigue siendo la de menor abundancia media - 520.50 - y la E6 la de mayor - 1519.42 - con ligera diferencia con la E7 - 1506.67 -.

B) Harpacticoides.-

En este grupo (fig. 45) se altera la distribución ya mencionada para los anteriores, puesto que la E4 es la que posee el valor

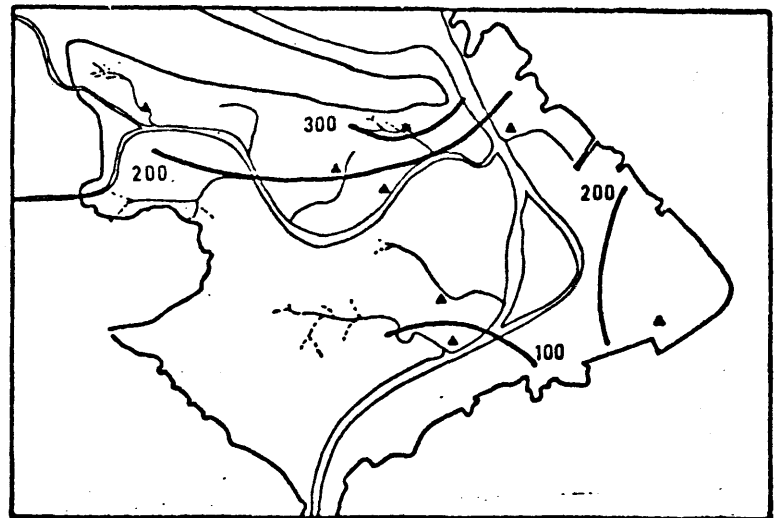


Fig. 45. Distribución media de los Harpacticoides en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

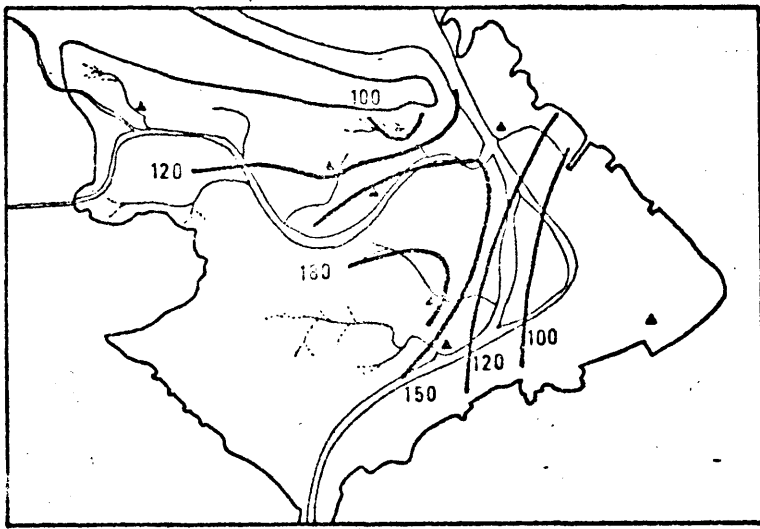


Fig. 46. Distribución media de los Foraminíferos en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

=====

destacada en la parte mas baja de la misma - E7 -. El valor medio máximo lo alcanza la E5 - 190.92 - seguido de la E3 - 172.17 -, marcándose un hiato con las que las siguen en importancia; los valores mínimos los dan la E8 y la E4 - 40.67 y 99.08 -, con gran diferencia entre las dos, que pudiera ser debida a la singularidad tantas veces reseñada de la E8.

D) Ostrácodos y Aca-  
ros.-

Consideramos juntos a estos dos grupos, puesto que su distribución es muy similar. Los Ostrácodos (fig. 47) y los Aca-ros (fig. 48) tienen sus valores medios mas elevados en la E4 - 51.58 y 31.17 -, y a partir de este foco decrecen los valores en sentido diagonal a la playa, con la excepción de los Ostrácodos en la E2.

La semejanza de esta distribución con la de los Harpacticoides podría hacer pensar en una cierta semejanza de necesidades en las especies de Artropodos que habitan la playa, lo que creemos se confirmara analizar la relación entre los grupos y los factores ambientales.

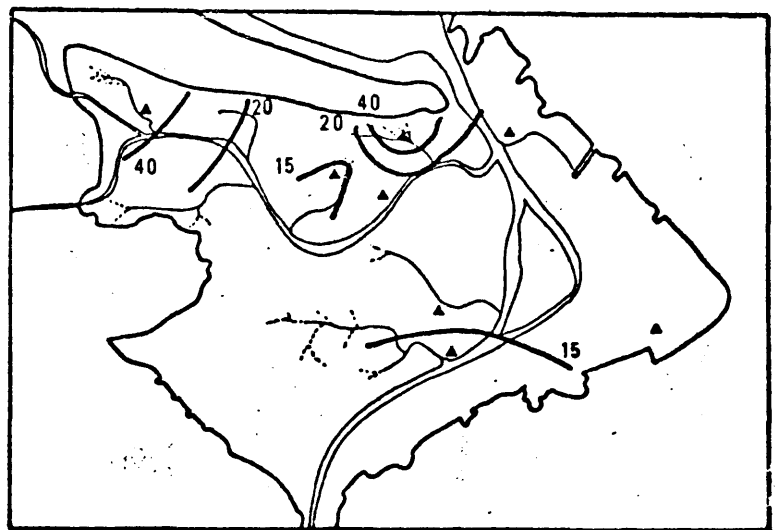


Fig. 47. Distribución media de los Ostrácodos en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

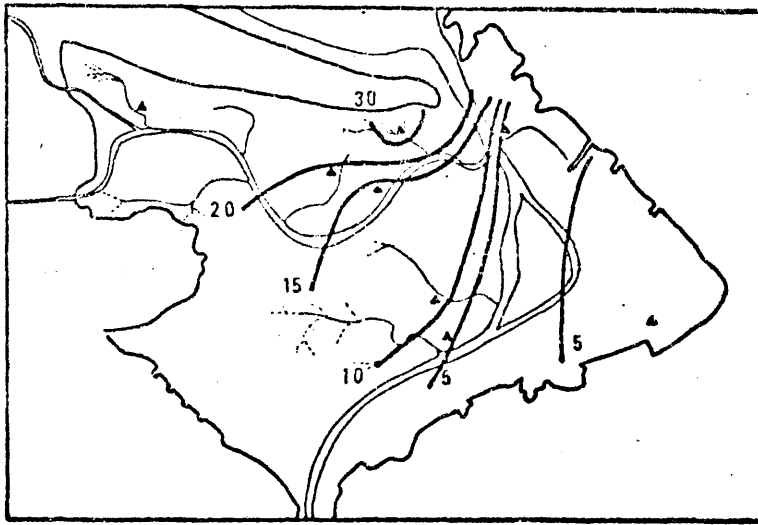


Fig. 48. Distribución media de los Acaros en número de individuos/12 cm<sup>2</sup>

=====

De los demás grupos, debido a su pequeño número y a su distribución irregular, no hemos analizado ésta; sin embargo es interesante destacar la de los Tardígrados, con valores significativos en las estaciones 4 y 7, estaciones con el sedimento suelto y con agua intersticial circulante, presentes asimismo en las estaciones 1 y 8 en la época de máxima circulación del agua.

#### 4.3. Relaciones de la meiofauna

##### 4.3.1. Relaciones con los parámetros fisico-químicos

##### A) Parámetros que influyen sobre su distribución general

Conociendo las variaciones de la abundancia de los grupos que componen la meiofauna a lo largo del año, nos interesa conocer de que modo actúan los diversos parámetros fisico-químicos en dicha variación.

Como primera aproximación para conocerla, se procedió al cálculo de los coeficientes de correlación entre las medias de los factores considerados y las medias de las abundancias de cada grupo en las diversas estaciones (fig. 49), evitando, al calcularlos sobre las medias, los efectos derivados de la dinámica de las especies que los componen, permitiendo de esta forma conocer las preferencias generales de cada grupo y su posible relación con la distribución espacial.

El principal factor que actúa es la granulometría,

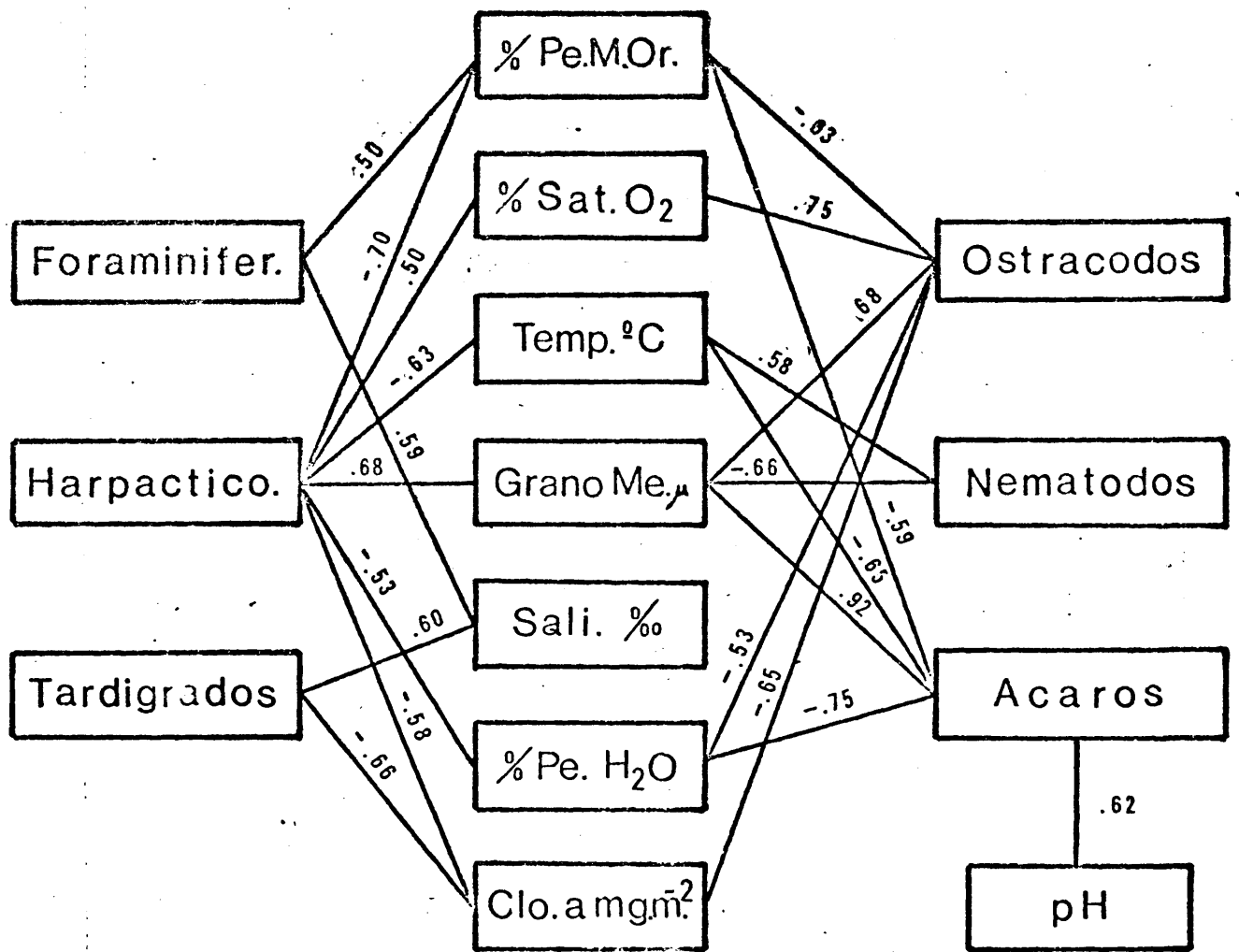


Fig. 49. Diagrama esquemático de las relaciones entre los distintos grupos de la meiofauna con los parámetros ambientales analizados; los números indican los valores de los coeficientes de correlación con significación al nivel del 10 %.

=====

puesto que todos los grupos importantes, excepto los Foraminíferos, se encuentran correlacionados con ella. Esto viene a confirmar la opinión de otros autores como WIESER (1959), FENCHEL (1969) y sobre todo SCHEIBEL y NOODT (1975).

La materia orgánica del sedimento representa un factor importante en la distribución de los grupos, excepto en los Nematodos, muy heterogeneos en cuanto al tipo de alimentación. Sin embargo, su abundancia limita a los grupos de Artrópodos y favorece a los Foraminíferos; las relaciones con este factor no hay

que considerarlas meramente alimentarias, sino que puede tener influencias secundarias sobre la porosidad o la retención de agua no dependientes exclusivamente del tamaño del grano, JANSSON (1967b), PENNAK (1942) y POLLOCK (1971).

El contenido en agua del sedimento se muestra desfavorable para los Artrópodos, no encontrándose correlacionada con los demás grupos de la meiofauna. La temperatura muestra una correlación significativa, positiva con respecto a los Nematodos y negativa con respecto a los Harpacticoides y los Acaros.

La salinidad no parece tener una gran influencia, puesto que sólo se encuentra relacionada positivamente con los Foraminíferos y los Tardígrados, lo que representa una pequeña porción de la meiofauna.

La concentración de Oxígeno disuelto muestra una correlación positiva con los Harpacticoides y los Ostrácodos, es decir, con los componentes carcinológicos de la meiofauna, no mostrando sin embargo relación con los Acaros, lo que pudiera ser debido a los distintos mecanismos respiratorios de los mencionados grupos. Tampoco existe relación entre valores casi nulos de Oxígeno y la abundancia de los demás grupos, lo que indicaría capacidad de anaerobiosis, o migraciones verticales durante los ciclos de marea, McINTYRE y MURISON (1973).

El análisis global de la figura 49, nos permite obtener una idea muy apropiada de las preferencias de cada uno de los grupos por un determinado ambiente.

Los Nematodos prefieren arena fina y fango, con temperaturas altas. Los Harpacticoides, por el contrario, serían abundantes en arenas gruesas, limpias y con poco contenido de agua intersticial, con concentración elevada de Oxígeno y temperatura no muy alta. Estas mismas preferencias las poseen los Ostrácodos y los Acaros, lo que podría representar una preferencia general de todos los Artrópodos psámmicos por un determinado ambiente. Los Acaros además prefieren aguas básicas.

Los Foraminíferos tienen preferencia por arenas con

alto contenido en materia orgánica y aguas salinas. Los Tardígrados en general prefieren aguas salinas y arenas poco productivas, aunque el reducido número de estaciones en las que aparece pudiera ocasionar un efecto de azar sin significación real.

Se puede considerar, debido a la perfecta caracterización de cada una de las estaciones por los parámetros físico-químicos, que la distribución general puede asimilarse a la distribución espacial.

#### B) Parámetros que influyen sobre la distribución temporal

Conociendo de una forma general los parámetros que influyen sobre la distribución general de la meiofauna, interesa conocer cuales serían los factores que influirían en la distribución temporal, y por tanto en los ciclos - medias de las especies que los componen - de cada grupo.

Para ello se procedió al cálculo de los coeficientes de correlación lineal para el total de las muestras, entre los valores de abundancia de cada uno de los grupos y los valores de los distintos parámetros físico-químicos, eliminándose los ceros de abundancia (tabla 7), permitiéndonos dichos valores tener una idea concreta de los parámetros que influyen en la distribución temporal.

Los parámetros que afectan en la distribución temporal de los distintos grupos presentan grandes variaciones con respecto a los que afectan a la distribución general, aunque la granulometría siga siendo el factor más importante, puesto que influye sobre los dos grupos más numerosos de la meiofauna.

Los valores, al ser los grupos entidades heterogéneas -compuestos de varias especies - y por tanto integración de varios ciclos vitales, presenta valores mucho más bajos que al trabajar con los datos medios.

#### C) Influencia de los factores ambientales sobre la meiofauna

Tabla 7 - Valores del coeficiente de correlación lineal entre los valores de abundancia de cada grupo y de los distintos parámetros fisico-químicos, para todas las muestras, eliminando los ceros de abundancia

Parámetros	Nematodo	Harpacti	Foraminí	Ostracod	Acaros	Tardigr
Ener. inc.	----	----	0.254*	0.309*	----	----
Temperatura	0.291**	----	0.325**	----	----	----
Salinidad	----	----	0.222*	----	----	----
Oxíge. dis.	----	----	----	0.314*	----	----
Cont. agua	----	----	----	0.339*	----	----
Cont. m. org.	----	-0.310**	0.312**	-0.323*	----	----
Grano medio	-0.241*	0.400**	----	0.574**	----	----
Clorofi. a	----	----	----	-0.298*	----	----

\*\* significación al nivel del 99% \* significación al nivel del 95%

Una vez constatados los parámetros que presentan una influencia detectable sobre la meiofauna, nos interesa conocer cual sería la influencia integrada de todo el conjunto de los factores. Para ello se ha planteado la hipótesis de una respuesta lineal al conjunto de los factores que demostraron alguna influencia. Calculamos a partir de los datos de cada muestra, eliminando los ceros, los coeficientes de regresión múltiple, considerando como variable dependiente a las abundancias de los grupos y como variables independientes a la energía incidente - cal. gr. cm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> -, la temperatura del agua - °C -, la salinidad - ‰ -, el contenido en Oxígeno del agua - % de saturación -, el contenido en agua y en materia orgánica del sedimento - % del peso total -, el tamaño del grano - grano medio en mm. - y la cantidad de clorofila a - mg./100 gr. sedimento humedo -.

Los valores de los coeficientes de regresión (tabla 8) contribuyen a expresar de una forma concreta la influencia de cada uno de los parámetros en el global, completando los resultados obtenidos con los coeficientes de correlación.

Tabla 8 - Valores de los coeficientes de regresión entre las variables independientes - parámetros fisico-químicos - y las variables dependientes - abundancia de los distintos grupos de la meiofauna -.

Parámetros	Nematodo	Harpacti	Foraminí	Ostracod	Acaros	Tardígr
Termi. ind.	-909.300	-355.650	31.480	-86.690	-31.430	703.790
Ener. inc.	0.007	0.316	0.072	0.069	0.037	0.057
Temperatura	50.606	-12.617	4.605	0.105	-1.063	-4.410
Salinidad	23.575	3.028	0.909	0.367	-0.385	1.325
Oxíge. dis.	5.039	-0.001	-0.645	0.092	0.076	-3.351
Cont. agua	33.331	23.201	-5.748	2.402	3.328	-45.245
Cont. m. org.	-161.190	-111.252	73.013	-3.523	-19.027	351.405
Grano medio	-849.582	507.854	80.293	100.609	54.710	245.436
Clorofi. a	185.757	16.197	8.187	3.484	8.135	-44.468

También se indican los valores del ajuste de la recta teórica con los valores obtenidos, calculado mediante un coeficiente de correlación lineal (tabla 9).

Tabla 9 - Valores de los coeficientes de correlación entre los valores teóricos de abundancia, obtenidos con la regresión lineal múltiple, y las abundancias observadas.

	Nematodo	Harpacti	Foraminí	Ostracod	Acaros	Tardígr
Coef. corre.	0.492**	0.498**	0.546**	0.714**	0.318*	0.911**

\*\* significativo a nivel del 99% \* significativo a nivel del 95%

Existe una correlación significativa entre los valores teóricos de abundancias obtenidos con las ecuaciones de re -

gresión lineal múltiple y los valores hallados de abundancias, situándose los valores en los grupos con mayor abundancia alrededor del 0.50, lo que indicaría que, o bien existen otros factores que pueden influenciar la distribución de la meiofauna, poco probable, o bien que al ser grupos heterogeneos este hecho provoque la disminución del valor de los coeficientes, o bien las especies están "liberadas" en un cierto grado de las condiciones ambientales, no estando linealmente influenciadas por los factores, lo que parece ser la explicación mas correcta.

4.3.2, Relaciones entre los grupos que componen la meiofauna

Como ya vimos al hablar de las relaciones entre los grupos de la meiofauna y de los parámetros fisico-químicos, los distintos grupos presentan unas preferencias por unos determinados ambientes. Se pueden agrupar por tanto por dichas preferencias, calculando la correlación existente entre los valores

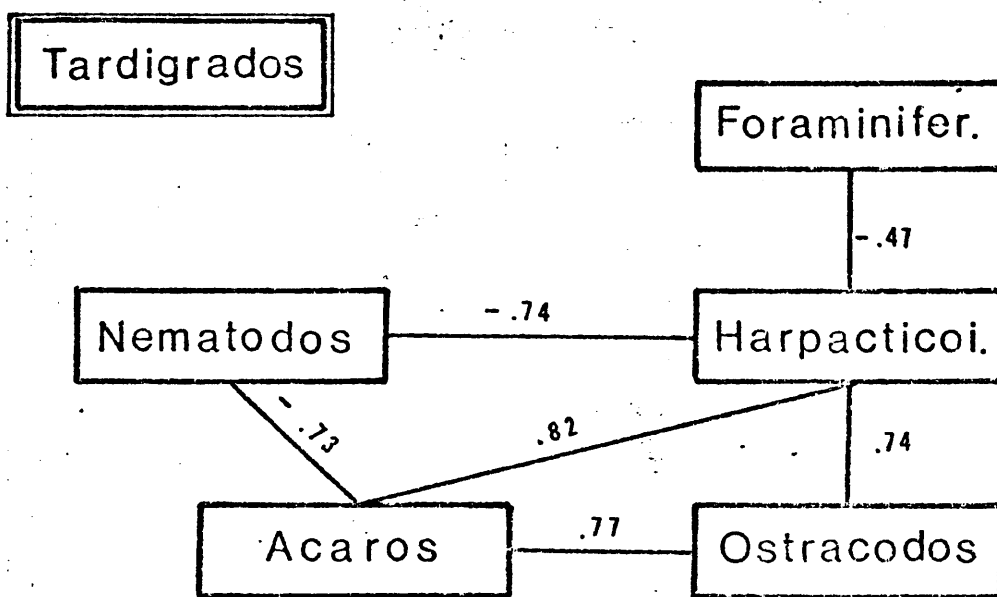


Fig. 50. Diagrama esquemático de las relaciones entre los distintos grupos de la meiofauna; los números indican los valores de los coeficientes de correlación con significación del 95%.

medios en las distintas estaciones para cada pareja de grupos. Los resultados obtenidos (fig 50) vienen a confirmar los ya mencionados en el apartado 4.3.1., puesto que los Artrópodos - Harpacticoides, Ostrácodos y Acaros - están positivamente correlacionados entre sí, y negativamente con los Nematodos; Los Foraminíferos representarían un grupo con necesidades particulares, no contrapuestas en principio con las de otros grupos, excepto los Harpacticoides, y quedando los Tardígrados como un grupo separado, muy posiblemente debido a la escasez de las muestras que los contenían y a su escasa abundancia; esta puede ser debida a la acción de algún factor limitante para la expansión de este grupo.

#### 4.3.3. Discusión

Las densidades de meiofauna encontradas durante este estudio oscilan entre 249.166 y 2.925.000 ind./m<sup>2</sup>, con un valor medio global de 1.206.476 ind./m<sup>2</sup>. Comparándolo con resultados obtenidos por otros autores en trabajos de por lo menos un ciclo anual completo, serían superiores a los valores encontrados en las Bermudas por COULL (1968) en arena y fango entre 3 y 27 m. de profundidad, a los encontrados por HOPPERS y MEYERS (1967) en praderas de fanerógamas marinas de Miami a menos de 1 m. de profundidad, o a los obtenidos por SOYER (1971) en fondos muy diversos entre 0 y 700 m. frente a Banyuls (Francia).

Serían valores muy semejantes a los obtenidos por McINTYRE (1964) en fango de 101 m. en la costa oeste de Escocia, siendo netamente inferiores a los obtenidos por el mismo McINTYRE (1964) en fango a 146 m. en el norte del Mar del Norte, por TIETJEN (1969) en praderas de fanerógamas y arena a 1 m. en Nueva Inglaterra (Estados Unidos) y por McINTYRE y MURISON (1973) en una playa escocesa de arena fina entre el límite superior de la marea y 10 m.

Sobre la abundancia relativa de los distintos grupos de la meiofauna, la bibliografía - ver McINTYRE (1971) - destaca siempre la mayor abundancia de Nematodos en cualquier tipo de sustrato, seguidos de los Harpacticoides, con el resto de los grupos mucho menos abundantes; sólo SCHEIBEL y NOODT (1975) citan una mayor abundancia de los Harpacticoides en la bahía de Kiel

a 7.5 m. de profundidad en arena gruesa y grava; nuestros datos se ajustan perfectamente a una distribución de este tipo.

La bibliografía que trata de las relaciones de la meiofauna con los parámetros físico-químicos es muy reducida. COULL (1968), SCHEIBEL y NOODT (1975) y SOYER (1971) destacan la importancia de la granulometría en la distribución de los distintos grupos y su abundancia, en el mismo sentido en que ha sido encontrado por nosotros.

HARRIS (1972) demostró una correlación positiva entre la abundancia de Harpacticoides y la temperatura del agua, en una playa arenosa de Cornwall (Inglaterra), lo que no concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, puesto que no se obtiene correlación significativa; la explicación de estas diferencias apoyándose en COULL (1968) que encuentra en las Bermudas máximos de Harpacticoides en Febrero y en otoño, podría ser que las temperaturas elevadas que se producen en las Bermudas y en Galicia fuesen limitantes, mientras que en Inglaterra no se sobrepase el límite óptimo de una forma continuada.

Con respecto a otros factores, no conocemos bibliografía que cite de una forma expresa ningún tipo de relaciones. Sin embargo se considera importante el destacar los resultados de WIESER (1960) que indican una dominancia elevada de pocas especies y por lo tanto baja diversidad en los fondos de arena fina, resultado con el que se estaría totalmente de acuerdo, y que indicaría sistemas más maduros y más estables en función de un aumento del tamaño de grano, y por tanto con una disminución de la dominancia de los Nematodos.

#### ADDENDA al capítulo 4

Con posterioridad a la redacción del capítulo 4, apareció el trabajo de HULINGS y GRAY (1976) "Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and atidal beaches" que por su interés y semejanza con la metodología empleada por nosotros consideramos merecedor de un pequeño comentario.

La metodología empleada por dichos autores se basa en el estudio de numerosas muestras recogidas en las costas mediterráneas africanas, en las que se estudia la densidad de la meiofauna y la influencia en la misma de seis factores físicos, basados en la temperatura, la granulometría y la profundidad.

Sobre estos datos se plantea un estudio de regresión múltiple, en el que la variable dependiente es la densidad de la meiofauna; los resultados para la totalidad de las muestras se presenta muy pobre, al explicar el 9.3 % de la varianza. Debido a ello los autores separan las muestras por áreas geográficas y por estar o no sumergidas; la varianza explicada aumenta espectacularmente, alcanzando valores de hasta el 75.66 %, siendo altamente significativo ( $p < 0.001$ ). Se destaca así mismo la diferente actuación de un mismo factor en diferentes áreas geográficas y por estar o no la zona cubierta por la marea. Para estos autores las áreas sumergidas no presentan correlación entre los factores ambientales y la densidad de la meiofauna, pudiendo considerarse independiente la meiofauna de los mismos.

Presentan en general un tratamiento similar al utilizado en el presente trabajo, aunque los resultados no sean comparables, al no considerar los mismos parámetros, al ser tomadas las muestras solamente en el espacio y no en el espacio y en el tiempo, y al no considerar al menos los grupos de la meiofauna, lo que mostraría un efecto de heterogeneidad en las respuestas, como ha sido demostrado en el presente trabajo.

## 5. MACROFAUNA

### 5.1. Métodos

#### 5.1.1. Toma de muestras

Utilizamos aquí el término macrofauna en contraposición al de meiofauna, y designamos con él a toda la fauna recogida por nosotros que no pasa por la malla de un milímetro de lado. Expondremos sumariamente la metodología para la realización física del muestreo, dejando para un apartado posterior el por qué de este tipo de muestreo y del tamaño de la muestra.

Se marcaba un cuadrado en el suelo, de cuyo interior se recogía la totalidad del sedimento hasta una profundidad de 40 cm. mediante dos palas de 20 y 27 cm. de base; el sedimento sacado se situaba sobre un plástico para evitar la posible huida de ejemplares de mayor movilidad. Esta operación se debe realizar con rapidez, puesto que hay animales, Poliquetos fundamentalmente, que pueden retraerse rápidamente a mayor profundidad; algunos de ellos, tales como *Diopatra neapolitana* Della Chiaje, *Lanice conchilega* Pallas y *Arenicola marina* (L.), se identificaban y contaban anteriormente, bien por sus tubos en los dos primeros casos, o bien por sus defecaciones en el tercero, IBAÑEZ (1973); si no era recogido ningún ejemplar de estas especies, se realizaba una recolección selectiva de ellas en las proximidades de la estación, para obtener una estimación de la biomasa de las mismas.

Para la recogida del Gasterópodo *Peringia* (= *Hydrobia*) *ulvae* (Pennant) en estaciones que por su abundancia era imposible recoger la totalidad de los ejemplares, se realizaron cuatro tomas empleando tubos de 3.75 cm. de diámetro, multiplicando después los valores obtenidos por un coeficiente de transformación para estimar los correspondientes a la totalidad de la muestra.

#### 5.1.2. Extracción y contaje

El cribado del sedimento se realizó en la propia playa con un tamiz de malla de 1 mm., no existiendo grandes dificultades debido a la naturaleza del sedimento, puesto que si fuese fango la tamización hubiera sido prácticamente imposible, IBAÑEZ (1973).

Una vez triados, los ejemplares eran guardados en formol al 10 % neutralizado y tamponado y llevados al laboratorio. En éste se realizaba la separación por especies, contándose su número y midiendo los ejemplares; posteriormente se calculaban sus pesos húmedo, seco y su materia orgánica - peso seco sin cenizas -.

El peso húmedo se obtenía dejando los ejemplares de cada especie sobre un papel de filtro durante cinco minutos; en el caso de los bivalvos se abrían previamente para evitar la retención de agua entre las valvas; una vez terminada esta operación se colocaban por especie en capsulas de incineración Rosenthal de tara conocida; se pesaban, siendo la diferencia entre el peso total y el peso de la tara el peso húmedo de la especie.

Las capsulas se introducían a continuación en una estufa de desecación a 110-115 °C durante 24 horas, tiempo en el que se obtenía un peso constante, pesándose posteriormente; la diferencia entre este peso obtenido y el peso de la tara corresponde al peso seco de la especie. Tanto el peso seco como el húmedo de algunas especies puede venir falseado por la presencia en el tubo digestivo del sedimento del que se nutren, puesto que no eran vaciados.

Las cápsulas con los ejemplares secos se metían en un horno mufla durante un periodo de 6-7 horas a una temperatura de 500-550 °C - peso constante -, pesándose después de enfriarlas en un desecador. Restando este peso del peso seco, nos dá el peso de la materia orgánica sin cenizas, que expresaremos a partir de este punto como biomasa. Todas las pesadas se hicieron con una balanza Mettler P1200, excepto aquellas que por el tamaño de los ejemplares hacía necesaria una precisión mayor, y que se realizaron con una balanza Mettler E5. Toda la expresión de los datos de muestra, si no se indica expresamente lo contrario, se realiza sobre 1225 cm<sup>2</sup>, el area de muestra.

### 5.1.3. Area de muestra

El primer problema que se nos presentó en el trabajo fué la elección del area de muestreo, puesto que de la fiabilidad y significación de los datos primarios dependen todos los análisis y conclusiones posteriores.

El problema se planteó buscando un area mínima estructu -  
ral, es decir, que los valores de los parámetros estructurales de  
las muestras fuesen representativos.

Para ello se realizaron en dos puntos de la playa, las  
estaciones 5 y 7, muestreos de 100x100 cm. y de 100x80 cm. respec-  
tivamente, subdivididos en cuadrados de 20x20 cm. - 25 y 20 mues-  
treos -, siguiendo para ello las especificaciones de los apartados  
5.1.1. y 5.1.2.

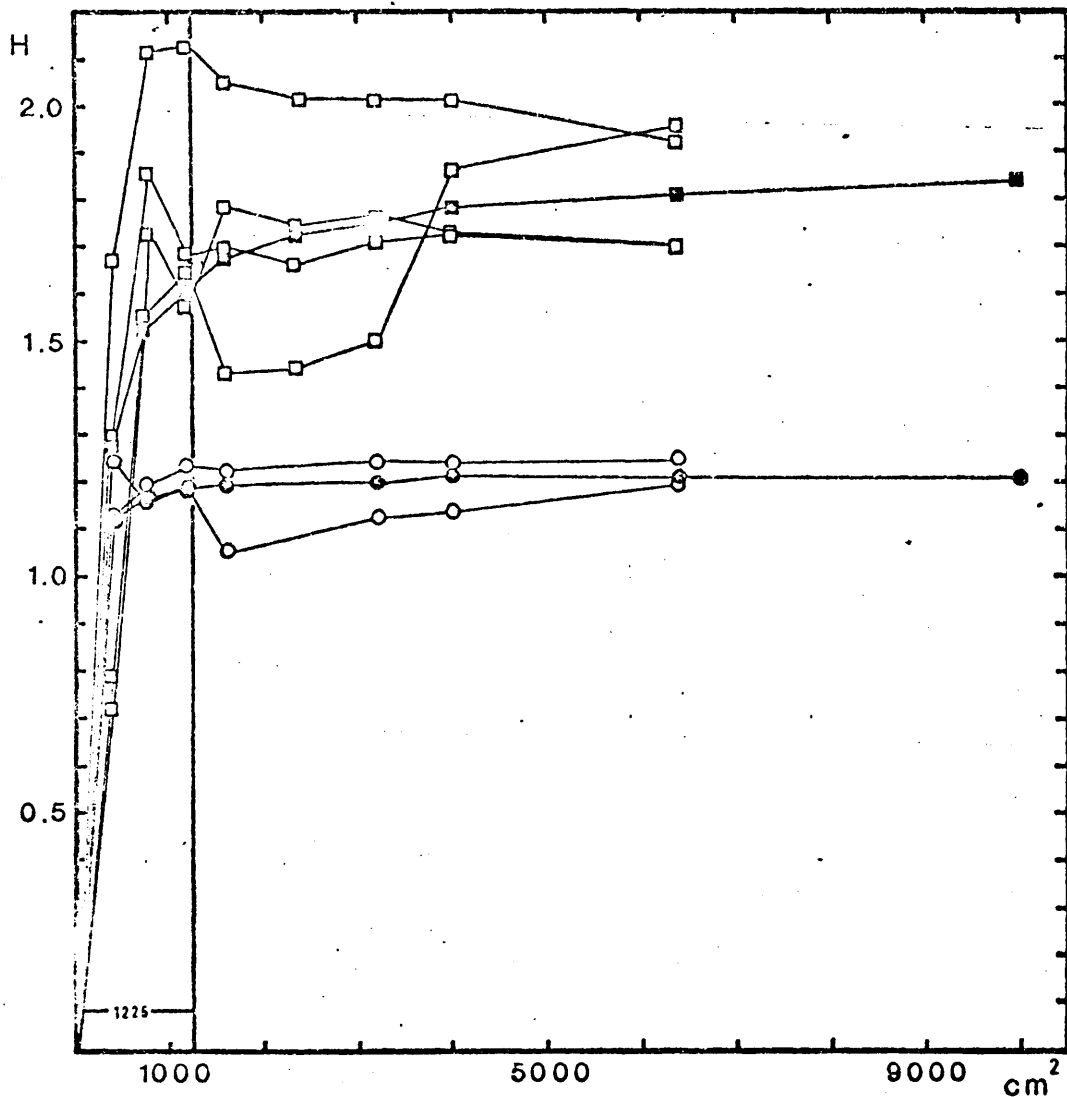


Fig. 52. Curvas diversidad/area de muestra para la E5. Circulos,  
número de individuos; Cuadrados, biomasa. En negro, va-  
lores medios.

Se procedió para cada muestra al cálculo de su diversidad por la ecuación de SHANNON (1948), para el número de individuos SHANNON-WEAVER (1963) y para la biomasa SHANNON-WILHM (1968). Esta misma operación se realizó reuniendo los listados de los cuadrados próximos de dos en dos, de tres en tres, y así sucesivamente, calculándose igualmente para estas agregaciones la diversidad por número y biomasa.

Con estos valores se construyeron las curvas de diversidad/área de muestra, ODUM (1959), NIELL (1974) (fig. 52-53), tanto para los valores medios de cada tamaño de muestra (en negro) como tomando un cuadrado de origen e ir aumentando a partir de él por reunión de los cuadrados próximos el tamaño de muestra (en blanco), para la E5 (fig. 52) y para la E7 (fig. 53); estas curvas nos permiten obtener un área mínima es - tructural.

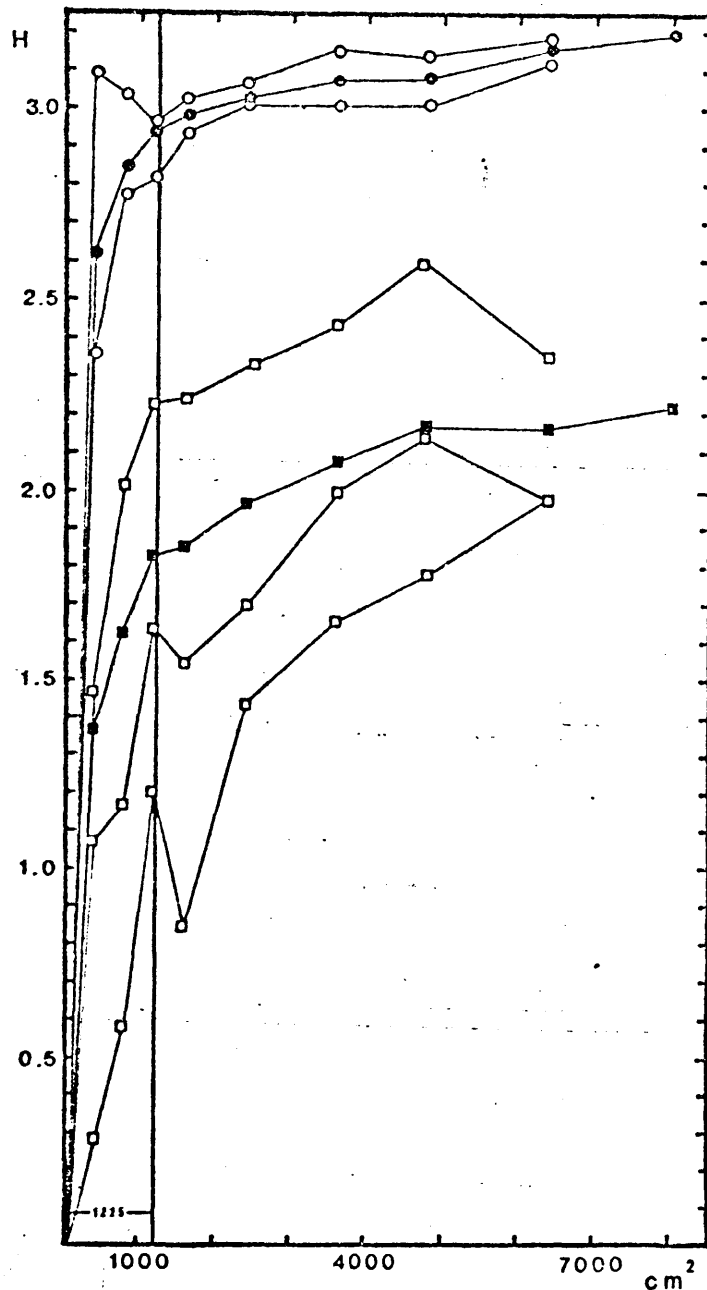


Fig. 53. Curvas diversidad/área de muestra para la E7. Circulos, número de individuos; Cuadros, biomasa. En negro, valores medios.

=====

Se obtienen una serie de curvas en las cuales se acepta

como área mínima, aquella en la que el aumento de un área de muestreo, supone un aumento menor del 10 % en la diversidad, siguiendo el criterio de CAIN (1938) y CAIN y CASTRO (1959).

El área mínima la adoptamos partiendo de las curvas obtenidas con los valores medios para cada tamaño de área. Según el criterio adoptado anteriormente, al área mínima de muestreo la consideramos de 1225 cm<sup>2</sup>, área en la cual la pendiente de la curva se hace constante, y el aumento de 400 cm<sup>2</sup> en el área - tamaño de los subcuadrados primeramente recogidos - representa en las cuatro curvas menos del 5 % de aumento en el valor de la diversidad.

Si analizamos las curvas originadas al ampliar el área de muestra a partir de un punto inicial, se observa que calculadas a partir de los datos de biomasa, son mucho más irregulares en su formación, con conspicuas desviaciones respecto a los valores medios, mientras que las calculadas para el número de individuos tienen una distribución muy homogénea, siguiendo estrechamente a los valores medios.

## 5.2. Composición de la macrofauna

### 5.2.1. Composición taxonómica

Como primera aproximación al conocimiento de la macrofauna, se considera fundamental dar una idea de la composición taxonómica de la misma. Para ello indicamos en la tabla 10 las especies que se encontraron en la playa, siguiendo para los distintos grupos la nomenclatura de obras generales; NORDSIECK (1969-1972) para los Moluscos, FAUVEL (1923-1927) para los Poliquetos, NAYLOR (1972) para los Isópodos, CHEVREUX y FAGE (1925) para los Anfípodos, FAGE (1951) para los Cumáceos, NOUVEL (1950) para los Misidáceos, ZARIQUIEY ALVAREZ (1968) para los Decápodos y EMIG (1971) para los Foronídeos.

### 5.2.2. Distribución espacial

La distribución espacial de las especies en la playa es

Tabla n° 10 Especies encontradas en la playa, indicando el código empleado para cada una, y la frecuencia absoluta de cada una en las distintas estaciones, sobre un máximo de 23.

	COD	E1	F2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>HYDROZOA</b>									
<i>Hydractinia echinata</i> Flem.	1	0	0	0	0	0	0	2	0
<b>BIVALVA</b>									
<i>Loripes lacteus lacteus</i> (L.)	2	0	5	0	0	0	0	20	5
<i>Pseudopythina setosa</i> (Dunker)	3	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cerastoderma edule</i> (L.)	4	17	23	23	20	23	23	17	21
<i>Venerupis pullastra</i> (Montagu)	5	0	0	0	0	0	0	11	0
<i>Venerupis aurea</i> (Gmelin)	6	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Venerupis decussata</i> (L.)	7	3	4	3	19	2	2	5	1
<i>Tellina tenuis</i> (da Costa)	8	0	0	0	0	0	0	16	0
<i>Scrobicularia plana</i> (da Costa)	9	23	20	16	18	22	20	15	22
<i>Solen marginatus</i> (Pennant)	10	0	0	0	0	0	1	16	0
Larvas de Bivalvo	11	1	1	3	1	3	7	3	0
<b>GASTEROPODA</b>									
<i>Littorina littorea</i> (L.)	12	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Littorina striata</i> (King)	13	1	5	2	0	0	0	2	0
<i>Peringia ulvae</i> (Pennant)	14	21	23	22	17	22	15	4	15
<i>Hinia reticulata</i> (L.)	15	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Haminaea hydatis</i> (L.)	16	1	0	0	0	0	0	0	4
<b>NEMATODA</b>									
	17	7	0	1	0	0	0	0	0

Tabla n° 10 Continuación

COD	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
18	15	0	1	10	0	5	1	0
NEMERTINA								
POLIQUETA ERRANTIA								
19	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Harmothoe lunulata</i> (Della Chiaje)								
20	9	6	0	2	1	0	4	3
<i>Eteone</i> sp.								
21	0	1	0	1	0	0	8	1
<i>Phyllodoce</i> sp.								
22	1	0	1	3	0	1	3	0
Phyllodoceidae								
23	0	0	0	0	0	0	2	0
Hesionidae								
24	23	23	23	17	23	23	2	7
<i>Nereis diversicolor</i> O.F. Muller								
25	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube)								
26	1	1	0	7	1	0	23	23
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny								
27	0	0	0	3	0	0	6	6
<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers								
28	5	3	2	12	1	0	10	1
<i>Glycera convoluta</i> Keferstein								
29	0	2	1	8	6	0	4	0
<i>Goniada galaica</i> Rioja								
30	0	0	0	0	0	0	22	0
<i>Diopatra neapolitana</i> Della Chiaje								
31	0	0	0	7	0	0	2	1
<i>Scoloplos armiger</i> (O.F. MULLER)								
POLIQUETA SEDENTARIA								
32	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Microspio mesnikowianus</i> (Claparède)								
33	5	8	14	5	15	21	20	23
<i>Pygospio elegans</i> Claparède								
34	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Phyllochaetopterus solitarius</i> Rioja								
35	0	0	1	17	0	0	0	0
<i>Ophelia bicornis</i> Savigny								
36	2	0	1	2	3	0	4	0
<i>Notomastus latericeus</i> Sars								
37	15	16	2	9	15	12	21	2
<i>Heteromastus filiformis</i> Claparède								
38	14	0	0	1	0	0	3	1
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius)								
39	23	0	3	23	3	0	22	4
<i>Arenicola marina</i> (L.)								
40	0	0	0	0	0	0	23	0
<i>Leiochone clipeata</i> Saint-Joseph								

Tabla n° 10 Continuación

	COD	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<i>Owenia fusiformis</i> Della Chiaje	41	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Pectinaria (Lagis) koreni</i> Malmgren	42	0	1	0	0	0	0	7	0
<i>Ampharetre grubei</i> Malmgren	43	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Melinna palmata</i> Grube	44	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Lanice conchilega</i> (Pallas)	45	0	0	0	5	0	0	22	0
INSECTA, DIPTERA									
Ninfas de Rhagionidae	46	19	21	21	7	22	21	0	19
Ninfas de Tabanidae	47	0	1	0	0	0	0	0	0
HARPACTICOIDES simbióticos con <i>Leiochone</i>									
ISOPODA									
<i>Cyathura carinata</i> (Kroyer)	49	23	14	20	12	15	23	2	4
<i>Sphaeroma monodi</i> Bocquet, Hoestland y Levi	50	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Idothea balthica</i> (Pallas)	51	0	0	0	0	0	0	2	0
AMPHIPODA									
<i>Melita palmata</i> (Montagu)	52	1	0	0	1	0	1	0	1
<i>Gammarus locusta</i> (L.)	53	0	0	0	0	-0	0	1	0
<i>Gammarus duebeni</i> Lilljeborg	54	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leptocheirus pilosus</i> Zaddach	55	3	0	0	1	0	0	1	0
<i>Corophium volutator</i> (Pallas)	56	1	0	0	0	0	0	0	0
CUMACEA									
<i>Iphinoe trispinosa</i> (Goodsir)	57	0	0	1	0	0	0	0	0
MYSIDACEA									
<i>Paramysis helleri</i> (G.O. Sars)	58	0	0	0	0	0	0	1	0
DECAPODA									

Tabla n° 10 Continuación

COD	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
	2	0	0	1	1	0	10	8
<i>Crangon crangon</i> (L.)								
<i>Upogebia pusilla</i> (Petagna)	7	1	0	3	0	5	4	0
<i>Carcinus maenas</i> (L.)	17	10	12	8	12	4	5	12
Megalopa de Portunidae	0	0	0	0	0	0	1	0
PHORONIDA								
<i>Phoronis muelleri</i> Selys Longchamps	0	0	0	0	0	0	1	0
PISCES OSTEICHTHYES								
<i>Gobius</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0

otro de los primeros datos que hay que conocer para tener una idea exacta de la composición de la macrofauna. En la tabla 10 se indica para cada especie el número de veces que se encontró en cada estación - frecuencia absoluta - sobre un máximo de 23 posibles.

En dicha tabla se observa que el número de especies regularmente presentes en cada estación es muy reducido; lo mismo ocurre con las especies que se encuentran distribuidas en todas las estaciones. El grupo de especies presentes con frecuencias bajas, considerando a las estaciones aisladas, y excluyendo a la E7, es así mismo muy reducido, mientras que en esta estación se encuentran presentes un gran número de especies, aunque su frecuencia no sea muy elevada.

Podemos considerar en general a la playa de La Foz como pobre, si tenemos en cuenta el número de especies presentes, puesto que en otras áreas de tipo similar el número de especies encontradas es superior; este hecho puede ser debido en parte al reducido tamaño de la playa, y a que en ella se dan condiciones relativamente homogéneas, lo que motiva una gran uniformidad en la mayor parte de la extensión de la misma, sobre todo en niveles de marea medios y altos.

### 5.2.3. Abundancia de las especies

Para lograr una mayor información sobre la macrofauna de las estaciones, consideramos necesario dar una idea de la abundancia de cada especie; como los datos de abundancia para todas las muestras podrían resultar prolijos y difícilmente asimilables para nuestra intención, se ha considerado mucho más representativo el dar una indicación de los valores medios de abundancia - número y biomasa - de cada especie en cada estación (fig. 54 a 61).

La simple observación de las figuras nos permite conocer cuales son las especies que tienen importancia en cada estación, fundamentalmente considerando su biomasa, que se corresponde generalmente con las especies que poseen una elevada frecuencia; también nos permite conocer la distribución de las abundancias la

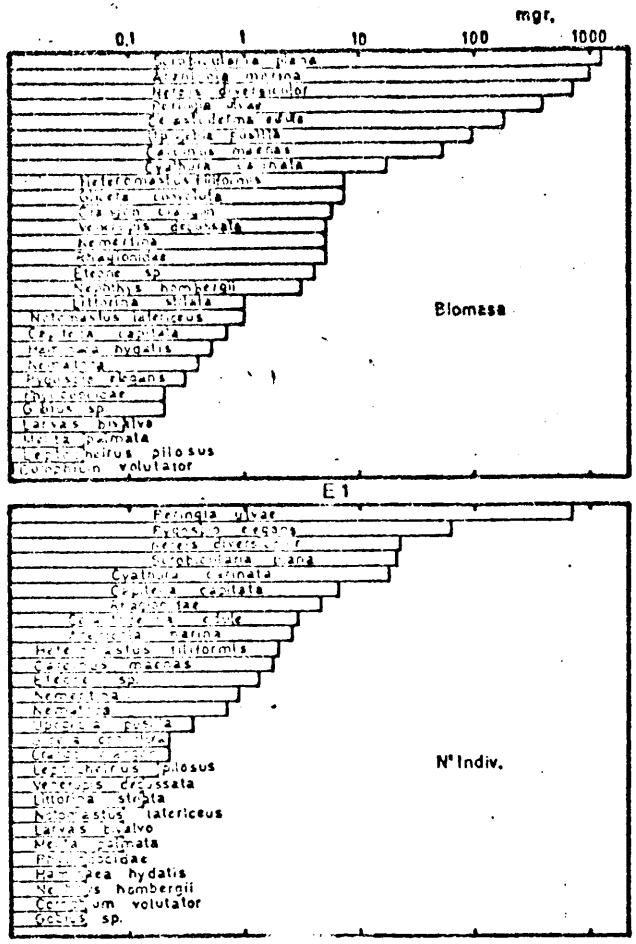


Fig. 54. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E1, ordenadas de mayor a menor.

=====

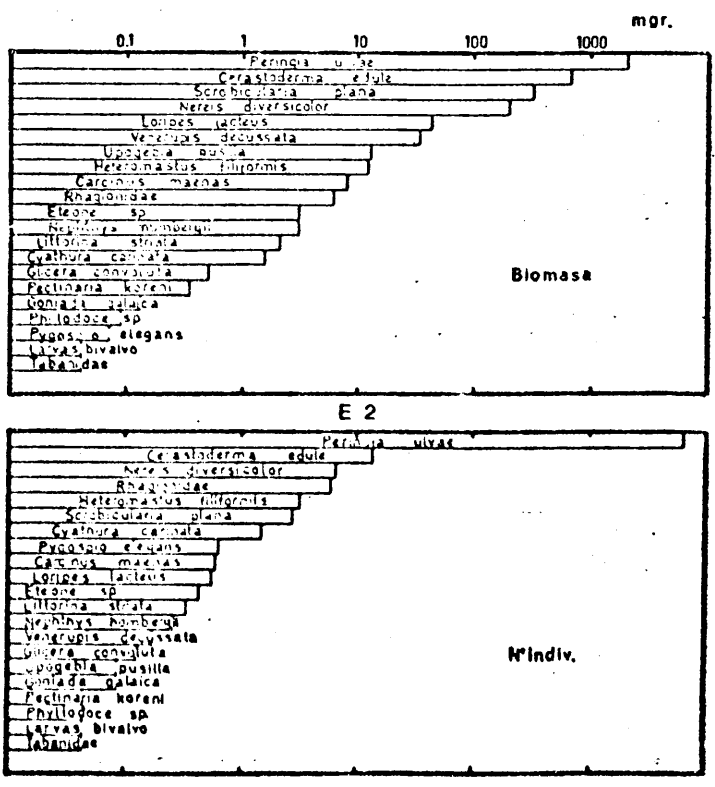


Fig. 55. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E2, ordenadas de mayor a menor.

=====

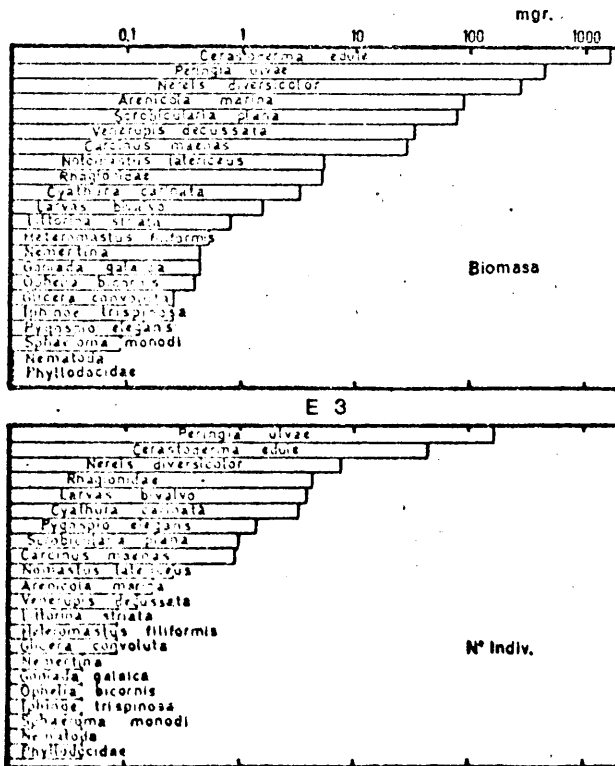


Fig. 56. Abundancia y biomasa media de las especies encontradas en la E3, ordenadas de mayor a menor.

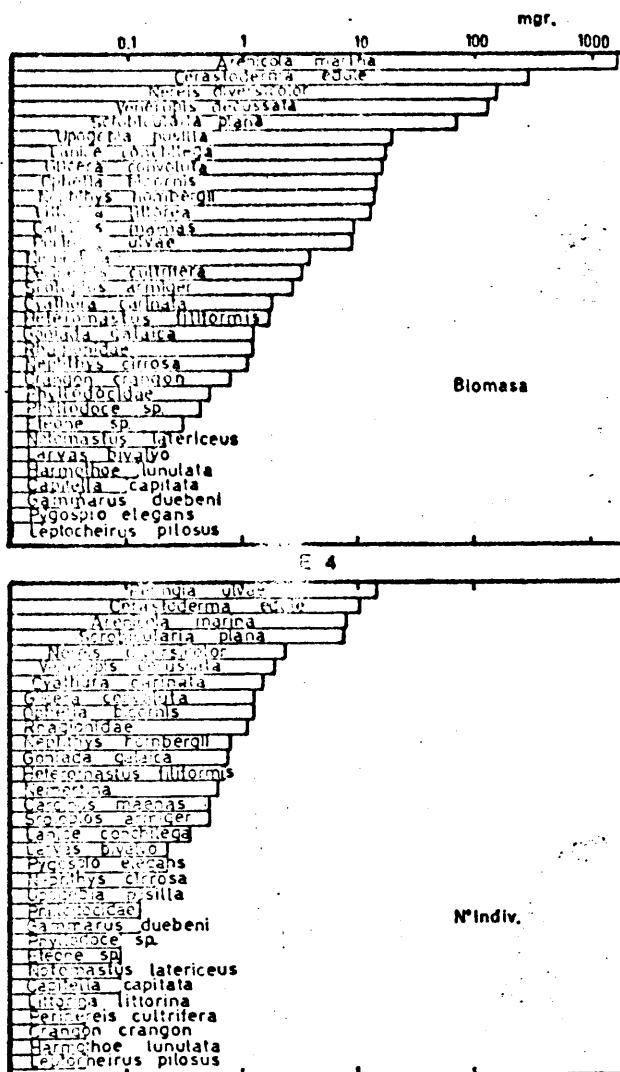


Fig. 57. Abundancia y biomasa media de las especies encontradas en la E4, ordenadas de mayor a menor.

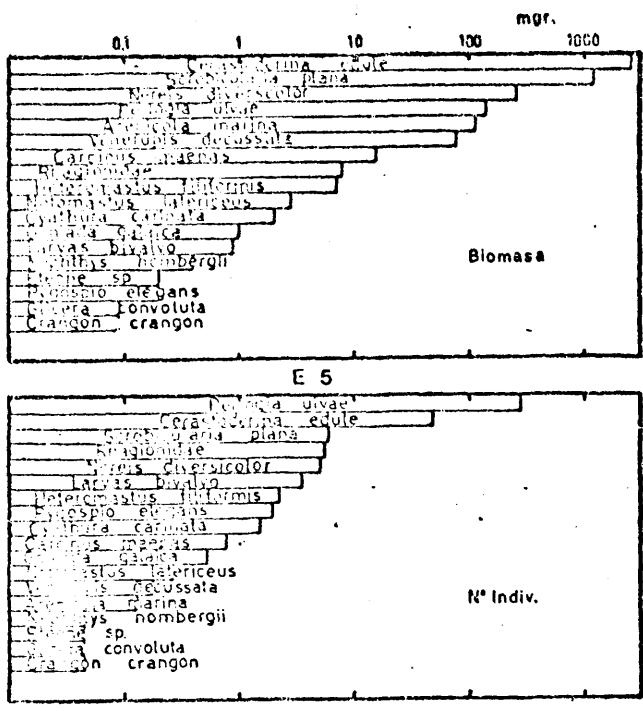


Fig. 58. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E5, ordenadas de mayor a menor.

=====

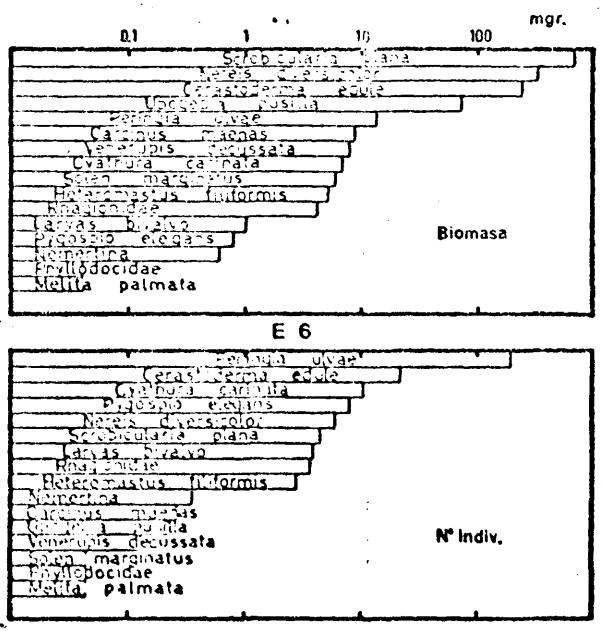


Fig. 59. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E6, ordenadas de mayor a menor.

=====

distintas especies en cada una de las estaciones.

Excepto en la E7, la disminución de los individuos en las sucesivas especies ordenadas de mayor a menor en el número y la biomasa es muy rápido, y en los dos casos muy similares. Las diferencias que se podrían detectar no se dan en el mismo sentido al depender del tamaño relativo de las especies; por ejemplo, en

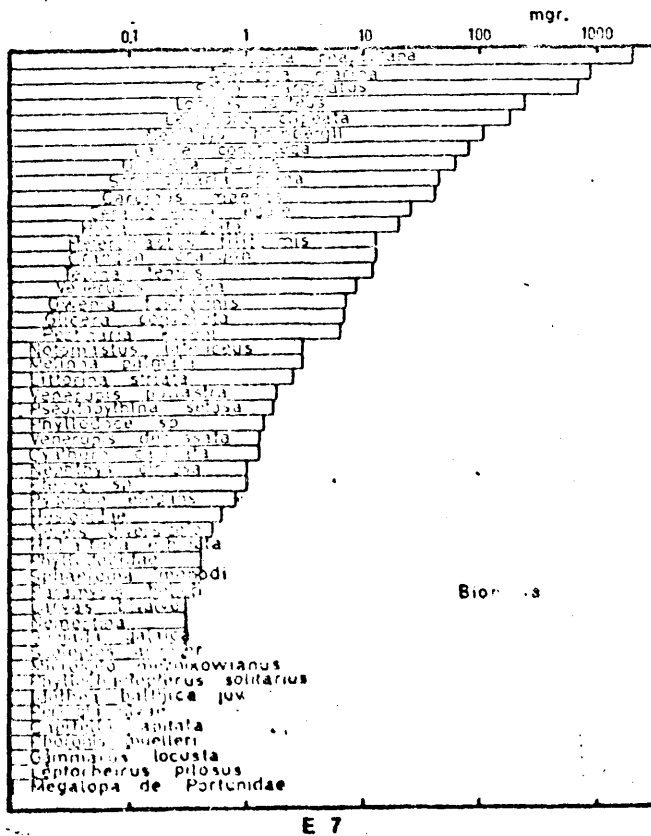
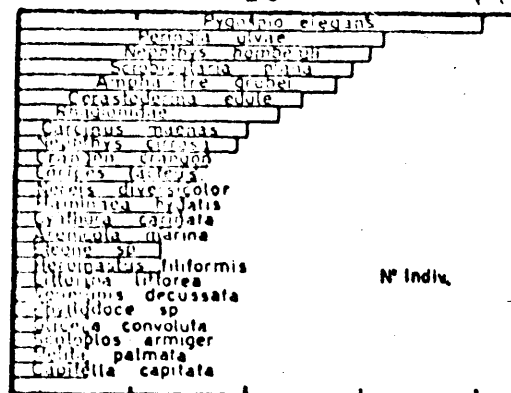
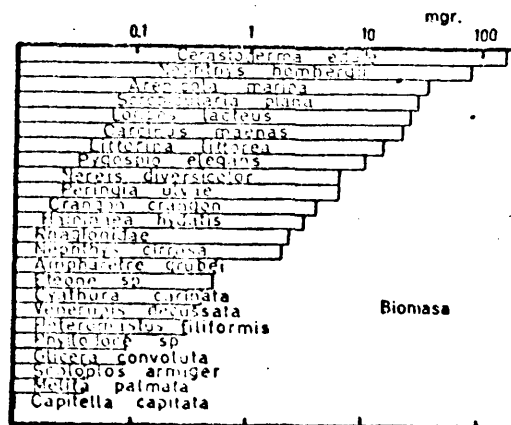
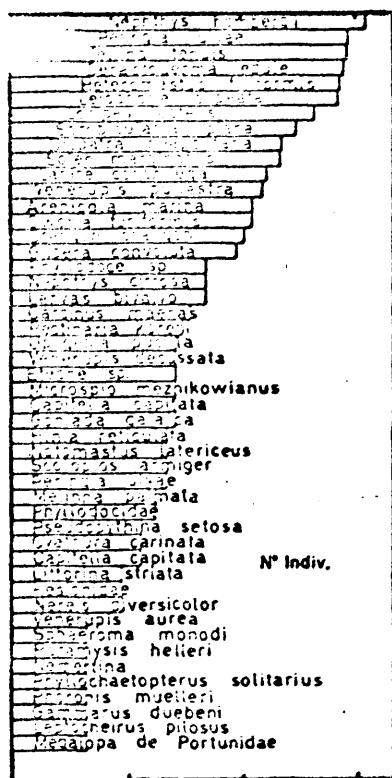


Fig. 60. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E7, ordenadas de mayor a menor

=====

Fig. 61. Abundancia y biomasa medias de las especies encontradas en la E8, ordenadas de mayor a menor.

=====



la E2 la especie dominante por el número de individuos, *Peringia ulvae*, es de reducido tamaño, y a pesar de la diferencia en número con *Cerastoderma edule*, la diferencia por las biomásas es mucho menor.

En la E7, debido al mayor número de especies y al número reducido de individuos, la grafica de distribución de abundancias de las especies posee una menor pendiente que en las otras estaciones, y las especies dominantes en las otras estaciones pierden ese carácter, quedando suplantadas por especies características de dicha estación.

En general, se puede afirmar que la distribución de las especies por sus abundancias, tanto en número como en biomasa, sigue una distribución de tipo exponencial, con valores de exponentes comprendidos entre 0.6 en la E2 y 0.2 en la E7, dándonos estos valores una primera idea de la distribución de los individuos por especie.

### 5.3. Estructura de la macrofauna

#### 5.3.1. Índices generales

Como vimos en el apartado anterior, la composición taxonómica, la frecuencia por estación y la abundancia media de cada especie nos dan una visión general de la macrofauna en las distintas estaciones, pero contribuyen en pequeña medida a esclarecer cual es la estructura de la macrofauna, así como su actividad.

Para conocer ésta, consideramos necesario un estudio más detallado y preciso, que englobe índices generales y análisis de estos en el espacio y en el tiempo; también se considera necesario un estudio sobre la distribución en el espacio de las especies y de las relaciones que existen entre ellas.

Como primer paso se estudia la distribución de parámetros e índices generales en el tiempo. Los parámetros que se consideran son el número de individuos y de especies, y la biomasa, que de manera directa expresan alguna característica de la comunidad; el índice empleado es la diversidad, que nos relaciona el número de individuos y su distribución en especies, lo que contribuye a dar una idea macroscópica muy adecuada de la estructura

de la comunidad, MARGALEF (1957).

Para el cálculo de la diversidad hemos escogido la ecuación de la teoría de la información, SHANNON (1948), calculándola para el número de individuos por especie, SHANNON-WEAVER (1963), y para la biomasa por especie, SHANNON-WILHM (1968).

La fórmula,  $H = - \sum p_i \log_2 p_i$ , en la que  $p_i = \frac{N_i}{N}$  y  $\sum p_i = 1$ , que se expresa en unidades de información - bits - por individuo o unidad de peso, nos interesa especialmente, puesto que al estar basada en probabilidades nos permite el cálculo para cualquier expresión cuantitativa de los muestreos, en nuestro caso número y biomasa. Otras fórmulas tal vez mas adecuadas o con

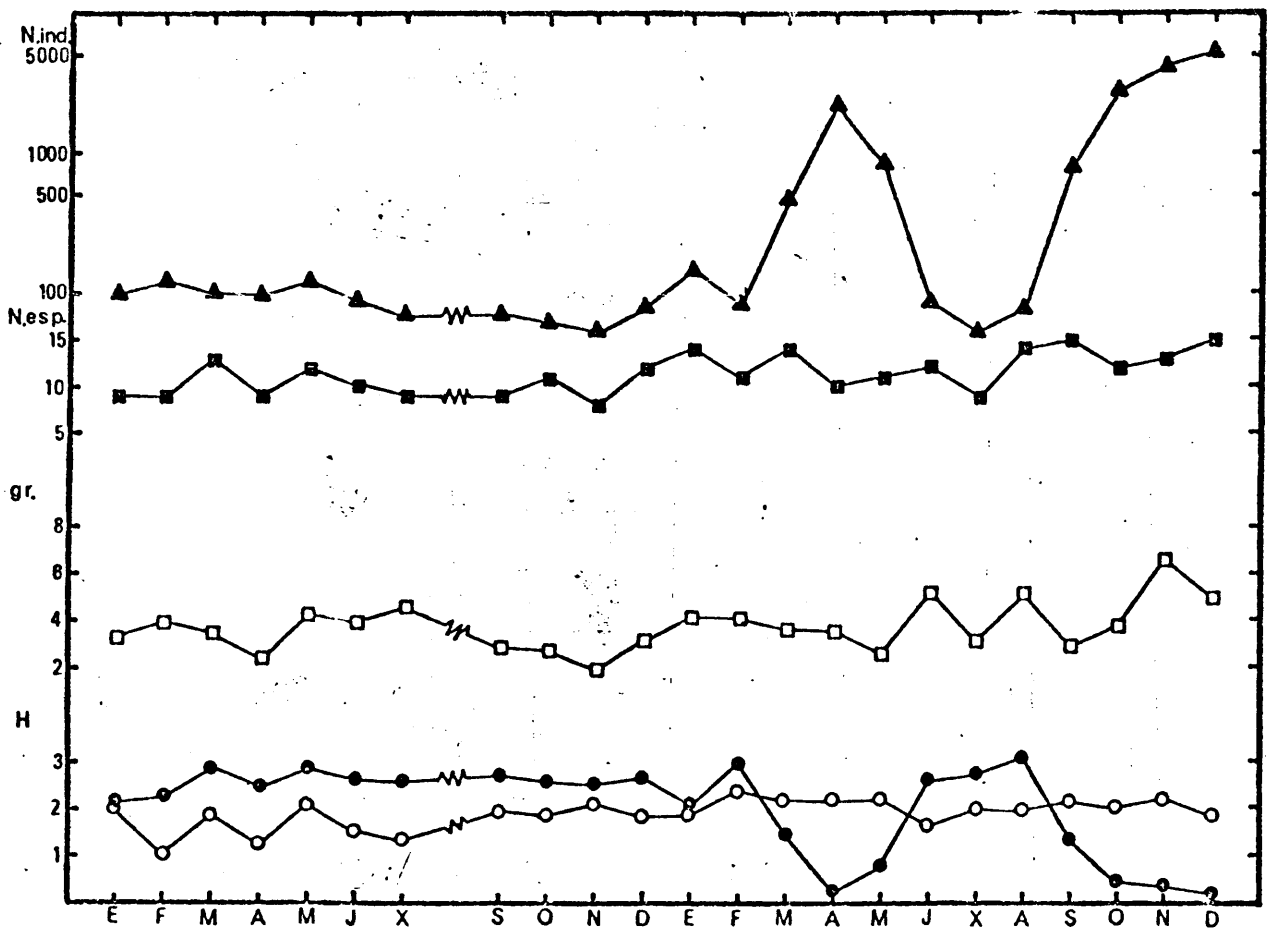


Fig. 62. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 1.

mayor significación ecológica, no nos permitirían dicha posibilidad, puesto que basan su cálculo en el número de individuos por especie, MARGALEF (1974).

A) Estación 1.- La E1 (fig. 62), que durante el año 1973 permaneció estable, con oscilaciones del número de individuos y de especies muy reducidas, con máximos de biomasa en el verano, decreciendo suavemente en otoño, y en el que las diversidades -  $H_n$  y  $H_b$  - pueden considerarse paralelas, presenta en 1974 bruscas oscilaciones en el número de individuos, debidas fundamentalmente a la abundante presencia del Gasteropodo *Peringia ulvae*, que motivó variaciones en sentido inverso en  $H_n$ ; la acompañan variaciones irregulares en el número de especies y en la biomasa, ésta con máximos en otoño; es de destacar que  $H_b$  no presenta oscilaciones que puedan relacionarse con la presencia de *Peringia ulvae* y permanece casi constante.

B) Estación 2.- La E2 (fig. 63) presenta una característica distintiva del resto de las estaciones, y es la gran abundancia de *P. ulvae* durante todo el año, lo que motiva que  $H_n$  resulte prácticamente 0, aunque las oscilaciones que sufre la especie son importantes; el número de especies presentes a lo largo del periodo de muestreo es muy reducido, no alcanzando en casi ningún mes a 10, y sólo dos saltos en Marzo y Noviembre de 1973 alteran un perfil muy suave.

La biomasa de esta estación presenta tres máximos acusados, en Enero de 1973 y en Agosto y Diciembre de 1974, y un mínimo en Abril de 1973, permaneciendo entre ellos con una gran uniformidad, que puede considerarse controlada por *P. ulvae* en gran medida;  $H_b$  permanece baja durante los dos años, exceptuando los comienzos de 1973 en que alcanza valores superiores a dos; desde Junio a Diciembre de 1974 presenta un lento incremento en los valores de  $H_b$ , que no se corresponde con las variaciones de la biomasa, relacionándose sin embargo con un aumento medio de ésta.

C) Estación 3.- En la E3 (fig. 64) se mezclan oscilaciones muy marcadas en el número de individuos, motivadas por *P. ulvae*, y variaciones en la biomasa motivadas fundamentalmente por *Cerastoderma edule* y secundariamente por *P. ulvae*. Las variacio-

nes en el número de individuos marcan oscilaciones contrarias en  $H_n$ , correspondiéndose los máximos en el número de individuos con mínimos, casi ceros, de  $H_n$ .

Las oscilaciones en biomasa, muy importantes puesto que varía entre casi cero y ocho gramos, son dependientes de los ciclos de producción y extracción de *C. edule*, pero provocan variaciones mucho menores de  $H_b$ . Sólo elevaciones continuadas en la biomasa motivan disminución de  $H_b$ , pero de forma gradual, no correspondiéndose en todos los casos máximos de biomasa con mínimos de  $H_b$ .

El número de especies presentes en cada mes a lo largo

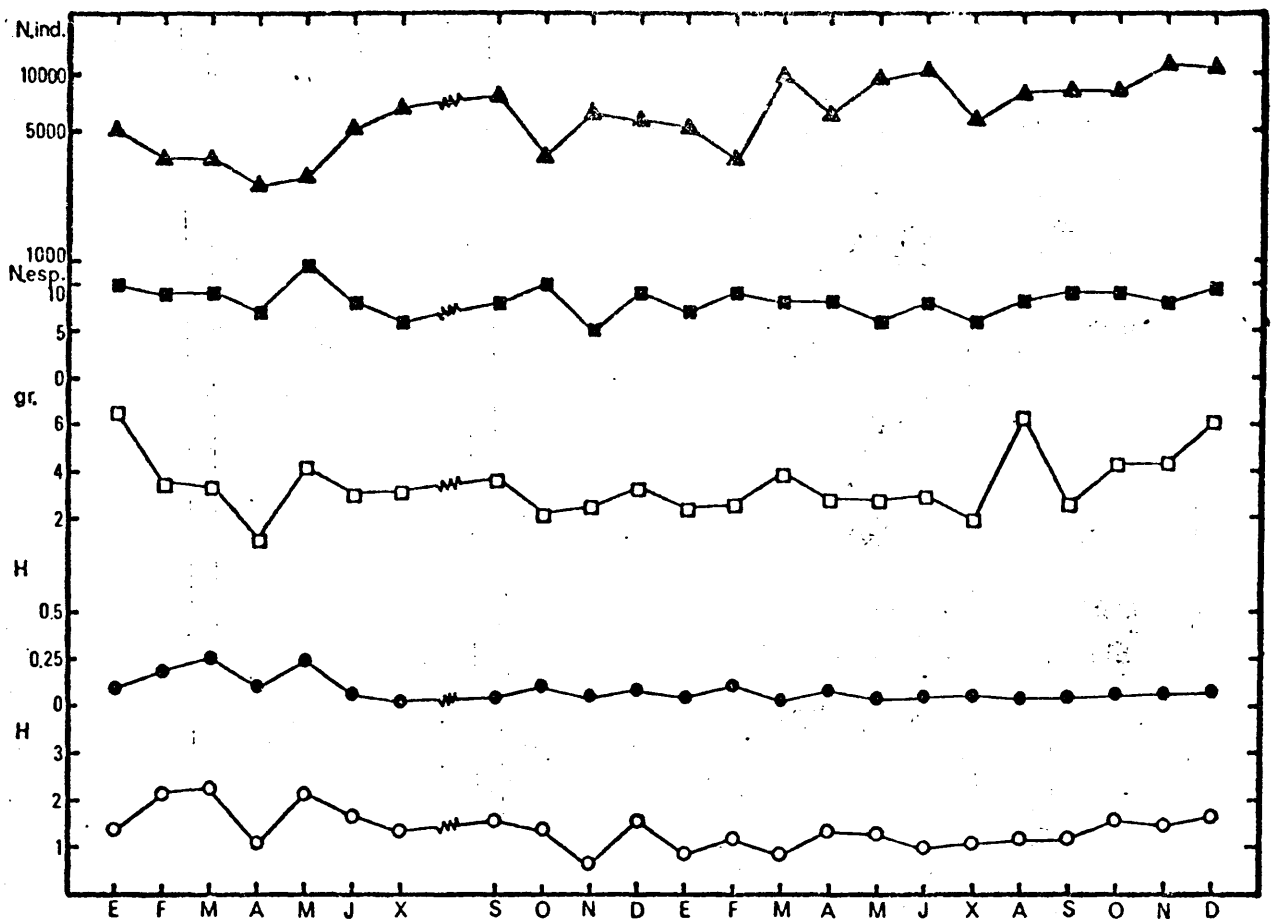


Fig. 63. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 2.

de los dos años varía de forma constante, pero con amplitudes ínfimas, permaneciendo igual que en la estación anterior entre cinco y diez casi exclusivamente.

D) Estación 4.- La E4 (fig. 65) presenta grandes diferencias con las estaciones precedentes. En primer lugar, el número de individuos es siempre reducido y sin grandes diferencias, excepto un aumento en Marzo y Abril de 1974, motivado por la abundancia de *P. ulvae*; esto motiva, unido al mayor número de especies presentes, una elevación de  $H_n$ , disminuyendo solamente en los dos meses mencionados anteriormente.

La biomasa presenta variaciones suaves a lo largo de los dos años, excepto desde Septiembre a Diciembre de 1974, en los

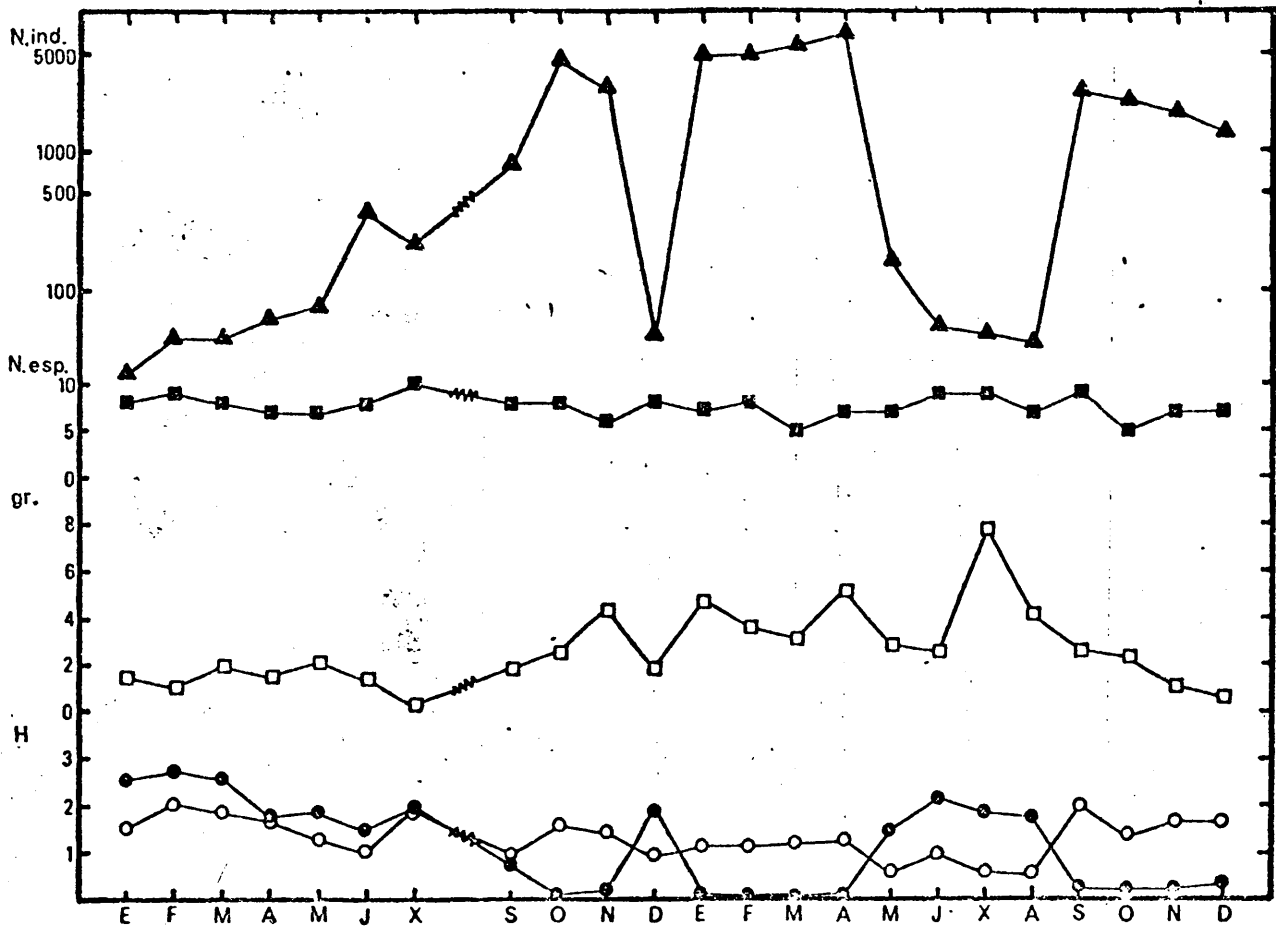


Fig. 64. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 3.

que sufre oscilaciones de una cierta amplitud. La  $H_b$ , que no sigue las oscilaciones de la biomasa en general, presenta su máximo en Octubre de 1974; se encuentra, excepto en un mes por debajo de  $H_n$ , porque la especie que acumula mayor biomasa, *Arenicola marina*, es de gran tamaño y su número bajo.

En general se puede considerar esta estación como más estable que las anteriores, puesto que las oscilaciones en número y en biomasa son menores y además regulares. Es curioso observar sin embargo que  $H_b$ , que permanecía muy estable en las estaciones 1, 2 y 3 varía más en la E4, aunque se pueda encontrar en su variación una cierta periodicidad. El comportamiento de esta estación recuerda en su conjunto al de la E1.

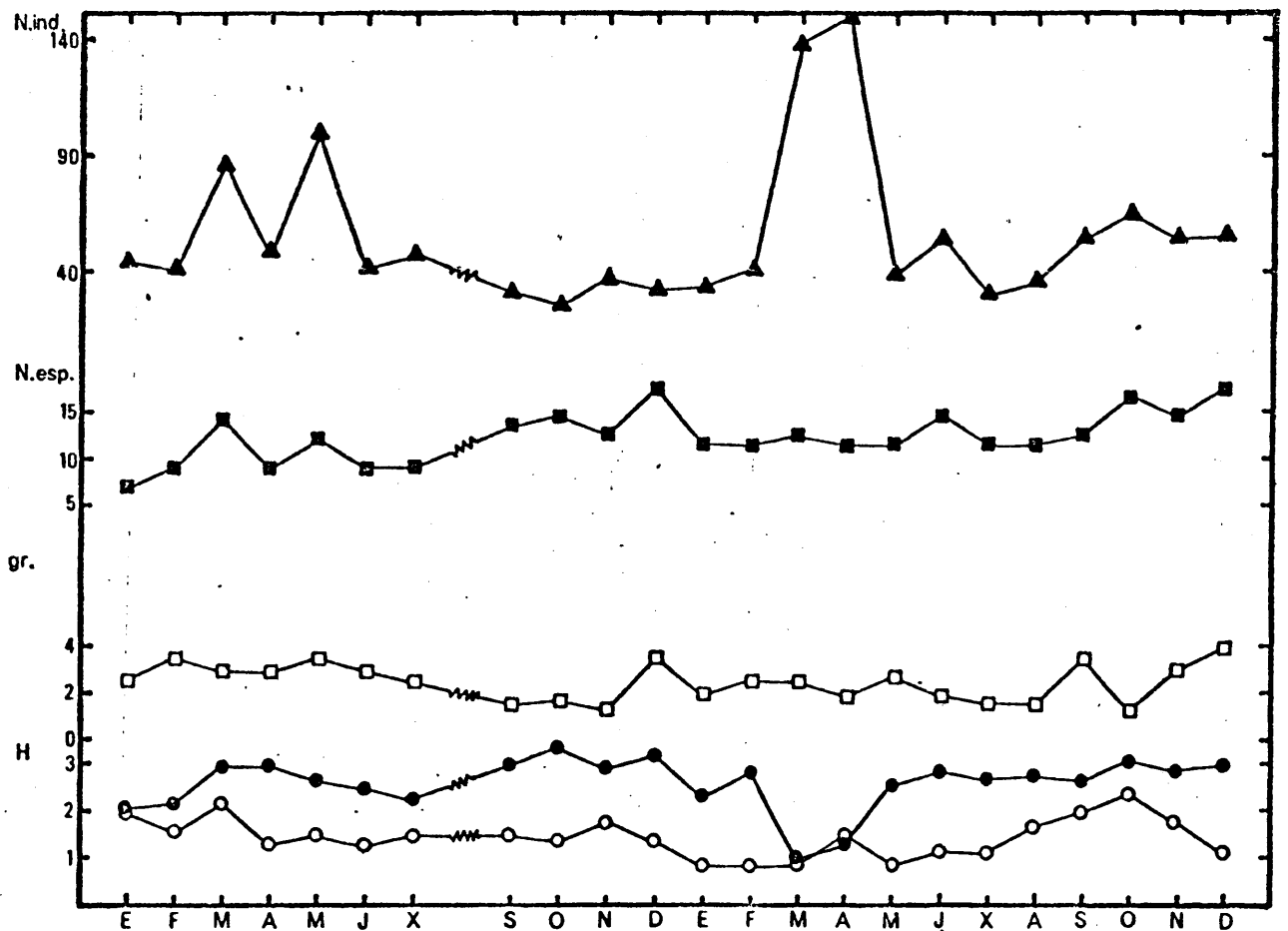


Fig. 65. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 4.

E) Estación 5.- Es una de las estaciones (fig. 66) que presenta un mayor problema de comprensión; el número de individuos es reducido y muy constante, si exceptuamos Septiembre y Octubre de 1973, lo que unido a la uniformidad y escaso número de especies motiva que  $H_n$  se mantenga bajo y relativamente estable, exceptuando los meses anteriormente mencionados.

Los ciclos de la biomasa y de  $H_b$  presentan una mayor dificultad en su explicación; la biomasa es altamente dependiente del ciclo de *C. edule* pero con marcada influencia de *Scrobicula - ria plana*, lo cual motiva que un aumento en la biomasa, que estaría en gran medida influenciado por una especie, no se traduzca en una disminución de  $H_b$ , excepto en momentos en que se une la

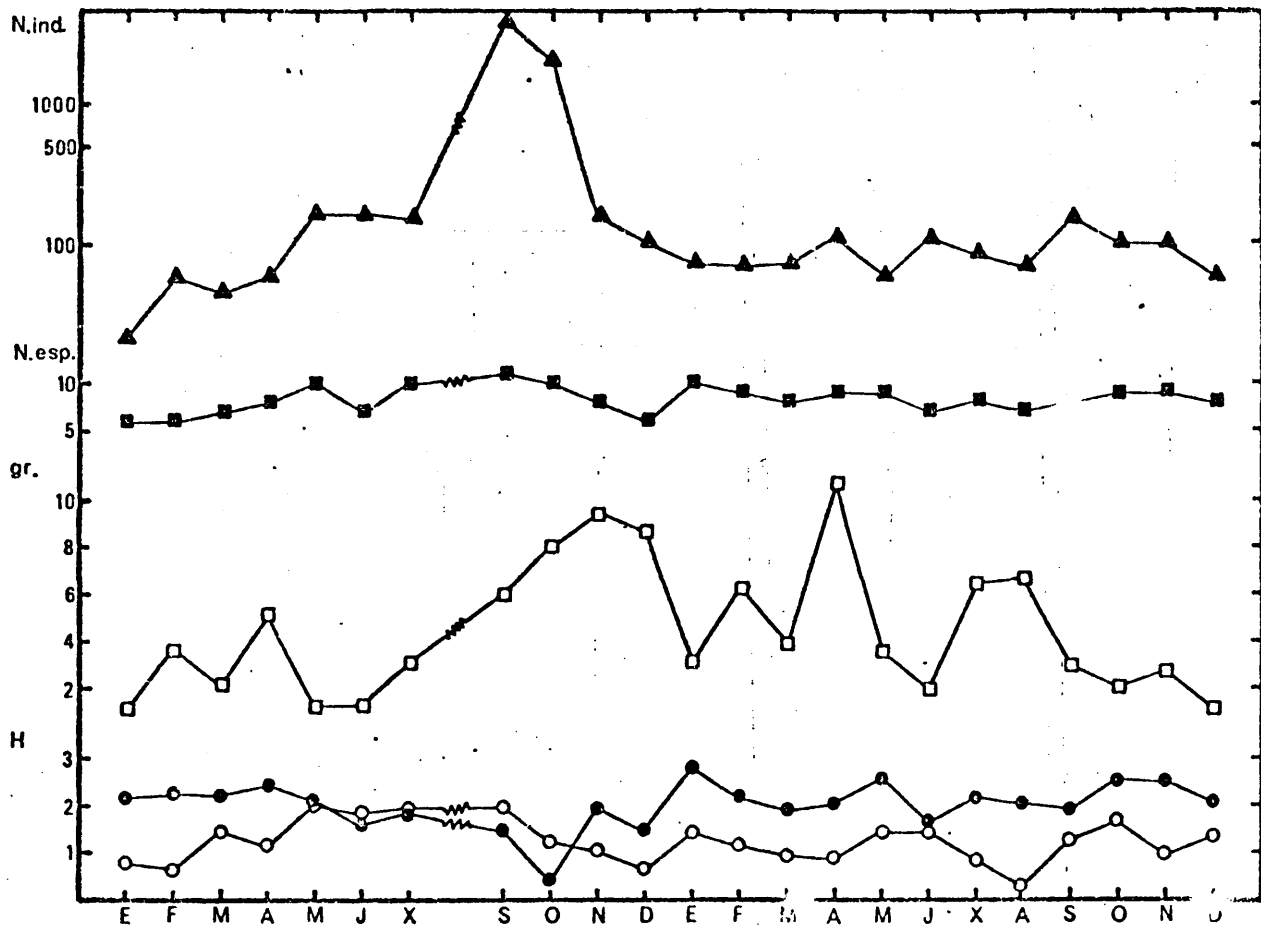


Fig. 66. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 5.

disminución de las especies acompañantes con el aumento de la dominante; esta doble característica se traduce en que grandes variaciones de la biomasa representan poca variación en la estructura de la macrofauna, mientras que variaciones mas reducidas suponen caídas en la diversidad.

Las grandes oscilaciones de la biomasa, que tienen su paralelismo en la E3, dependen de dos factores fundamentalmente: el primero sería el ciclo vital y la dinámica de *C. edule*, que intentaremos explicar en el capítulo de biología de las especies, pero que anticipando un poco las ideas puede considerarse de ciclo bianual; el segundo sería el marisqueo a que está sometida esta especie, lo que se traduce en que la curva de crecimiento de la po-

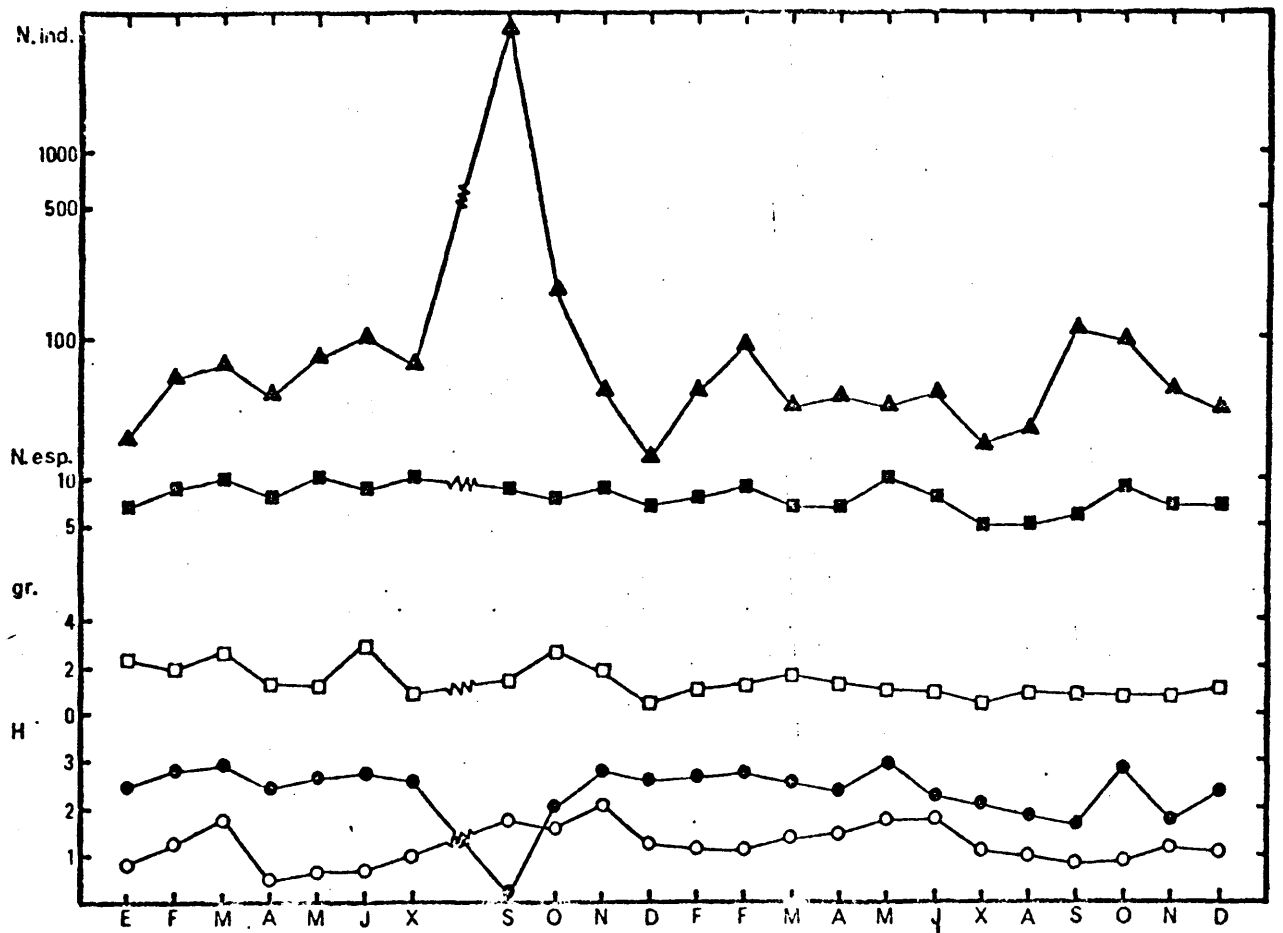


Fig. 67. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 6.

blación se vea truncada en sucesivos meses, con aparición sucesiva de nuevos elementos provenientes muy posiblemente de áreas del infralitoral, a las cuales deben migrar los individuos de pequeño tamaño.

F) Estación 6.- El número de individuos y de especies en esta estación (fig. 67) es muy uniforme y reducido, excepto en Septiembre de 1973 en que el primero tiene un gran aumento debido a la aparición masiva de *P. ulvae*; esta distribución se traduce en que  $H_n$  sea también muy uniforme con la inflexión debida a la aparición de *P. ulvae*.

La biomasa, que se mantiene dentro de valores bajos en los dos años, presenta oscilaciones de alguna importancia en 1973, mientras que 1974 se presenta mucho más uniforme;  $H_b$  sin embargo muestra unas oscilaciones apreciables, con mínimos en primavera, aumentando la diversidad en el verano; podría hacer pensar esta característica en un área que se coloniza en verano, pero la no presencia de otras especies en este periodo anula esta hipótesis; sería por tanto un ciclo interno de la macrofauna, resultado de las variaciones cíclicas de las especies, lo que motivaría esta ritmicidad.

G) Estación 7.- Esta estación (fig. 68) presenta características diferenciales con el resto de las estaciones, muy probablemente debidas a estar situada en un nivel de marea inferior; la variación en el número de individuos es muy reducida y se presenta sin cambios bruscos, de una forma gradual. El número de especies, mucho mayor - apartados 5.2.2. y 5.2.3. - que en las otras estaciones, permite oscilaciones más amplias, aunque no sea perceptible ningún tipo de ritmicidad en ellas.

$H_n$ , muy constante durante todo el periodo de muestreos, alcanza los valores máximos de toda la playa; la falta de variaciones importantes en ella indicaría una estructura muy constante durante los dos años.

La biomasa muestra variaciones de ciclo largo, presumiblemente bianual, y gradual, con periodos de pérdida brusca y periodos de acumulación, mucho más lentos; el encontrar curvas en

general sin saltos bruscos, en contraposición con otras estaciones, puede deberse a la falta de explotación o al reducido carácter de la misma en las especies que la pueblan, o bien a la mayor estabilidad de la macrofauna en sí.

$H_b$  presenta variaciones de importancia, que en algún caso concreto podría deberse a la variación del índice para este tamaño de muestra - Mayo de 1974 -, pero que en general presenta oscilaciones que se relacionan directamente con las variaciones de biomasa observables; ésto indicaría que el aumento de biomasa en la estación vendría acompañado de una complicación en la estructura del sistema, es decir, que se establecerían relaciones nuevas entre las especies ya existentes, con otras nuevas y con el medio, que permitirían sustentar este aumento de la biomasa.

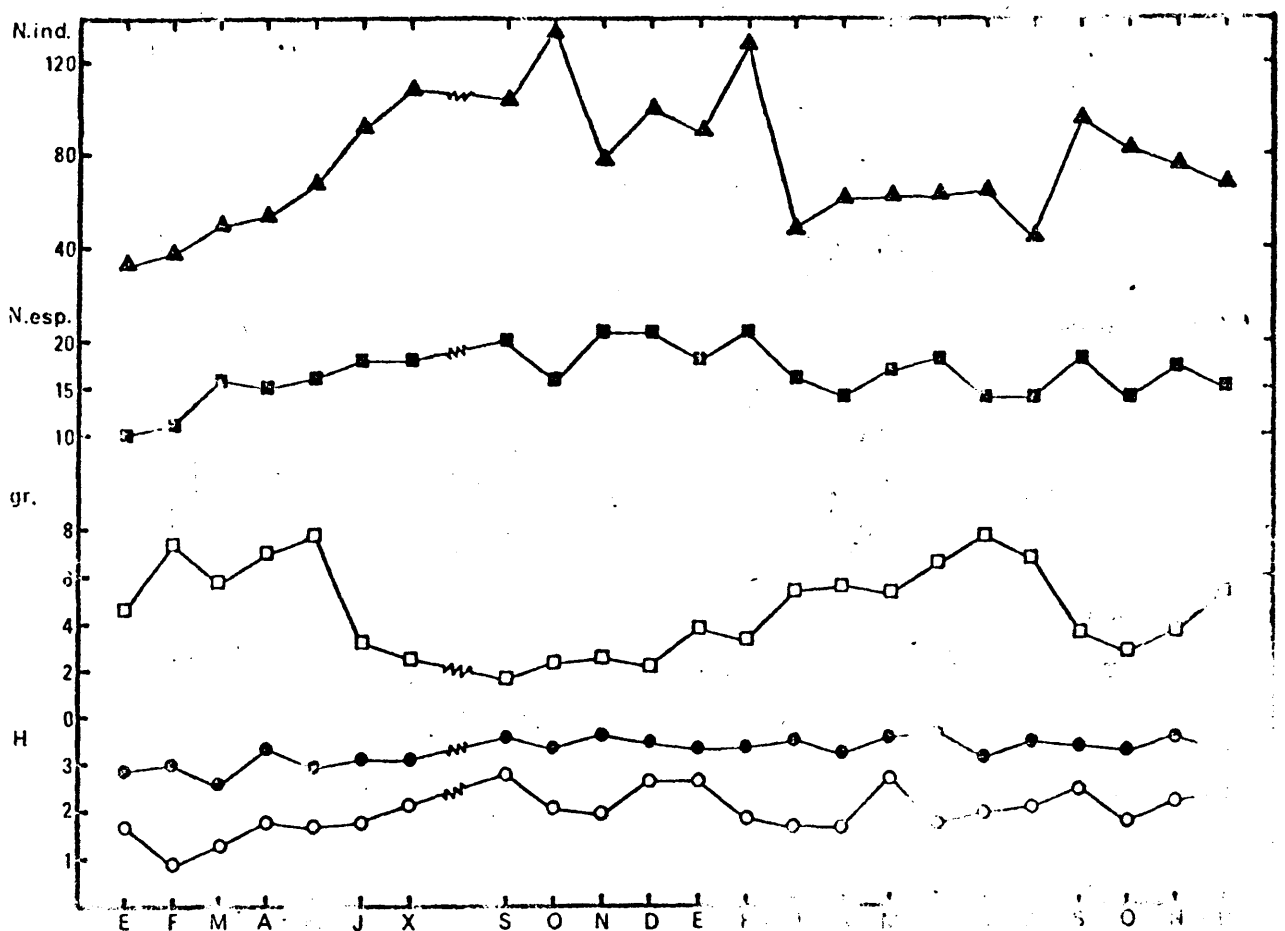


Fig. 68. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 7.

Se puede decir que esta estación sería la de estructura mas compleja, y que esta característica estaría en función del menor nivel de marea en que se encuentra, y por tanto de todos los factores que influyen, derivados fundamentalmente de la emersión.

H) Estación 8.- La E8 (fig. 69) como ya vimos en los capítulos anteriores poseía unas características especiales; estas peculiaridades también son detectables a nivel de la macrofauna.

El número de individuos presentes varía en función de las oscilaciones de *Pygospio elegans* fundamentalmente. El número de especies, salvo pequeñas variaciones, permanece constante, con una reducción muy fuerte en Julio de 1973.

La biomasa, normalmente con valores muy bajos, presenta

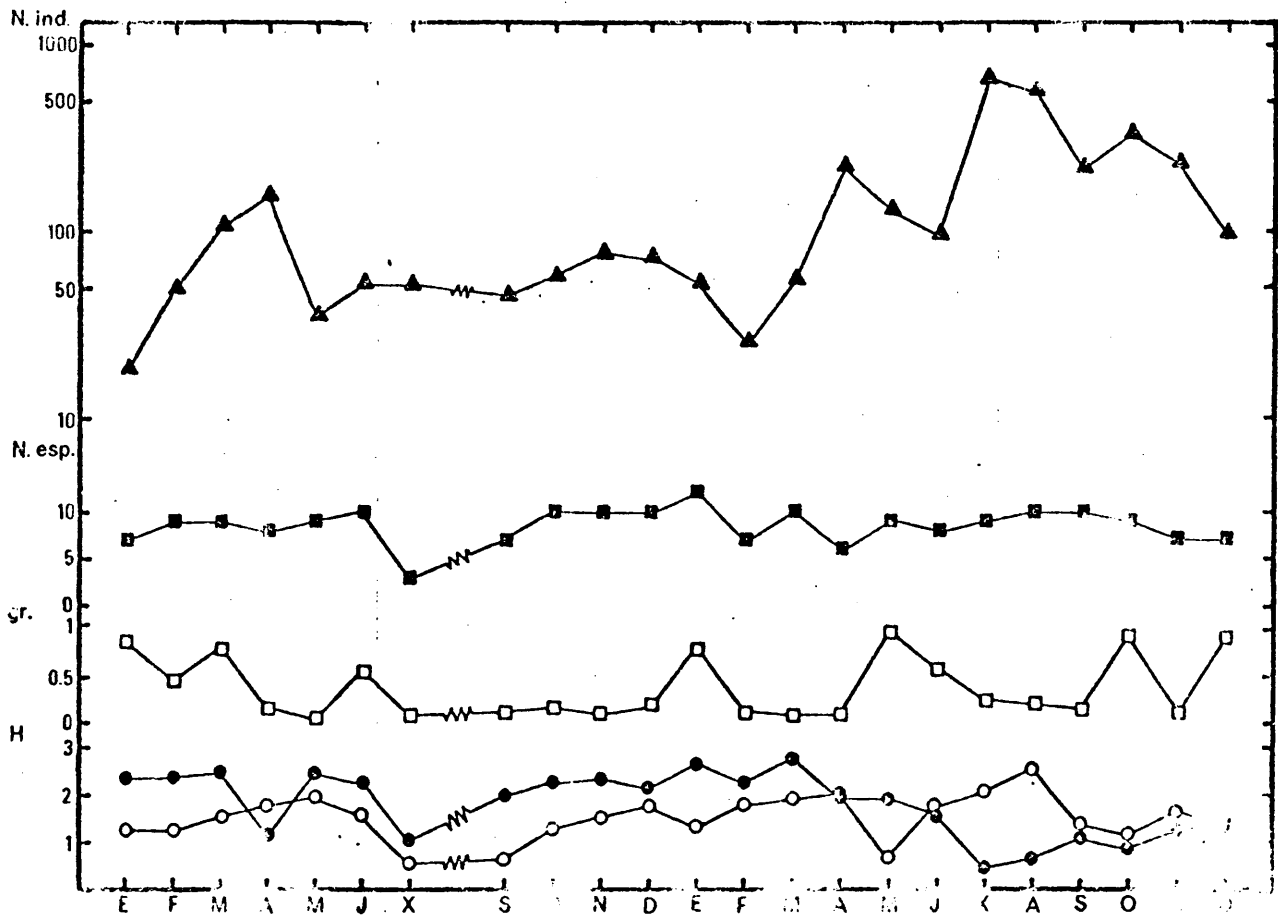


Fig. 69. Distribución en el tiempo del número de individuos y especies, la biomasa y la diversidad calculada por el número de individuos (●) y por la biomasa (○) en la estación 8.

saltos bruscos motivados preferentemente por la aparición de un ejemplar de tamaño grande, tanto de *C. edule* como de *A. marina*, con una biomasa por individuo mayor que la del resto de los componentes de la macrofauna.

Las diversidades,  $H_n$  y  $H_b$ , son muy similares en sus ciclos y sólo se distorsionan con el gran aumento en verano de 1974 de *P. elegans*, que representa muy poco en biomasa;  $H_n$  presenta un ciclo anual, con los mínimos en verano y los máximos en invierno, originados muy posiblemente por el ciclo de *P. elegans*;  $H_b$  sin embargo parece presentar un ciclo más largo, con un mínimo en Julio de 1973 y un máximo en Julio de 1974, a pesar de que las oscilaciones derivadas de la presencia de *C. edule* y de *A. marina* pueden enmascarar este tipo de distribución; lo que haría pensar en un ciclo bianual en la estructura de las especies sustrato de la macrofauna en dicha estación.

### 5.3.2. Distribución espacial de los índices generales

Después de pasar revista a la variación estacional de ciertos parámetros generales de la macrofauna, nos interesa conocer su distribución en la playa para poder descubrir algún tipo de regularidad en su distribución, como primer paso para ver los factores que pueden afectar a la estructura de la comunidad; para ello nos basaremos en la distribución de las medias de los valores mensuales de dichos índices generales en la playa.

Si observamos el número de especies (fig. 70), comprobamos que los valores mínimos se sitúan en el llano fangoso central, y el valor máximo está situado en la E7, que es la que se encuentra más próxima al inframareal; le siguen en abundancia media de especies las E4 y E1, que se encuentran en la barra costera, correspondiéndose con zonas de lavado de la arena por surgencias de agua, y en las que se puede apreciar especies comunes con la E7.

La biomasa presenta una distribución muy diferente a la del número de especies. Los mínimos se encuentran en las proximidades del río Miñor, en la E6 que se encuentra situada en su margen y puede verse afectada por el lavado y en la E8 que tiene una biomasa media muy escasa; las estaciones con el máximo de bio-

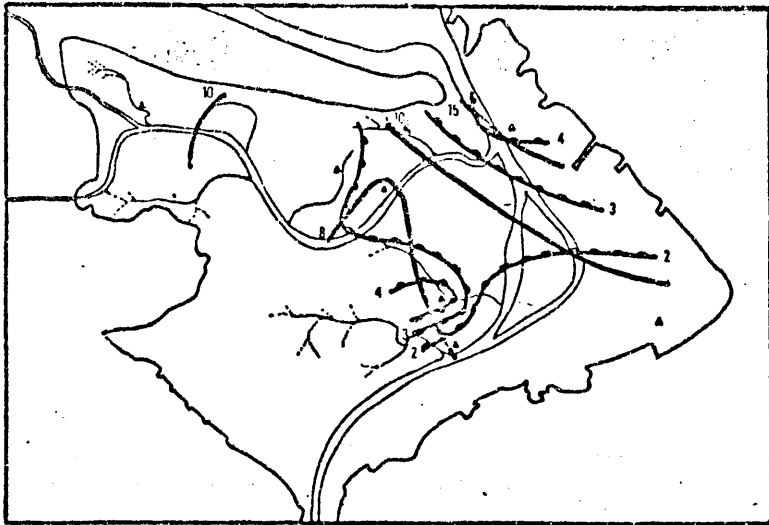


Fig. 70. Distribución media del número de individuos (—) y de la biomasa (---) en la playa de La Foz.

=====

misma.

Las diversidades,  $H_n$  y  $H_b$ , (fig. 71) presentan marcadas diferencias;  $H_n$  tiene el mínimo en la E2, ampliándose de forma concéntrica, de tal forma que el máximo se encuentra en la E7 seguido de la E4, con dos valores intermedios en los extremos de la playa, E1 y E8;  $H_b$  presenta el mínimo en la parte central de la playa, E5 y E6, a partir del cual aumenta, alcanzando el máximo así mismo en la E7, seguida de la

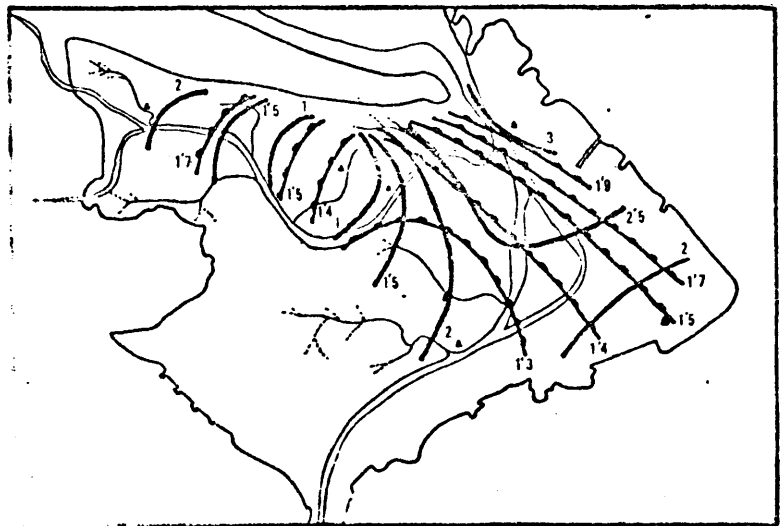


Fig. 71. Distribución media de las diversidades calculadas por la abundancia (—) y por la biomasa (---) en la playa de La Foz.

masa son la E5 y la E7, aunque su comportamiento sea muy diferente, puesto que la E5 presenta bruscas variaciones en el tiempo, con valores desde 1 gr. hasta 10 gr., mientras que la E7 con variaciones entre 2 y 8 gr., presenta perfiles más suaves; este tipo de distribución habría que relacionarla con la estructura de la macrofauna en cada uno de ellos, y con la influencia de la emersión y otros factores sobre la

E1.

Las diferencias de amplitud entre ambos índices son importantes, con una oscilación mucho mayor en  $H_n$ , entre 0.2 y 3, mientras que  $H_b$  se sitúa entre 1.2 y 2. Parece por tanto que la diversidad calculada a partir de la biomasa, a parte de tener una significación ecológica más clara - puesto que lo que realmente interesa y caracteriza con este criterio a una comunidad es la materia que posee y la energía que circula por ella, y no el número de individuos, WILHM (1968) - presenta una ventaja evidente a la hora de discriminar estructuras reales, puesto que la diferencia entre estaciones no es lo suficientemente grande para pasar de una comunidad prácticamente monoespecífica, en E2, a una comunidad compleja, como indica  $H_n$ . Sin embargo  $H_b$  indicaría comunidades poco organizadas, pero con unos gradientes que parecen más homogéneos y comprensibles.

Por ello, los cálculos para establecer las relaciones existentes con los factores que pueden influenciar el grado de organización de la comunidad, los basaremos en la diversidad calculada a partir de la biomasa por especie,  $H_b$ .

### 5.3.3. Heterogeneidad espacial - escala reducida -

Si bien la diversidad nos permite tener una idea general muy exacta de la estructura de las comunidades, MARGALEF (1968), es interesante conocer de que forma influye la mayor complejidad del sistema en la organización del mismo.

Para ello pretendemos conocer cual sería la organización de la playa en dos escalas diferentes: la primera en escala reducida, esto es, en una superficie pequeña, y la segunda considerando a la totalidad de la playa, escala grande.

Utilizaremos para ello el índice de heterogeneidad, MARGALEF (1956),

$$D = H_{ab} - \frac{H_a + H_b}{2}$$

es decir, el aumento de diversidad que supone el reunir dos muestras con respecto a la diversidad media de las dos muestras aisladas; este índice posee la ventaja de basarse en los mismos va -

lores que nos indican el grado de complejidad del sistema, es decir, que nos proporciona la heterogeneidad del área por el grado de organización y la similitud de especies entre dos sistemas.

Se ha suprimido el factor distancia entre las muestras por ser uniforme en todos los cálculos realizados.

En el estudio en escala reducida, se emplearon las mismas muestras recogidas para el apartado 5.1.3.; por tanto son 25 y 20 muestras contiguas de 400 cm<sup>2</sup> en las E5 y E7 respectivamente, que coinciden con las zonas de mínima y máxima diversidad media.

Una primera idea de la complejidad del sistema nos la daría la observación de los espectros de diversidad (figs. 52-53); la E5 presenta un espectro muy rectangular, en el que una vez alcanzada un área determinada se convierte en prácticamente horizontal; es decir, un aumento en la superficie de muestreo no supone un aumento de la diversidad; la E7 sin embargo, sobre un mismo tipo de

1.289	1.629	0.789	1.686	0.790
0.761	1.305	1.544	1.733	1.292
1.230	1.933	1.574	1.207	0.709
0.720	0.642	1.513	1.669	1.721
1.504	1.029	0.799	1.298	1.717

Fig. 72. Valores de la diversidad e índice de heterogeneidad en varios muestreos contiguos de la estación 5. —: 0.5 < D; —: 0.2 < D < 0.5; —: 0.1 < D < 0.2; —: 0.05 < D < 0.1.

1.468	1.998	2.319	2.102
2.108	1.788	1.587	1.489
1.915	1.582	0.694	1.076
0.424	0.978	0.953	0.934
1.014	1.301	1.233	0.268

Fig. 73. Valores de la diversidad e índice de heterogeneidad en varios muestreos contiguos de la estación 7. La misma clave que en la figura 72.

=====

distribución, presenta una pendiente mayor, lo que mostraría un aumento en el nivel de organización con el aumento del área de una forma continuada.

Para completar la imagen general se realizó el cálculo de la heterogeneidad entre muestras contiguas (figs. 72-73), en las que se indica la diversidad de cada muestra; el grosor de las rayas que separan los muestreos se relaciona directamente con la heterogeneidad.

Si se comparan las dos gráficas, se observa que la E5 presenta un aspecto más abierto, con numerosas muestras que no presentan una heterogeneidad apreciable, y con pocas muestras con heterogeneidad elevada, así como poca oscilación en la diversidad de las muestras aisladas.

En contraposición con ella, la E7 presenta un aspecto bastante compartimentado, con muestras muy aisladas por elevadas heterogeneidades con las contiguas, y con variaciones grandes en los valores aislados de la diversidad; esto indicaría una estructura mucho más facetada en general, lo que estaría totalmente de acuerdo con la mayor complejidad media encontrada, MARGALEF (1974).

#### 5.3.4. Heterogeneidad espacial - gran escala -

Ampliando el área de estudio a toda la playa, lo que obtendremos, a la vez que conocer en cierta forma la similitud entre

estaciones, es una visión general de la macrofauna de la playa, con las zonas en las que se establecen los máximos gradientes.

Al poseer datos mensuales de cada estación, lo que nos va a interesar más, es en que forma varía la distribución espacial en el tiempo, para tratar de establecer una dinámica de la playa.

Se escogieron para ello seis meses en los dos años, en los cuales se procedió al cálculo de la heterogeneidad entre estaciones (tablas 10 a 15); la observación de conjunto nos permite comprobar que existe una clara diferencia entre los distintos meses, lo cual indica una variación a lo largo del año, debido a los cambios que se producen en cada estación, que en muchas ocasiones están motivados por cambios en la densidad de una o varias especies. Los cambios de densidad de las especies pueden producirse por migraciones de las mismas entre las distintas estaciones, o bien por muerte o nacimiento de nuevos elementos de la población.

La estación que de forma continuada presenta valores más altos de D en su conjunto es la E7, que sólo presenta semejanza en la mayoría de los meses con la E8.

La E4 presenta valores apreciables de D con todas las estaciones excepto la E1, en alguno de los meses por lo menos; es por tanto una estación que se diferenciaría apreciablemente, sobre todo si la consideramos en relación con la E3 que se encuentra próxima, y entre las que por tanto se situaría un gradiente muy acusado.

El resto de las estaciones presenta variaciones mensuales con valores altos ocasionales, que generalmente no superan de forma continua el nivel del 0.6; ésto nos lleva a concluir que la macrofauna de la playa formaría un todo dinámico, con cambios en el tiempo continuos, condicionados fundamentalmente por las especies principales que se encuentran en ella.

Los principales gradientes quedarían establecidos por tanto entre los niveles inferiores y medios de marea, con una estación, E4, de este último nivel diferenciada plenamente, lo que se debería a la surgencia de agua en la misma y al sedimento tan lavado que esto motiva.

Tablas n° 10 Valores del índice de Heterogeneidad - MARGALEF  
a 15 (1956) - para todos los pares de estaciones en va-  
rios meses de 1973 y 1974. —: >0.6; ===: >0.9.

E2	<u>0.716</u>						
E3	0.495	0.581					
E4	<u>0.819</u>	<u>0.636</u>	0.128				
E5	0.444	0.411	0.253	<u>0.690</u>			
E6	0.286	0.558	<u>0.627</u>	<u>0.758</u>	0.065		
E7	<u>0.975</u>	0.424	0.006	0.588	<u>0.962</u>	<u>0.643</u>	
E8	<u>0.760</u>	<u>0.840</u>	<u>1.021</u>	<u>0.610</u>	0.250	0.587	0.162
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7

FEBRERO 1973

E2	0.366						
E3	<u>0.738</u>	0.453					
E4	0.205	<u>0.641</u>	<u>0.681</u>				
E5	0.354	0.146	0.066	0.264			
E6	<u>0.702</u>	0.592	<u>0.853</u>	<u>1.065</u>	0.346		
E7	0.579	<u>0.866</u>	<u>0.857</u>	0.476	0.451	<u>0.951</u>	
E8	0.168	0.141	0.259	0.164	0.233	0.443	0.084
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7

MAYO 1973

E2	0.565						
E3	0.571	0.208					
E4	0.532	<u>0.892</u>	<u>0.626</u>				
E5	0.273	0.344	0.056	0.308			
E6	0.154	0.446	0.429	<u>0.652</u>	0.214		
E7	0.190	<u>0.970</u>	<u>0.939</u>	0.374	0.510	<u>0.936</u>	
E8	0.594	0.424	0.498	0.519	0.132	0.487	0.540
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7

OCTUBRE 1973

Tablas n° 10 Continuación  
a 15

E2	<u>0.789</u>						
E3	<u>0.724</u>	0.557					
E4	0.385	<u>0.960</u>	<u>0.922</u>				
E5	0.403	<u>0.784</u>	0.292	<u>0.923</u>			
E6	<u>0.626</u>	<u>0.626</u>	0.064	<u>0.917</u>	0.280		
E7	0.553	<u>1.151</u>	<u>0.893</u>	<u>0.704</u>	<u>1.403</u>	<u>1.165</u>	
E8	<u>0.647</u>	<u>0.720</u>	0.073	<u>0.760</u>	0.296	0.301	<u>1.024</u>

E 1      E 2      E 3      E 4      E 5      E 6      E 7

ENERO 1974

E2	0.411						
E3	0.307	0.079					
E4	0.355	<u>0.794</u>	<u>1.127</u>				
E5	0.234	0.216	0.192	0.316			
E6	0.079	0.493	0.383	<u>0.875</u>	0.103		
E7	<u>0.639</u>	<u>0.956</u>	<u>0.991</u>	0.401	<u>0.784</u>	<u>0.745</u>	
E8	0.213	0.148	0.246	0.108	0.466	0.064	0.035

E 1      E 2      E 3      E 4      E 5      E 6      E 7

ABRIL 1974

E2	0.239						
E3	0.233	0.070					
E4	0.469	0.599	0.452				
E5	0.583	<u>0.755</u>	0.398	<u>0.783</u>			
E6	<u>0.680</u>	0.571	0.555	<u>0.650</u>	0.435		
E7	<u>0.876</u>	<u>0.957</u>	<u>0.919</u>	<u>1.105</u>	<u>1.043</u>	<u>0.987</u>	
E8	0.365	0.046	0.399	<u>0.745</u>	0.108	0.338	0.304

E 1      E 2      E 3      E 4      E 5      E 6      E 7

NOVIEMBRE 1974

5.3.5. Distribución de las especies en el espacio

Para conocer como se encuentran distribuidas en el espacio las distintas especies existen dos metodologías sencillas - fundamentalmente. Si se acepta que la abundancia de una especie en muestras repetidas se distribuye según una distribución de Poisson, al poseer ésta la media igual a la varianza, se puede utilizar la media como una estimación de la varianza teórica y compararla con la encontrada; es decir, se realiza una razón de varianzas - F de Snedecor -, MARGALEF (1974). Este método tiene dos problemas fundamentales ligados con el valor de la media, - puesto que si ésta es pequeña la razón de varianzas tiende a la unidad; es un índice dependiente del valor de la media y por tanto del tamaño de muestra, URSIN (1960), LIE (1968).

Sin embargo, si se acepta que las abundancias de las especies en muestras repetidas se distribuyen de acuerdo con una distribución binomial negativa, REYS (1971), AXELSSON y otros (1975), se puede tomar el parámetro k de la misma como un índice

Tabla nº 16 Valores de k para las especies más importantes encontradas en 25 cuadrados de 400 cm<sup>2</sup> de superficie, en la E5, y número de individuos de cada especie.

Especies	Nº indiv.	k	
		Número	Biomasa
<i>Cerastoderma edule</i>	3596	17.538	3.794
<i>Scrobicularia plana</i>	26	4.497	0.730
<i>Péringia ulvae</i>	4210	1.659	3.941
<i>Nereis diversicolor</i>	61	126.864	1.485
<i>Pygospio elegans</i>	49	2.405	1.183
Ninfas de Rhagionidae	23	0.671	0.720
<i>Cyathura carinata</i>	13	0.558	0.570
Número total	8003	6.874	-----
Biomasa total	-----	-----	6.342

de agregación,

$$k = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}$$

siendo  $s^2$  la varianza y  $\bar{x}$  la media, BLISS y FISHER (1953), REYS (1971); este parámetro se encuentra relacionado con el índice <sup>2</sup> de agregación, MENZIES y WIDRIG (1955) según GOMEZ (1967), muy utilizado, y del que constituye su inverso,  $k = 1/ \text{índice}^2$ . Este parámetro tiene la ventaja de ser independiente del tamaño de muestra; los valores de  $k$  bajos indican tendencia a la agregación; cuando

Tabla nº 17 .Valores del número de individuos y de  $k$ , para las principales especies encontradas en 20 cuadrados de 400 cm<sup>2</sup> de superficie, en la E7; se añaden los valores para dos muestreos de *A. marina* de 72 y 64 cuadrados de 400 cm<sup>2</sup> igualmente.

Especies	Nº indiv.	k	
		Número	Biomasa
<i>Loripes lacteus</i>	53	5.971	1.668
<i>Cerastoderma edule</i>	70	0.847	0.331
<i>Venerupis pullastra</i>	28	5.768	1.177
<i>Venerupis decussata</i>	20	9.960	1.449
<i>Tellina tenuis</i>	352	11.847	2.816
Larvas de Bivalvo	41	0.344	-----
<i>Peringia ulvae</i>	12	0.304	-----
<i>Nephtys hombergii</i>	63	10.872	0.563
<i>Glycera convoluta</i>	11	1.252	0.669
<i>Diopatra neapolitana</i>	20	500.750	0.815
<i>Pygospio elegans</i>	53	2.623	9.000
<i>Heteromastus filiformis</i>	25	2.449	0.973
<i>Arenicola marina</i>	4	0.155	0.158
<i>Arenicola marina</i> - 72 cuadrados	72	1.475	-----
<i>Arenicola marina</i> - 64 cuadrados	25	0.361	-----
<i>Carcinus maenas</i>	6	0.435	0.072
Número total	816	22.234	-----
Biomasa total	---	-----	2.766

k tiende a infinito la distribución se aproxima a una distribución de Poisson, LAMOTTE, GUILLON, GUILLON y RICOU (1969).

Basándonos en los resultados de los análisis correspondientes a los muestreos del apartado 5.1.3. se procedió al cálculo de k para el número y la biomasa de las especies de las dos estaciones, E5 y E7; los resultados se expresan en las tablas 16 y 17.

Los valores de k encontrados son normalmente muy bajos, es decir, que muestran una distribución contagiosa más o menos acusada según las especies. Especies que se encuentran abundantes en las estaciones 5 y 7, como *C. edule*, en la E7 en la que son menos abundantes presentan valores más bajos, indicadores de un mayor contagio; la distribución de las especies sería dependiente de su abundancia. Un caso interesante serían las larvas de Bivalvo, que se encontrarían formando agregados muy claros, lo que indicaría una preferencia en la fijación por puntos en los que se encontrasen previamente otras larvas. En general se puede decir que las especies de la playa se encuentran formando agregados más o menos claros, con respecto sobre todo a la biomasa; las especies presentarían una mayor agregación en la E7 que en la E5.

El número de individuos y la biomasa en la E5 presentarían una distribución al azar más o menos clara, mientras que en la E7 el número de individuos se distribuiría al azar y la biomasa se presentaría en agregados.

Como se puede apreciar, la estación de menos diversidad presenta una mayor uniformidad en la distribución de la biomasa de las especies principales, lo que estaría de acuerdo con los resultados de la estructura de la macrofauna - apartados 5.3.1. y 5.3.3. - y con el tipo de espectro de diversidad más rectangular encontrado en la E5.

#### 5.3.6. Ajuste a la distribución lognormal

Interesa proceder en este punto al ajuste de las distribuciones de la abundancias, con curvas teóricas que llevan incluida como condición algún tipo de distribución de las especies en

el espacio y la interrelación o independencia entre las mismas; nos da así mismo una idea de los patrones de comportamiento de diferentes comunidades, y permite la comparación de las mismas.

Los dos tipos de distribución de abundancias más utilizados son las series logarítmicas, FISHER, CORBETT y WILLIAMS (1943), WILLIAMS (1964), y la distribución lognormal, PRESTON (1948).

LIE (1969) trabajando sobre bentos del Puget Sound (USA), encontró que la macrofauna se ajustaba al segundo tipo de distribución; por tanto, el primer ajuste lo realizaremos sobre la distribución lognormal. Se utilizó para ello el método gráfico de AITCHISON y BROWN (1957), en el que se sitúan los porcentajes acumulativos de las clases x3 de abundancia sobre un papel de probabilidad; una distribución lognormal se representa por una línea recta en dicho papel.

La representación de las clases x3 de abundancia - número y biomasa - de los valores medios de la macrofauna de las ocho estaciones (fig. 74), muestra un ajuste a una recta que se puede considerar como aceptable, excepto la E6 considerando el número de individuos; podemos aceptar por tanto el que la macrofauna se ajusta en su distribución a una curva lognormal.

Una característica de las comunidades bénticas, árticas y boreales, es la dominancia en número y biomasa de un pequeño número de especies, destacando la existencia de agregación y un considerable grado de interdependencia entre las especies, THORSON (1957), lo que estaría en contradicción con las premisas de distribución al azar e independencia de las especies de las series logarítmicas; todo ello hace dudoso el que las series logarítmicas constituyan un modelo representativo de la infauna béntica, LIE (1969). Al estar de acuerdo nuestros resultados con los obtenidos por otros autores, y con los resultados de apartados anteriores, no consideramos necesario el ajuste a las series logarítmicas, de cálculo mucho más engorroso.

Según la distribución lognormal, las especies con abundancias intermedias serían las más abundantes, con pocas especies muy dominantes o pobremente representadas. La existencia de una

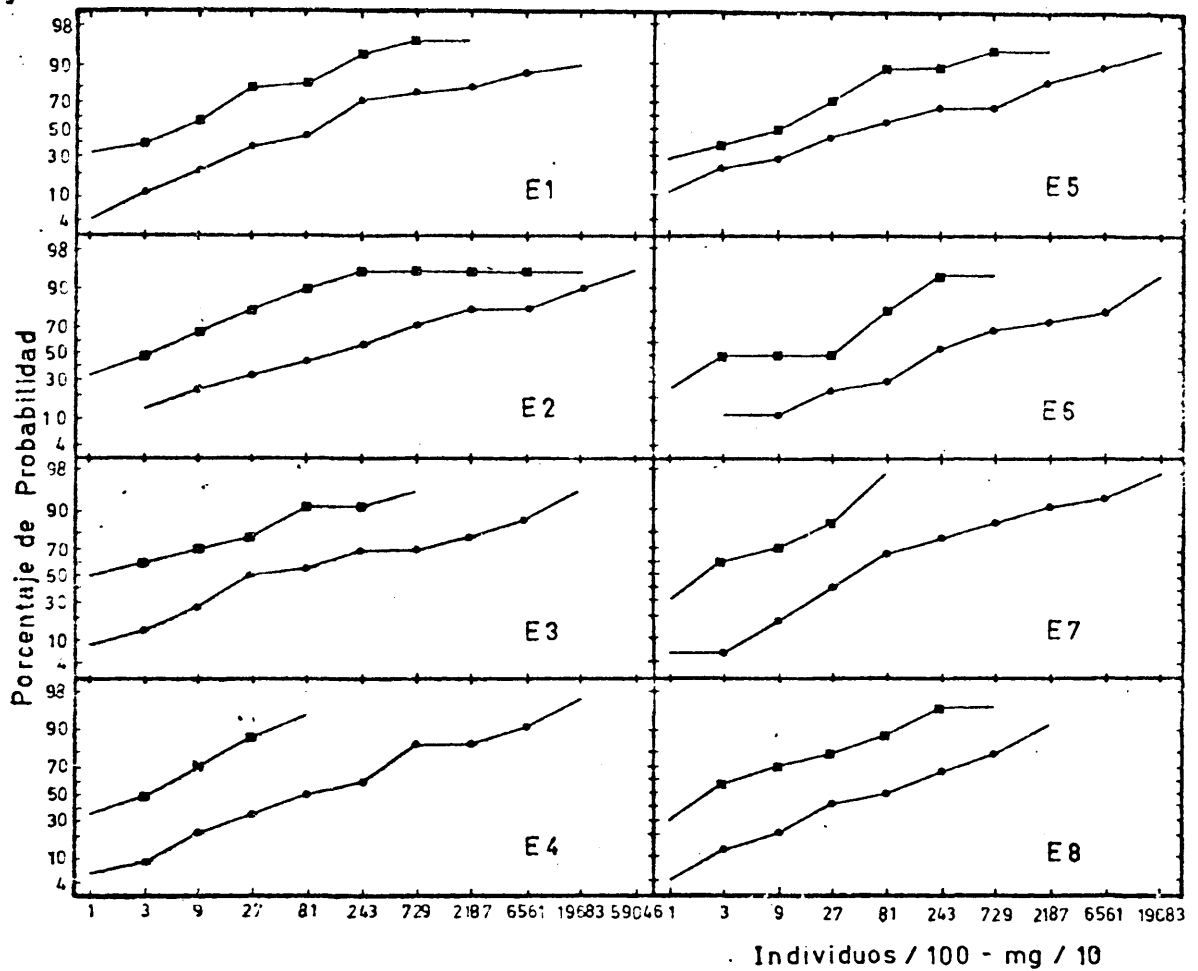


Fig. 74. Distribución de los porcentajes acumulativos de las especies en clases x3 del número y de la biomasa en las ocho estaciones. Cuadrados: número. Círculos: biomasa.  
=====

mayoría de especies con abundancias medias se explicaría, como especies que se encuentran con un cierto grado de interdependencia; especies que compiten por el alimento o por el espacio, formando agregaciones dinámicas de distintas especies que se sustituyen en el tiempo, RODRIGUEZ (1967).

Todas estas características estarían de acuerdo con lo observado por nosotros en apartados anteriores, sobre todo con la diversidad media y con los cambios estructurales y faunísticos de las estaciones, motivados por migraciones de las especies que pueblan la playa.

### 5.3.7. Relaciones de la diversidad con los factores ambientales

La estructura siempre cambiante de una comunidad, depende en un momento determinado de las condiciones ambientales del momento y de un factor histórico, del que depende que se encuentren en ese momento unos determinados organismos con una abundancia determinada, MARGALEF (1967).

Si las condiciones del medio cambian a lo largo del tiempo por sí o modificadas por los propios organismos, provocando cambios en la estructura, nos encontraremos ante una sucesión; si los organismos no tienen capacidad para alterar el medio y variar la estructura de la comunidad, ésta permanecería estable, conservando una determinada estructura, dependiente de su nivel de organización y del ambiente, MARGALEF (1967).

En las facies arenosas del sistema intermareal, las variaciones observadas en los factores ambientales son muy acusadas, lo que permite presuponer que son éstos los que "controlan" la estructura de la macrofauna, manteniéndola en un bajo nivel de organización. Nos interesa conocer por tanto cuáles serían los factores que influirían de una manera más destacada en la organización de la macrofauna y cuál sería su efecto combinado.

Se procedió al cálculo de los coeficientes de correlación entre los valores medios de los distintos parámetros fisicoquímicos y la  $H_b$  media de cada estación; solamente resultó significativa la correlación con la materia orgánica del sedimento,  $r = - 0.67$ , con un nivel de significación del 90 %, es decir, una mayor diversidad con la disminución de la materia orgánica.

Debido a los bajos valores de las correlaciones, se procedió al cálculo de los coeficientes de regresión entre parejas de variables y la  $H_b$  media de cada estación, calculando el ajuste de los datos teóricos con los hallados mediante una correlación.

Las variables escogidas fueron aquellas que presentaron un valor de  $r$  mayor, tomando como base siempre a la materia orgánica.

$$H_b = 2.418 - 0.288 N. \text{ marea} - 0.369 m. \text{ org.} \quad r = 0.752 \text{ NS } 95 \%$$

$H_b = 1.587 \pm 0.046$  pH - 0.358 % m. org.      $r = 0.709$      NS 95 %

$H_b = 1.964 \pm 0.001$  %  $H_2O$  - 0.378 % m. org.      $r = 0.676$      NS 90 %

La macrofauna no parece depender fundamentalmente de las características del sustrato, lo mismo que del nivel de marea, - que no adquiere la importancia que en la facies rocosa, LEWIS (1964), debido muy probablemente a la capacidad del sedimento para enmascarar los efectos de la emersión; sin embargo la unión de estos dos factores contribuye a explicar en gran medida las diferencias de estructura entre las distintas estaciones de la playa.

La diversidad de la macrofauna, sin embargo, no parece depender estrictamente de los factores ambientales; las diferencias podrían explicarse en función de las interacciones entre los componentes de la macrofauna, y en cierta manera por su capacidad de autorregulación, MARGALEF (1968).

#### 5.4. Producción de la macrofauna

##### 5.4.1. Biomasa y producción

En los apartados 5.3.1. y 5.3.2. ya vimos como se distribuía la biomasa de la macrofauna en el tiempo y en el espacio.

Lo que nos interesa ahora es relacionar estos dos tipos de distribución para poder tener una estimación de la producción, o a falta de ello, un índice que nos valore comparativamente la dinámica de la materia en las distintas estaciones.

Para conocer de una forma aproximada la producción, habría que considerar la de las distintas especies en cada estación, basándose en el crecimiento y la mortalidad de las distintas clases de edad, BUCHANAN y WARWICK (1974), WARWICK y PRICE (1975); para ello habría que conocer exactamente la edad de los individuos, y tener muestras lo suficientemente amplias para considerar representadas en las muestras a las poblaciones de cada una de las especies y poder calcular para cada clase de edad los dos parámetros, crecimiento y mortalidad; ésto motivaría un tipo de muestreo diferente al empleado por este trabajo, además de requerir un conocimiento muy exacto de la biología de cada una de las especies, es decir, una metodología especial.

Metodologías como la reseñada anteriormente tienen sin embargo un problema fundamental derivado de la heterogeneidad espacial de la macrofauna en su conjunto y de cada una de las especies que la componen - apartados 5.3.3. y 5.3.4. - así como las migraciones de muchas especies que habitan en la playa, lo que llevaría a estimaciones erróneas de la producción.

La variación de la biomasa global en el tiempo, expresada en términos de desviación típica, nos puede dar una idea apropiada de las variaciones de la biomasa durante un periodo largo de tiempo, no considerando los picos de biomasa que pueden conducir a error; puede darnos por tanto, una visión global de la dinámica de la materia en cada estación, a la que denominaremos por analogía "producción". El englobar dos ciclos anuales posee la ventaja de dar una aproximación más exacta de la producción en las estaciones, al uniformizar dos periodos que no son directamente comparables, al no ser ciclos anuales repetitivos.

Los resultados se expresan como valores de la razón P/B (tabla 18); los valores estimados de dicha razón son muy bajos, diferenciándose por los mismos tres regiones en la playa; la pri-

---

Tabla nº 18 Valores estimados de la razón P/B en las ocho estaciones, durante los dos años de muestreo.

---

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
P/B	0.28	0.40	0.63	0.32	0.64	0.50	0.41	0.85

---

mera estaría constituida por la estación 8, con el valor más alto, siendo una estación con *C. edule* y *Nephtys hombergii* como especies dominantes, lo que coincide con los resultados de WARWICK y PRICE (1975) sobre la razón P/B de estas especies; la constituirían las E3, E5 y E6, con valores de P/B intermedios, que son estaciones dominadas fundamentalmente por *C. edule* y *S. plana*; la tercera la compondrían el resto de las estaciones, en las cuales

pierde importancia *C. edule*, adquiriéndola otras especies como *P. ulvae*, *A. marina* o *Diopatra neapolitana*.

Como se puede apreciar *C. edule* parece condicionar de una forma importante las diferencias observadas en la razón P/B en las distintas estaciones, dependiendo ésta del grado de dominancia de dicha especie en cada estación; la razón P/B se encuentra relacionada así mismo con las especies que presentan elevados valores de biomasa en las distintas estaciones, siendo interesante destacar que E1 y E4 que poseen un valor elevado de *A. marina*, son las estaciones con los valores mínimos de P/B.

Basándonos en los datos estimados de la relación P/B, podemos estimar la producción para los dos años de muestreo por metro cuadrado, partiendo de la biomasa media por estación (tabla 19). Los resultados obtenidos muestran una gran variedad en las

Tabla n° 19 Valores estimados de la "producción" en las ocho estaciones, expresada en gr. m<sup>-2</sup> dos años<sup>-1</sup>.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Producción	8.570	11.146	13.628	6.266	22.998	5.676	15.544	2.726

producciones en las distintas áreas de la playa, con un valor máximo en el llano central, y un valor mínimo en la E8, correspondiente a la estación cuyas características tan peculiares ya han sido mencionadas; curiosamente esta estación es la que presenta un índice P/B más elevado, aunque la biomasa que sustenta sea muy inferior a la del resto de las estaciones.

Vemos como el máximo de producción se encuentra en la estación donde es máximo la representación de *C. edule*, elevándose sus valores muy por encima del resto de las estaciones; hay que tener en cuenta las características ya citadas para esta especie, y al posible papel que juegan las áreas submareales en la presencia de una producción tan elevada.

5.4.2. Relaciones de la biomasa y del índice P/B con los parámetros ambientales

En el apartado 5.3.7. se analizaron los factores que influyen en la estructura de la macrofauna de la playa. En este apartado analizaremos cuales son los factores que contribuyen a mantener una mayor biomasa y alcanzar una mayor producción, así como establecer las relaciones entre organización y producción; de esta forma se pretende conocer cual es el funcionamiento de la macrofauna como sistema.

Se procedió para ello al cálculo de los coeficientes de correlación entre las medias de los factores ambientales, con la biomasa media y los valores estimativos de la razón P/B de las ocho estaciones.

Los resultados (tabla 20) indican que los factores que

Tabla n° 20 Valores de las correlaciones entre las medias de los parámetros ambientales con la biomasa media y la razón P/B para cada estación.

	pH	% H <sub>2</sub> O	% m. org.	G. med. 0-10
Biomasa	- 0.83 **	-----	-----	-----
P/B	- 0.84 **	0.95 **	0.61 *	- 0.76 *

\*\* Significación al nivel del 99 %; \* Significación al nivel 95%

presentan una influencia detectable sobre la biomasa se reducen al pH del agua intersticial, no resultando significativas las correlaciones con el tipo de sustrato, ni con el nivel de marea ni con la estructura del sistema; estos resultados no parecen explicables, pudiendo deberse al escaso número de muestras por esta estación que se poseen del pH, lo que pudiera alterar los resultados.

Se procedió seguidamente al cálculo de los coeficientes de regresión entre parejas de factores y la biomasa, para tratar

de establecer hasta que punto la biomasa se encuentra controlada por los factores ambientales de forma conjunta; se escogieron para ello los factores que presentaron una correlación más alta con la biomasa,

Bio. = - 16.692  $\pm$  2.325 pH  $\pm$  0.085 N. mar.  $r = 0.82$  NS 95 %  
 Bio. = - 37.438 - 5.186 pH - 7.428 G. med.  $r = 0.93$  NS 99 %  
 Bio. = 4.144 - 2.097 N. mar. - 5.402 G. med.  $r = 0.63$  NS 90 %

Los valores conjuntos de dos factores elevan los valores de la correlación como era esperable, pero sin embargo no alcanzan los valores máximos, lo que revelaría que la distribución de la biomasa no se encuentra totalmente ligada a las condiciones ambientales, aunque si lo haga de una forma importante.

El pH sigue siendo el factor preponderante en la distribución de la biomasa, siendo importante así mismo la granulometría, que eleva en gran medida la bondad del ajuste entre los datos teóricos y los empíricos; el nivel de marea sin embargo no parece representar un papel muy importante en la distribución de la biomasa, pudiendo ser debido al enmascaramiento al que hicimos mención en el apartado 5.3.7.

La razón P/B se encuentra ligada directamente, además de con el pH, con las características del sustrato, siendo las influencias más importantes que con respecto a la biomasa. La correlación negativa con respecto al tamaño de grano tendría su reflejo en la meiofauna como ya vimos en el apartado 4.3.3.

Los coeficientes de regresión múltiple entre los factores y los valores de la razón P/B calculados con los datos medios son los siguientes,

P/B = 1.201 - 0.923 G. med. - 0.251  $H_b$   $r = 0.85$  NS 99 %  
 P/B = 3.695 - 0.364 pH - 0.119  $H_b$   $r = 0.86$  NS 99 %  
 P/B = 3.674 - 0.367 pH - 0.083 N. mar.  $r = 0.84$  NS 99 %  
 P/B = 0.129 - 0.090 pH  $\pm$  0.048 %  $H_2O$   $r = 0.95$  NS 99 %  
 P/B = 3.077 - 0.331 pH  $\pm$  0.123 % m. org.  $r = 0.90$  NS 99 %  
 P/B = -0.108  $\pm$  0.021 %  $H_2O$   $\pm$  0.092 N. mar.  $r = 0.79$  NS 95 %

La actuación de factores conjuntamente no representa evidentemente un aumento sustancial en los ajustes a los datos empí-

ricos, debido muy posiblemente a la distinta actuación de los mismos sobre las distintas especies; esto provocaría al considerarlos conjuntamente, que la correlación no se ajustase con perfección.

El pH sigue siendo uno de los factores predominantes como sucedía con la biomasa, pero en este caso adquieren una mayor importancia el conjunto de factores que definen el sustrato, es decir, el grano y el contenido en agua y materia orgánica del sedimento. El resto de factores sigue sin tener una importancia detectable, incluidas las clorofilas; indicaría que no son factores que limiten ni la biomasa ni la producción secundaria, al estar los distintos organismos adaptados a dichos factores.

La estructura de la comunidad o su grado de organización no parecen representar un papel destacado en el mantenimiento de la biomasa o en la regulación de la producción, debiendo buscar más una relación con la idea de estabilidad y de organización en el espacio, MARGALEF (1973).

Todos los fenómenos observados en este apartado habría que relacionarlos con la biología de las especies que componen cada una de las estaciones y la fauna de la playa en su conjunto; conociendo la dinámica de las distintas especies, podría establecerse un modelo más complejo sobre la circulación de la materia o de la energía para todo el conjunto de la playa.

#### 5.4.3. Estructura trófica de la macrofauna

Teniendo los organismos que componen la macrofauna distintos espectros alimentarios, es interesante el destacar como se distribuyen las especies en sus distintos tipos, para poder establecer la dinámica trófica de la playa.

Se pueden dividir las especies por su tipo de alimentación, puesto que las especies fundamentales han sido estudiadas desde este punto de vista por numerosos autores, SMIDT (1951), VERWEY (1952), HEDGPETH (1957), THORSON (1957), CADEE (1968), FENCHEL (1969), FENCHEL, KOFOED y LAPPALAINEN (1975) o HYLLEBERG (1975) entre otros.

Las especies se clasificarían en suspensívoras - *C. edule*, *V. decussata*, *L. conchilega* -, sedimentívoras, tanto de las capas superficiales como de las profundas, de las que recuperan material - *S. plana*, *T. tenuis*, *S. marginatus*, *P. ulvae*, *A. marina*, *N. diversicolor* - o bien como carnívoras, poco importantes en el conjunto de la biomasa de la macrofauna - *N. hombergii*, *N. cirsosa*, *C. crangon*, *C. maenas* -.

En conjunto pues, las especies consumidoras, tanto de material vivo como de detritus constituyen la mayor parte de la biomasa de la macrofauna, siendo destacable el que las especies carnívoras aumentan - mayor biomasa - en los niveles inferiores de la playa. Según esto, hay que unir a los reparos metodológicos mencionados anteriormente en la estimación de la producción, los derivados de la mezcla de distintos niveles tróficos en el cálculo de un índice P/B global de la macrofauna.

Este espectro no sería totalmente explicable, incluso introduciendo en él a la meiofauna, puesto que ésta no muestra correlación positiva con la biomasa de la macrofauna; se pueden considerar como sistemas independientes en su dinámica, aunque la macrofauna pueda explotar a la meiofauna como recurso trófico, no siendo sin embargo su alimentación preferente.

Hay que buscar entonces el aprovechamiento de la materia transformada, por elementos externos a la macrofauna, lo que viene a confirmar la idea de un sistema poco maduro, susceptible de explotación, MARGALEF (1968); el principal explotador de la macrofauna sería el hombre con el marisqueo y otros tipos de extracciones; le siguen en importancia las aves, gaviotas - *Larus argentatus*, *L. fuscus*, *L. ridibundus* -, limícolas - *Numenius arcuatus*, *Charadrius charadrius*, *Limosa lapónica* entre otros - e incluso córvidos - *Corvus corone*, *Pica pica* -.

También existe la penetración de elementos del sublitoral que "entran" en la playa en las mareas altas, obteniendo de la misma una importante cantidad de alimentos, destacando los peces, mugiles o lisas - *Mugil* sp. - y sollas - *Pleuronectes platessa* -, como los más importantes.

En su totalidad la playa puede estructurarse como un en-

tramado trófico en el que predominan las especies que utilizan los recursos primarios, consumidoras primarias y detritófagas, sobre las carnívoras; la macrofauna puede considerarse que explota al sistema planctónico que la cubre en cada marea y a los alimentos procedentes de los ríos que desembocan en la playa. A su vez, la macrofauna es explotada por elementos externos a ella, tanto de la zona sublitoral como del sistema terrestre; estos dos factores pueden contribuir decisivamente al mantenimiento del bajo nivel de organización que alcanza la macrofauna en la playa, contribuyendo a mantener la posibilidad de explotación.

## 5.5. Discusión

### 5.5.1. Macrofauna y comunidades bénticas

Los estudios realizados sobre áreas intermareales estuáricas han sido muy abundantes, fundamentalmente en Europa desde comienzos de siglo. Sin embargo todos los trabajos prestaban una mayor atención a la composición de la macrofauna y a la distribución de las especies en la playa, caracterizando comunidades por las especies encontradas, al igual que en áreas sumergidas; sería un concepto estadístico de la comunidad, es decir, especies presentes juntas en numerosas muestras, PETERSEN (1911-1913), THORSON (1957).

Es interesante el comparar nuestros propios resultados con las comunidades bentónicas actualmente aceptadas. La composición específica de las estaciones y su abundancia en número y biomasa - apartado 5.2.3. - puede aportar los datos necesarios para la misma, teniendo en cuenta siempre que son datos medios en el tiempo, y por tanto no son demostrativos de las especies que lo habitan en todos los meses.

Según esta idea, las estaciones 1 a 6 se englobarían en la comunidad "*Cerastoderma edule* - *Scrobicularia plana*" descrita por VILELA (1947) en la ría de Faro (Portugal) y que según THORSON (1957) sería una variación meridional de la comunidad boreal "*Macoma baltica* - *Cerastoderma edule*." encontrada por numerosos autores, FRASER (1932), SPOONER y MOORE (1939), HOLME (1949), SMIDT (1951) en zonas estuáricas de Gran Bretaña y el con-

tinente europeo, y ultimamente descrita por VIEITEZ (1975) en la ría de Vigo.

Sin embargo, las diferencias encontradas entre estaciones harían pensar en una estructura no uniforme - apartado 5.3.3. - con alternancia de las principales especies en las distintas estaciones, configurando en su conjunto un sistema dependiente de los factores bióticos y abióticos. Esto estaría más de acuerdo en principio con los resultados de AMANIEU (1969) en la región de Arcachon (Francia), que distingue facies según el tipo de sustrato y la fauna que lo habita; sin embargo, no todos los grupos de especies encontrados por AMANIEU podrían asimilarse a los resultados de este trabajo.

Las estaciones 7 y 8 se asimilarían a la comunidad boreo-lusitánica de "*Tellina tenuis* - *Tellina fabula*" que según THORSON (1957) sería la primera transición de la comunidad "*C. edule* - *S. plana*" en zonas intermareales inferiores en las que aumenta la arena; habría que distinguir en todo caso los resultados obtenidos con los de la descripción de la comunidad típica, puesto que difieren en las especies acompañantes, por la ausencia de *T. fabula* y por la reducida importancia de *T. tenuis*.

La E8 incluso sería más dudoso el asignarla a la comunidad anterior, puesto que no conserva de las especies representativas más que a *Nephtys hombergii* que sustituye a *N. caeca* en áreas más meridionales.

Según PERES (1967) estas dos estaciones habrían de asimilarse a las "biocenosis de arenas finas de altos niveles" del inframareal, bien descritas para el Mediterráneo, aunque haya que considerarla, al igual que si se considera la comunidad de THORSON, muy degradada con respecto a la original, posiblemente por encontrarse en el intermareal.

Una vez comprobada la poca certidumbre al asignar los resultados obtenidos a alguna de las comunidades previamente descritas, así como la poca representatividad de estos colectivos, debemos considerar que las comunidades descritas como agrupaciones estadísticas, PETERSEN (1913), THORSON (1957), sólo pueden aceptarse en casos de muestreos irregulares, en los que no se co-

noce la dinámica del sistema; debemos por tanto buscar una teoría que esté más de acuerdo con los resultados de la variación de la macrofauna en el espacio y en el tiempo, y que pueda explicar la distribución de las especies.

#### 5.5.2. Macrofauna y "continuum"

Los estudios actuales sobre la fauna béntica, que pretenden conocer la estructura y organización del sistema, van abriendo camino a la teoría del "continuum", según la cual, la distribución de las especies es independiente entre sí, dependiendo solamente de gradientes de factores abióticos que influyen de distinta forma en las distintas especies, GLEASON (1926), BRAY y CURTIS (1957) y WHITTAKER (1962-1967).

Según esta escuela, es imposible establecer unidades discretas - comunidad, PETERSEN (1913), comunidades paralelas, THORSON (1957).- puesto que no son entidades reales, al no ser posible delimitar comunidades y llegar a comprenderlas con la simple capacidad del cerebro, WHITTAKER (1967).

Otra de las escuelas o teorías para explicar sistemas, se basa en una sofisticación de los análisis matemáticos, fundamentalmente en el empleo de los análisis multivariantes; pero la significación de estos análisis numéricos es menor de lo que se les atribuye, al ser una continuación de los métodos estándar más que ideas nuevas para una aproximación a su conocimiento, STEPHENSON (1974). Esta metodología, muy empleado en áreas terrestres, fundamentalmente por la escuela de Montpellier, no se encuentra introducida consistentemente en ecología del bentos marino, aunque existen trabajos que lo aplican, con un discutible éxito en consideraciones de tipo nuevo, CASSIE (1972), CHARDY (1970) y REYS (1973) entre otros.

No nos parece sin embargo que los resultados obtenidos en la actualidad con este tipo de análisis reporten unos resultados clarificadores superiores a los obtenidos por otros tipos de análisis más sencillos, teniendo en cuenta la laboriosidad de su cálculo y sobre todo la de su interpretación. Los resultados que se obtienen con esta metodología pueden asimilarse a la teo -

ría del "continuum", puesto que los resultados indican una gradación en la asociación entre las especies y una gran disparidad en la respuesta de las mismas en relación con el ambiente. Estos análisis parten así mismo de respuestas y relaciones lineares entre organismos, lo que no suele ser aceptable en biología, MARGALEF (1973).

La macrofauna de la playa se puede considerar que se distribuye de forma continua en el espacio y en el tiempo - apartado 5.3. - con variaciones de diversidad, que se relacionan con factores ambientales, fundamentalmente la materia orgánica, el tipo de sustrato y el nivel de marea; naturalmente estas relaciones se refieren al total de la macrofauna, pero es fácilmente deducible que la distribución de las especies, además de estar condicionada por el resto de las especies, en el mantenimiento y organización de un sistema relativamente constante en el tiempo, dependerá de la biología de dichas especies y de determinados factores abióticos, que permiten que las especies formen parte del sistema.

Esta idea global de la macrofauna está de acuerdo con la distribución de los sistemas según gradientes, como ya constataron LIE (1968), GHELARDI (1960), BOESCH (1973), HALLFORDS, KANGAS y LAPPALAINEN (1975), LAPPALAINEN y KANGAS (1975) en la fauna béntica.

Sin embargo existe el problema de explicar la distribución contagiosa de las especies, la estructura a manchas y el ajuste a curvas lognormales encontradas en el presente estudio y por otros autores, KOSLER (1968), LIE (1968-1969), GAGE y GEEKIE (1973), GAGE y TETT (1973) y NIELL (1976) entre otros.

Debemos pensar que dentro de un "continuum" general de la distribución, la macrofauna se distribuiría formando facetas con distinta abundancia de las especies y con distinta estructura, que deben relacionarse con variaciones microambientales, o como resultado de la propia organización del sistema, que lo exige. Por tanto se puede hablar de una distribución continua en facetas, que ya encontraron BOUDOURESQUE (1970-1971) y NIELL (1976) en estudios sobre algas de facies rocosa.

Vemos pues que la macrofauna presenta una distribución continua, según gradientes ambientales que influyen en la distribución de las especies y que en sentido estricto no constituiría una comunidad típica según la escuela de la constancia-dominancia de las especies, STEPHENSON (1974), pudiendo sin embargo admitir que las áreas más características podrían ser asimiladas a las comunidades actualmente descritas por dicha escuela.

Las variaciones en el tiempo de la distribución espacial de las especies lleva a considerar a la playa como un conjunto dinámico, en el que todas las áreas están interrelacionadas, encontrándose un gradiente altitudinal general en la distribución de las especies, entre niveles bajos y medios de marea, pero no sucediendo lo mismo con la estructura del sistema.

### 5.5.3. Macrofauna y producción

En los dos apartados anteriores nos hemos preocupado de dar una idea de la estructura de la macrofauna y su comparación con los resultados obtenidos por otros autores. En este apartado se analizará la producción estimada de la macrofauna con los resultados de otros autores en áreas con distintas condiciones, siempre teniendo en cuenta que al trabajar éstos con especies -- aisladas y con otros sistemas de obtención de la biomasa, los resultados pueden presentar diferencias achacables a las distintas metodologías.

Los valores del índice P/B encontrados para el total de la macrofauna oscilan entre 0.28 y 0.85, y estarían situados dentro de los límites de los valores encontrados por WARWICK y PRICE (1975) para diversas especies de un llano fangoso estuárico de Inglaterra; quedan sin embargo, muy por debajo de los obtenidos por BURKE y MANN (1974), en especies que habitan en praderas de *Spartina* sp. y *Zostera* sp. en un estuario del este de Canada; BUCHANAN y WARWICK (1974) en especies que habitan en fango a 80 m. de profundidad en las costas de Inglaterra (Mar del Norte) encuentran valores similares a los menores valores encontrados en este trabajo o muy superiores a los mismos; MUKAI (1974) en fondos diversos entre 0 y 20 m. de profundidad en el mar Interior del Japón encuentra valores muy superiores, citando a diversos autores,

SANDERS (1956), TANAKA y KIKUCHI (1970), que encuentran así mismo valores muy superiores, también en especies aisladas.

Estas diferencias indicarían, o que el método empleado en este trabajo estima por debajo el índice P/B y por tanto la producción real, o bien que el conjunto de la macrofauna presenta un valor más bajo de P/B como resultado de la interacción entre las especies.

Los valores de la producción encontrados en las diversas estaciones, que oscilan entre 2.726 y 22.998 gr. m<sup>-2</sup> dos años<sup>-1</sup>, se encuentran un poco por debajo de los valores de WARWICK y PRICE (1975) para el global de la macrofauna - 13.311 gr. m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> - de los cuales *N. hombergii* sostiene 7.355 gr. m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>; MUKAI (1974) obtiene para fondos de 0 a 20 m. valores entre 1.420 a 25.140 gr. m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> para las cuatro principales especies en distintas estaciones, con los valores más abundantes entre 10 y 11, lo que se aproxima al máximo obtenido por nosotros para toda la macrofauna de una estación.

Hay que pensar según estos valores que la producción en zonas intermareales sería inferior a la de las áreas sumergidas, pero de escasa profundidad, hasta los 50 m., a partir de los cuales descendería rápidamente, dependiendo siempre de la fertilidad de las aguas que las cubren.

Nuestros valores se situarían en un término medio alto dentro de los valores de producción citados en la literatura, pecando en todo caso de parquedad, aunque resulte ajustado su valor máximo al encontrado en un área similar.

En general se puede decir que los métodos para estimar la producción secundaria en bentos todavía no pueden considerarse satisfactorios, puesto que presentan problemas con las migraciones de las especies en áreas que descubren regularmente, en las que se buscan situaciones tipo, que como comprobamos no existen suficientemente delimitadas. En áreas sumergidas, el problema residiría en el tipo de distribución de cada especie y en la fiabilidad del muestreo por ello. Los valores en la literatura resultan altamente discordantes y las comparaciones realizadas hay que tomarlas con bastantes prevenciones.

#### 5.5.4. Macrofauna y estabilidad

Para completar la visión general sobre la macrofauna, consideramos importante el poder aportar una idea sobre la estabilidad de la misma.

El término estabilidad ha sido profusamente utilizado en ecología, aunque sus acepciones han sido muchas, dependiendo de los puntos de vista empleados por los diversos autores en la realización de sus trabajos.

Según McNAUGHTON y WOLF (1973) la estabilidad puede considerarse desde tres puntos de vista diferentes: a) persistencia de una combinación de especies en el tiempo; b) como la "habilidad" de una comunidad para mantener su organización funcional, a pesar de las perturbaciones externas; c) persistencia de la relación de abundancias en el tiempo.

Estos tres puntos de vista de la estabilidad pueden aplicarse a la macrofauna, puesto que como vimos, la macrofauna de cada estación presenta oscilaciones en su composición, pero fundamentalmente en las especies poco representadas; también presenta una  $H_b$  relativamente constante para cada estación, lo que indicaría una organización muy similar en el tiempo, y la capacidad de la macrofauna para mantener el mismo nivel de organización a pesar de los cambios en los factores externos.

Para MARGALEF (1968-1973) la estabilidad, término muy controvertido, implicaría o bien una tendencia a incrementar la constancia en el número, esa constancia sería la estabilidad, o bien la propiedad de un sistema a volver a un estado anterior, o situarse en un estado "normal". Esta estabilidad estaría asociada con las constantes de equilibrio de las numerosas interacciones que ocurren en el sistema; el comportamiento regulador sería más efectivo cuando las interacciones fuesen de tipo no lineal, situación normal en la mayoría de los casos, MARGALEF (1968).

Vemos que la característica de un sistema estable según MARGALEF, puede considerarse que es aplicable a los resultados obtenidos. Observando los resultados del apartado 5.3.1. vemos

que el sistema presenta variaciones que se podrían ajustar a un ciclo bianual, que sería necesario confirmar ampliando el periodo de muestreo - los resultados obtenidos por la campaña marisquera de 1975-76 lo confirmarían en principio -, lo que indica que las desviaciones de un punto son recurrentes en el tiempo, es decir, posee la capacidad de regresar a un estado anterior. Esta característica de la macrofauna estaría ligada a la capacidad de mantenimiento de un nivel de organización en el tiempo.

Hay que destacar así mismo la relación entre la estabilidad del sistema y el nivel de organización del mismo - diversidad -; se puede considerar más estable la macrofauna en las estaciones que poseen una diversidad más elevada, que en aquellas en las que es más reducida, puesto que el coeficiente de variación de la misma en las distintas estaciones se encuentra correlacionado positivamente -  $r = 0.89$  NS 99 % - con la diversidad; relativamente oscila menos la diversidad en las estaciones en las que ésta es más elevada.

También es importante considerar el poder de autoregulación de la macrofauna ante situaciones catastróficas, como puede ser la extracción de gran parte de la población de una especie importante; el nivel de organización permanece estable excepto en momentos extremos; estaría en relación con la importancia que pueden tener las especies menos frecuentes, y con la resistencia general al cambio.

Consideramos que con los resultados de este capítulo se ha obtenido una visión global de la macrofauna, que nos permite incluso un cierto nivel de predicción; de todas formas, para llegar a completar la imagen de la macrofauna es conveniente aportar datos sobre las diferentes especies, como distribución en el espacio y en el tiempo, la distribución de tallas etc., para poder sacar conclusiones sobre la explotabilidad y otras posibles aplicaciones; a esta tarea dedicaremos el capítulo sexto.

6. BIOLOGIA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA MACROFAUNA

Loripes lacteus var. lacteus

Es una especie considerada por CADEE (1968) como suspensívora, de la que no se conocen muchos datos sobre su biología.

Se encontraron ejemplares en las estaciones 2, 7 y 8, con la máxima abundancia en la E8.

La variación en el número de ejemplares encontrados en cada mes así como su biomasa (tabla 21) no muestra ninguna regula-

Tabla 21 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Loripes lacteus* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

n°		bio		n°		bio		n°		bio	
Ene	8	680	Jul	5	275	Ene	2	43	Jul	7	395*
Feb	8	565	---	-	---	Feb	0	---	Ago	6	818
Mar	7	557	Sep	1	109	Mar	1	36	Sep	13	578*
Abr	3	171	Oct	3	144	Abr	1	70	Oct	10	679
May	12	628*	Nov	3	13*	May	3	301	Nov	9	546
Jun	3	89*	Dic	2	43	Jun	9	486*	Dic	6	239*

ridad; esto puede ser debido a posibles migraciones de la especie, que podrían tener un fin reproductor, motivando oscilaciones de abundancia.

Los meses en los que se constataron formas juveniles - menos de 5 mm. - que se indican con un asterisco en la tabla 21 podría indicar dos periodos de reproducción, en verano y en otoño.

Venerupis decussata

Es una especie suspensívora, CADEE (1968) que se ha encontrado aisladamente en la mayor parte de las estaciones, excep-

to en la E4, en la que se recogió en la totalidad de los meses.

Su abundancia y biomasa medias (fig. ) confirman lo expuesto anteriormente, puesto que a partir de la E4 disminuyen los valores en la playa, a excepción de la E5 que presenta un ligero aumento en la biomasa, es decir, que en esta estación los ejemplares son de mayor tamaño.

No se puede realizar una distribu-

ción mensual por tallas debido al reducido número de ejemplares recogidos en cada mes; se puede destacar sin embargo que las estaciones en las que se encuentran los ejemplares de tallas más reducidas son la 1, 4 y 7; en estas estaciones la penetración de las larvas sería más fácil, puesto que el sedimento muy lavado está mucho más suelto. Los resultados obtenidos están de acuerdo con los encontrados por FIGUERAS (1956-1960) en la ría de Vigo.

Se han encontrado así mismo dos especies más de *Venerupis*, *V. aureus* en una sola ocasión, y *V. pullastra*, esta última recogida con frecuencia en la E7, siendo sus tamaños muy reducidos, pudiendo considerarse a la estación 7 como una zona de fijación larvaria.

#### Cerastoderma edule

Es una de las especies más importantes de la playa tanto por su número como por su biomasa, además de ser explotada comercialmente; de esta especie se poseen abundantes datos, por lo que se puede aportar información sobre su biología.

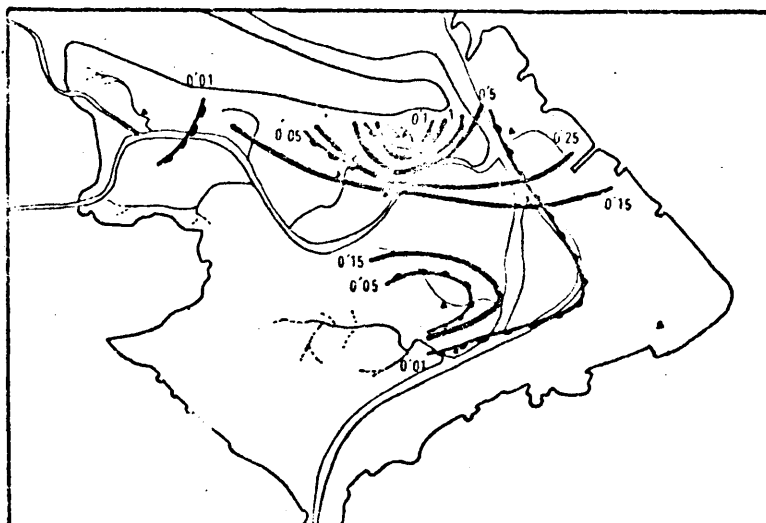
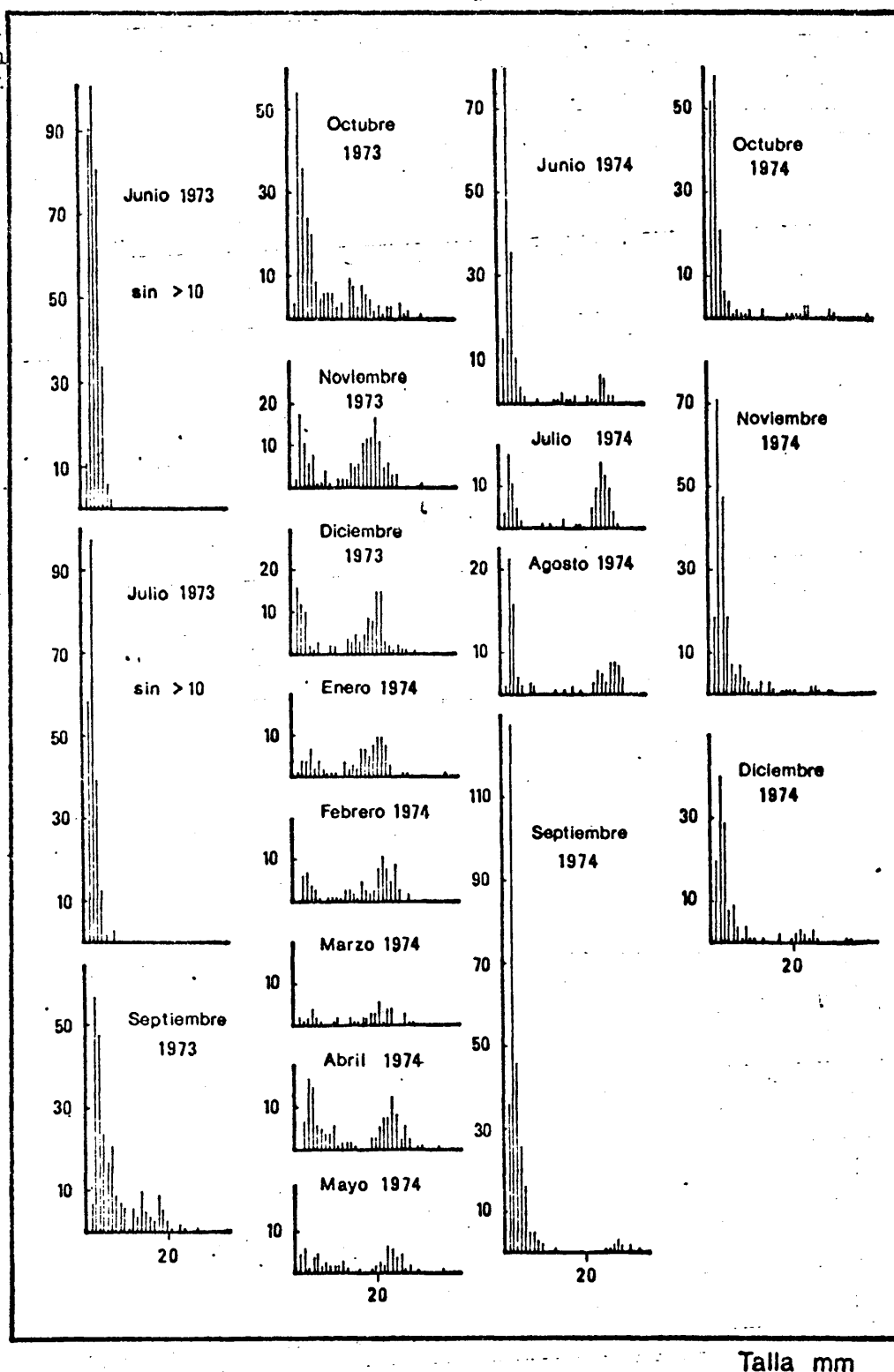


Fig. 75 Abundancia y biomasa medias de *Venerupis decussata*. — Abundancia; - - - - - Biomasa.

num.  
indiv.



Talla mm

Fig. 76 Distribución de las tallas de *Cerastoderma edule* para el conjunto de todas las estaciones, desde Junio de 1973 a Diciembre de 1974.

La distribución de tallas en el tiempo (fig. 76), nos muestra los periodos de fijación, que abarcarían desde Mayo a Diciembre, aunque tengan una disminución en el ritmo en Julio y Agosto. FIGUERAS (1967) en la ría de Vigo obtiene fijaciones en Abril y en Agosto fundamentalmente; SMIDT (1951) en el Waddensea (Dinamarca) encuentra fijaciones desde Mayo a Octubre; se puede aceptar para esta especie por tanto, un periodo de fijación primaveral y otoñal fundamentalmente.

Sin embargo, nos interesa destacar más la posibilidad de migración de los elementos juveniles hacia el sublitoral, y la relación entre fijaciones y número de adultos. Los primeros datos sobre transporte en larvas recién fijadas, fueron dadas por BAGGERMAN (1953) en el Waddensea (Holanda), comprobando que los elementos recién fijados pueden ser transportados con posterioridad a la fijación.

Apoyándonos en los valores mínimos que alcanzan generalmente las clases de talla entre 8 y 14 mm., se puede pensar que los nuevos individuos de la población, desde que se fijan hasta una talla de 5 mm., pueden ser transportados por los movimientos de marea o por los rios hacia el sublitoral, donde tendría lugar el primer crecimiento hasta una talla de 14 o más milímetros, efectuando posteriormente éstos una ascensión a la zona mareal.

Otra de las informaciones interesantes que se podrían deducir de la misma gráfica, sería la relación que se establece entre la población de adultos y las larvas que se fijan. Si comparamos los dos años vemos que el número de fijaciones está inversamente relacionado con el número de adultos presentes, lo que nos hace suponer de acuerdo con HANCOCK (1973) una competencia larva fijada-adulto, que podría intervenir en la regulación de la población futura.

Si unimos los mecanismos citados, podemos pensar que la población de la playa que es mariscada, puede afectar de alguna manera la ascensión hacia la playa de los elementos que crecieron en el sublitoral, regulando de esta forma la población de la misma; se produciría en la playa la desaparición de las tallas comerciales en ciertos meses, unido a la aparición repentina de e -

mentos de talla comercial en meses posteriores (fig. 75). El mecanismo de regulación podría estar basado en la emisión de sustancias químicas que actuarían de inhibidores de la fijación o de la migración.

Es interesante también el considerar el crecimiento de esta especie; FIGUERAS (1967) considera que las larvas fijadas en Abril alcanzarían los 31 mm. en ocho meses, mientras que los individuos de la generación otoñal alcanzarían la misma talla en 14 meses; SMIDT (1951) en el Waddensea danés encuentra para esta misma especie un crecimiento de 22 mm. en 20 meses; otros autores se aproximan a este último valor. Los valores deducidos en este trabajo, siempre teniendo en cuenta las dificultades para establecer este valor, llevan a considerar que esta especie alcanzaría su talla comercial - 24 mm. - en un año como valor medio, más

rapidamente en la fijación de verano; es decir, que las fijaciones de Junio y Julio de un año serían comerciales en el verano siguiente. Son por tanto unos valores intermedios entre los obtenidos por FIGUERAS y por los autores extranjeros.

La competencia larva-adulto, las migraciones y la velocidad de crecimiento condicionan en esta especie un ciclo bianual de abundancia.

Si comenzamos con un año de fijaciones abundantes, normalmente en Septiembre, encontramos gran cantidad de fijaciones hasta que llegue un nuevo Septiembre, en el

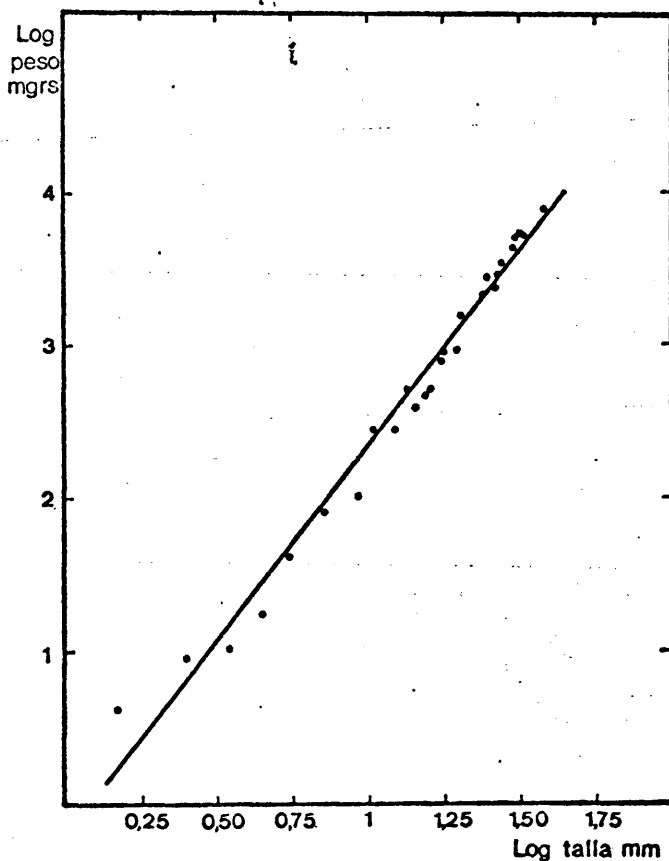


Fig. 77 Recta de regresión talla/ /biomasa en *Cerastoderma edule*.

periodo veraniego; en Septiembre del segundo año aparecen los primeros adultos que compiten con las larvas, reduciendo su número a lo largo del periodo de marisqueo. Tendremos por tanto un número reducido de adultos en el año siguiente; esto posibilita el aumento del número de fijaciones en el año siguiente, comenzando hacia Septiembre.

Para tener una idea de la producción se añade un gráfico con la regresión entre la talla y la biomasa por talla - peso seco sin cenizas - (fig. 76) que muestra una relación lineal, excepto en las tallas menores, que se separan de dicho ajuste.

*C. edule* es considerada por CADEE (1968), PETERSEN (1913) y THORSON (1957) como una especie eurihalina suspensívora; esta idea contribuye a fortalecer la imagen de la migración de las tallas medias hacia niveles sublitorales.

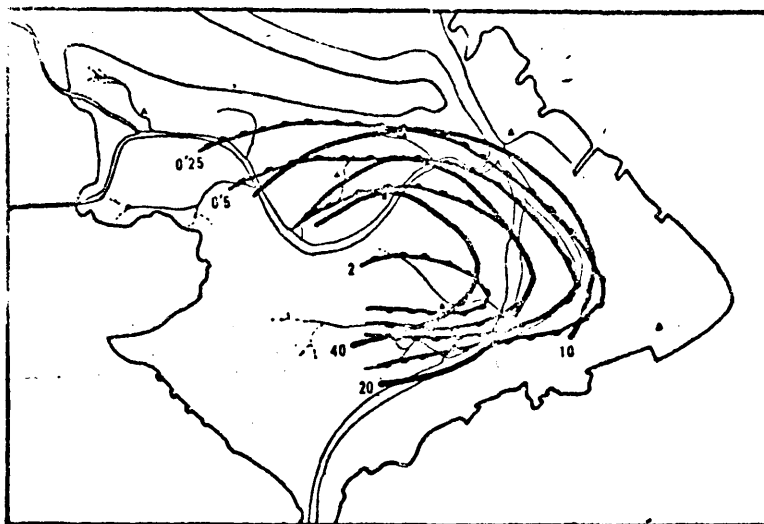


Fig. 78 Abundancia y biomasa medias de *C. edule*. Misma clave que en la figura 75.

=====

Se encuentra distribuida (fig. 78) fundamentalmente por el llano fangoso central; la máxima densidad media indica los puntos de máxima fijación, que se corresponden bastante bien con los de máxima biomasa media; ambos se extienden concéntricamente desde el llano fangoso central. Sin embargo las tallas mayores se encuentran en las estaciones de menor abundancia media, lo que podría indicar una migración de las formas grandes hacia las áreas periféricas.

Tellina tenuis

Es una especie que se encontró siempre confinada en la E7. THORSON (1957) la considera como sedimentívora y constituye principal de la comunidad *T. tenuis*-*T. fabula*; dicha comunidad no se encuentra bien representada en la playa, sucediendo lo mismo en la totalidad de la ría de Arosa, CADEE (1968).

Se encontraron siempre ejemplares de pequeño tamaño, aumentando por lo general la abundancia desde el comienzo de los muestreos (tabla 22); no sucede lo mismo con la biomasa, que presenta grandes oscilaciones.

Tabla 22 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Tellina tenuis* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

	n°	bio		n°	bio		n°	bio		n°	bio
Ene	0	---	Jul	0	---	Ene	29	24*	Jul	0	---
Feb	0	---	Ago	-	---	Feb	10	8*	Ago	7	138*
Mar	0	---	Sep	11	23*	Mar	7	8	Sep	4	8*
Abr	0	---	Oct	21	18*	Abr	19	51*	Oct	7	3*
May	0	---	Nov	9	5*	May	5	10	Nov	13	7*
Jun	1	7	Dic	27	18*	Jun	5	30	Dic	13	43

Los periodos de fijación se encontraron fundamentalmente en verano, otoño e invierno, es decir, prácticamente la totalidad del año. Se puede considerar que esta especie empieza a colonizar los sedimentos de los niveles inferiores de la playa.

#### Solen marginatus

Es otra especie que al igual que *T. tenuis* se encuentra confinada en la E7; su número es siempre reducido, pero no así su biomasa (tabla 23); los periodos de fijación se encontraron en primavera y verano.

Para THORSON (1957) y CADEE (1968) es una especie sus -

Tabla 23 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Solen marginatus* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

	n°	bio		n°	bio		n°	bio		n°	bio
Ene	1	130	Jul	0	---	Ene	5	262	Jul	2	3450
Feb	0	---	-	-	---	Feb	2	9*	Ago	4	3447
Már	0	---	Sep	5	132*	Mar	2	78	Sep	1	35
Abr	0	---	Oct	6	75	Abr	4	530	Oct	0	---
May	0	---	Nov	2	190*	May	3	441	Nov	1	456
Jun	0	---	Dic	3	117	Jun	6	4301	Dic	1	1258

pensívora, que vive en el área de contacto entre la zona mareal y el infralitoral, sobre todo en la desembocadura de ríos y en aguas desaladas, apreciación con la que coinciden las observaciones realizadas en este trabajo.

#### Scrobicularia plana

Es con *C. edule* la especie de bivalvo que soporta la mayor biomasa de la playa. De esta especie se poseen abundantes datos, pudiendo comentarse alguna característica de su biología en la playa.

La distribución de tallas en el tiempo (fig. 79) nos muestra una distribución por lo general muy regular; las alteraciones se producen en las tallas menores, con la abundante presencia en primavera y otoño de los elementos recién fijados. Este tipo de distribución con alteraciones poco importantes en las tallas mayores, muy estable, nos conduce a pensar en una especie de ciclo vital largo, y en la que el crecimiento es relativamente poco importante, HUGHES (1970). No se encontró la competencia entre larvas y adultos como en *C. edule*, lo que indica que la regulación de la población es eficaz por otros medios, y en un estadio posterior del desarrollo de los individuos.

La distribución de la especie por su abundancia y por su biomasa media en la playa (fig. 80) muestra una mayor abundancia

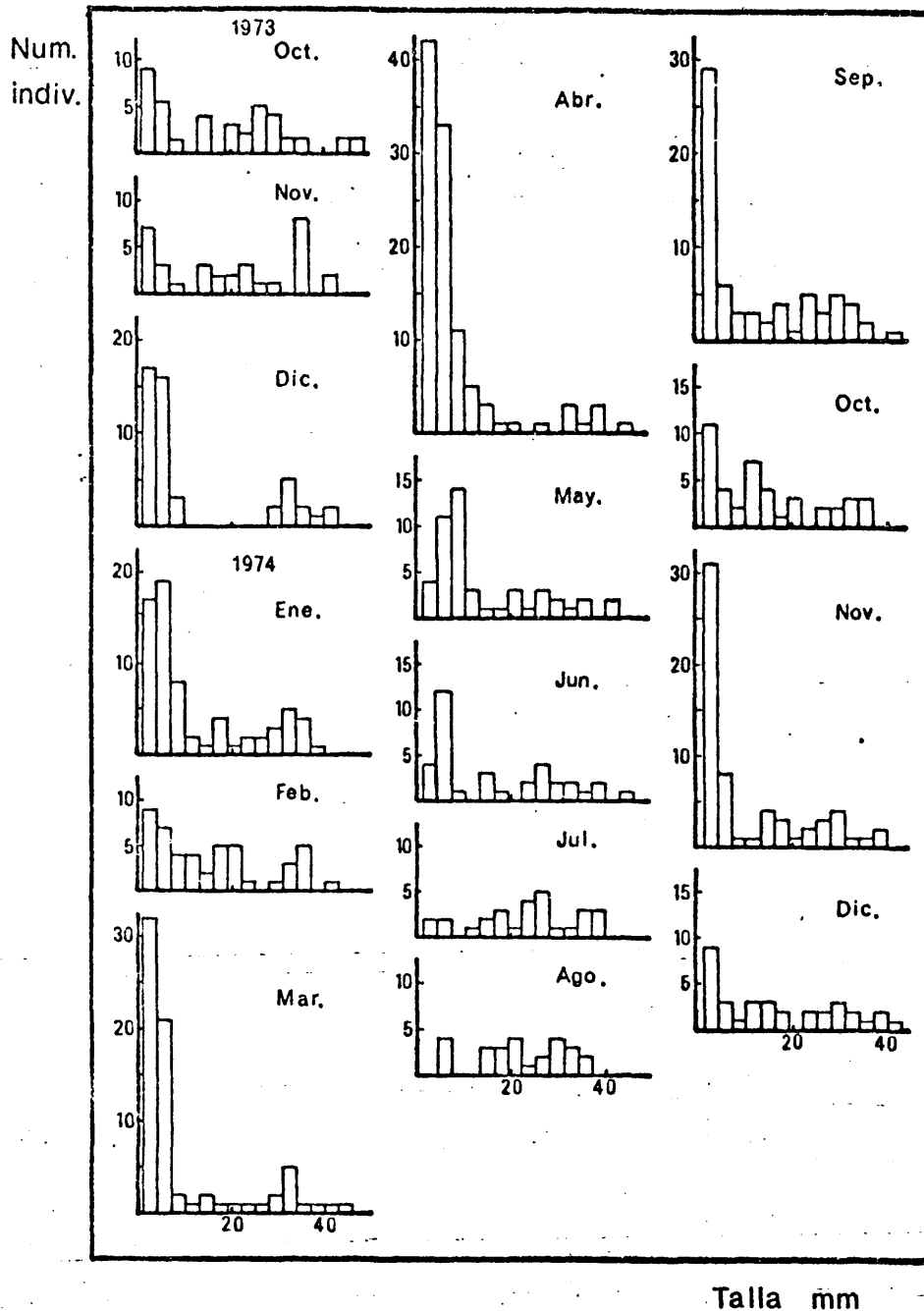


Fig. 79 Distribución de las tallas de *Scrobicularia plana* para el conjunto de todas las estaciones, desde Octubre de 1973 a Diciembre de 1974.

=====

en la E1 y una mayor biomasa en la E1 y la E5, lo que produce un poco de extrañeza al ser dos estaciones de características muy diferentes; los mínimos de biomasa se sitúan hacia la parte externa de la playa, con el menor número de individuos en la E3.



Esta visión general de la especie esta de acuerdo con la idea de CADEE (1968), que la considera una especie eurihalina de aguas someras, que vive a unos 10 cm. de profundidad en el sedimento; sus hábitos alimentarios son sedimentívoros, CADEE (1968), VERWEY (1952).

Fig. 80 Abundancia y biomasa medias de *S. plana*. Misma clave que la figura 75.

=====

#### Peringia ulvae

Es la especie más abundante de toda la playa en su conjunto, alcanzando en Noviembre de 1974 la densidad de 89906 ind/ / m<sup>2</sup> en la E2. La distribución en porcentajes de tallas (fig. 81) muestra una variación importante en el tiempo; aparecen como máximo dos picos, es decir, dos clases de edad, lo que estaría conforme con el ciclo vital de dos años para esta especie, SMIDT (1951), THORSON (1957).

Las épocas de fijación de esta especie son fundamentalmente el verano y el invierno, en los cuales abundan los pequeños ejemplares, que según SMIDT (1951) sólo poseen una vida larvaria de cuatro días. Las oscilaciones en número y biomasa, muy importantes, hacen suponer una elevada producción.

La distribución espacial de la densidad y de la biomasa medias por estación (fig. 82) muestran un máximo de ambas en la E2, a partir de la cual disminuyen concentricamente, con los valores mínimos en las estaciones 7 y 8; este tipo de distribución estaría de acuerdo con los encontrados por SMIDT (1951) en el Waddensea danés y por CADEE (1968) en la ría de Arosa, puesto que

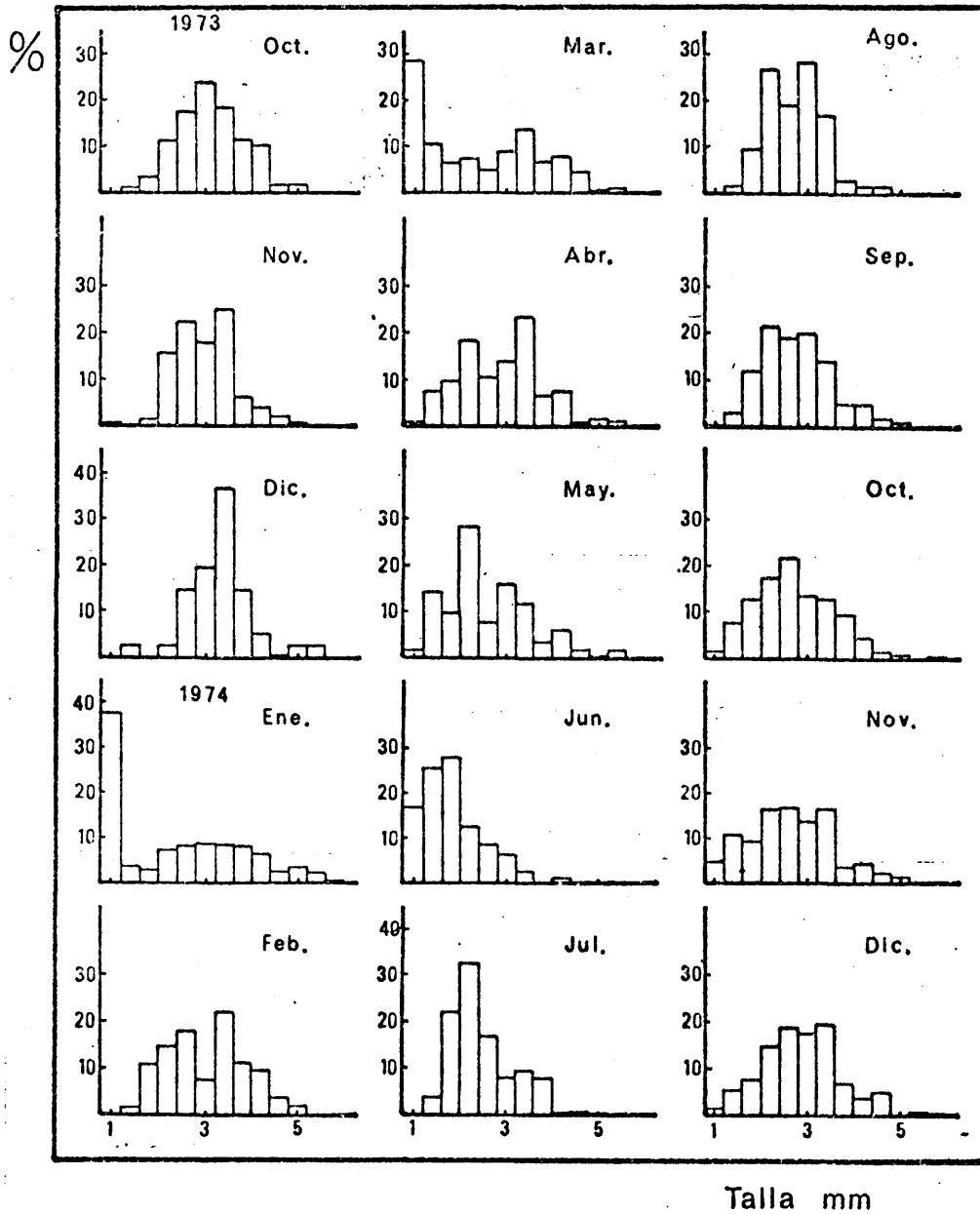


Fig. 81 Distribución de los porcentajes de abundancia de las tallas de *Peringia ulvae* para el conjunto de todas las estaciones, desde Octubre de 1973 a Diciembre de 1974.

=====

ambos la encuentran en zonas interiores y en áreas marginales de las mismas; es una especie eurihalina y de aguas someras.

Se puede considerar a la E2 como el centro de distribución de la especie, siendo las demás áreas zonas de expatriación, debidas a migraciones, tambien observadas por SMIDT (1951).

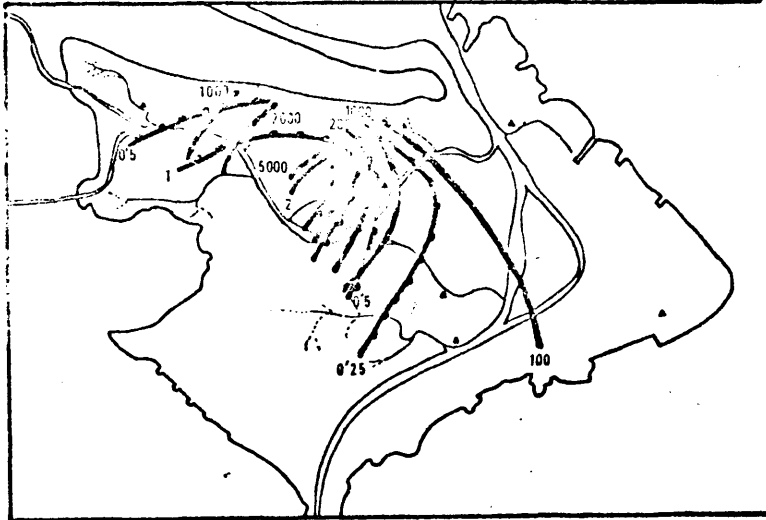


Fig. 82 Abundancia y biomasa medias de *P. ulvae*. Misma clave que la figura 75.

=====

#### Nereis diversicolor

Es el Poliqueto más abundante en el nivel superior de la playa, estaciones 1 a 6, siendo superada en abundancia solamente por *Pygospio elegans* en el conjunto de toda la playa.

Su distribución de tallas en el tiempo (fig. 83), presenta un muestreo insuficiente para el tamaño, puesto que sólo se recogen contados ejemplares entre 0 y 8 mm., mientras que la longitud de fijación es de 0.8 mm., SMIDT (1951). En la figura 83 solamente se observan dos clases de edad, que podrían asimilarse a fijaciones realizadas en primavera y en otoño, puesto que es en verano y en invierno cuando es detectable la aparición de nuevos elementos de la población; también explicaría la presencia en algunas ocasiones de dos máximos muy marcados en las tallas.

El ciclo vital según esta opinión, tendría una duración entre dieciocho y veinticuatro meses, lo que indicaría que es una especie que renueva prácticamente su población cada año, SMIDT (1951), THORSON (1957). Sin embargo las longitudes máximas de crecimiento en un año, de 42 mm. en el Waddensea (Dinamarca) SMIDT (1951), no se corresponderían con el crecimiento deducible en este

Su tipo de alimentación es fundamentalmente detritófago, aunque las bacterias constituyen un recurso importante de la misma, CADEE (1968), FENCHEL, KOFOED y LAPPALAINEN (1975) y HYLLEBERG (1975); según CADEE pueden alimentarse también de diatomeas y cianofíceas.

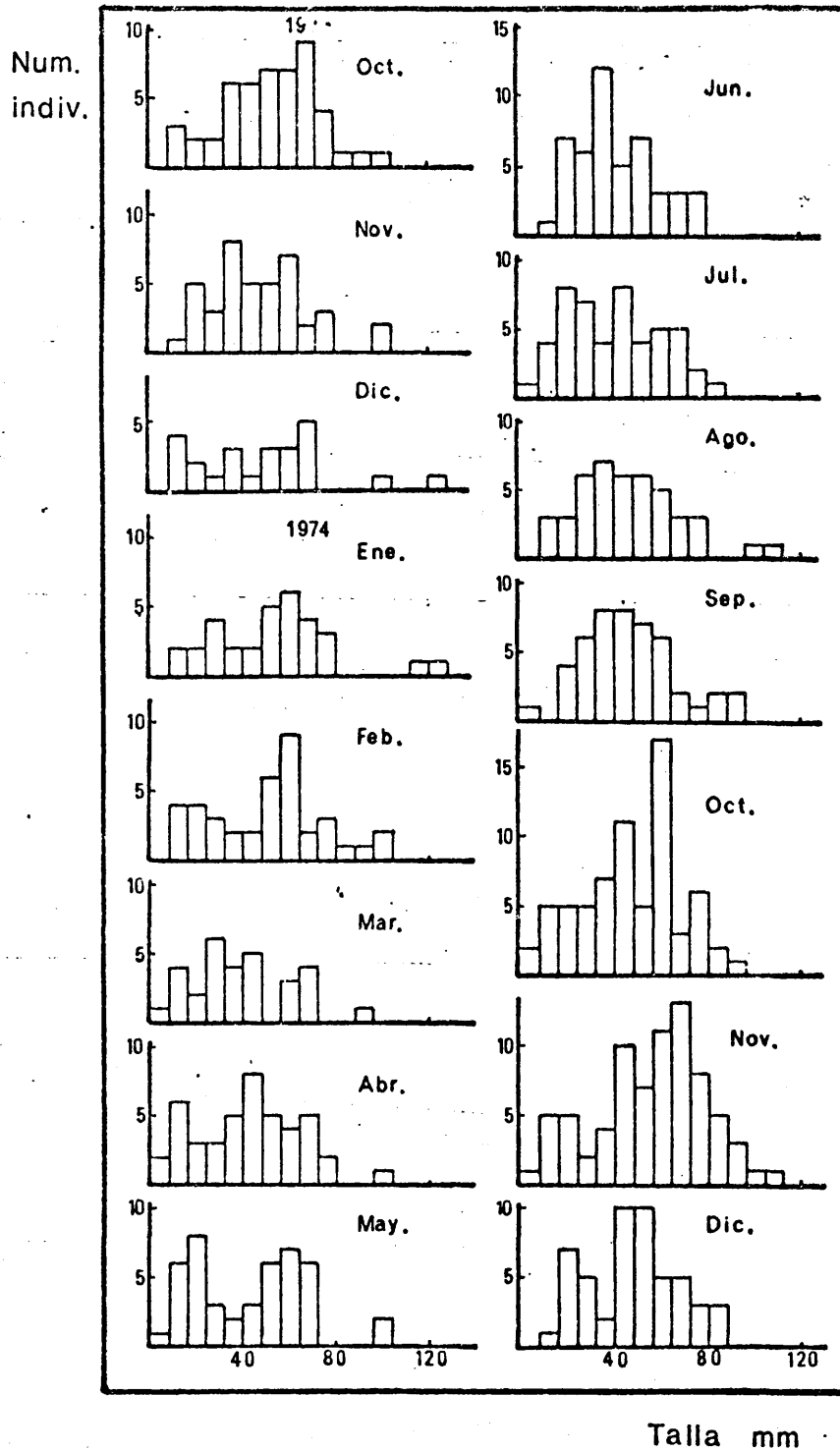


Fig. 83 Distribución de las tallas de *Nereis diversicolor* para el conjunto de todas las estaciones, desde Octubre de 1973 a Diciembre de 1974.

=====

trabajo, que podría situarse entre los 60 y 70 mm. De todas formas, al resultar reducido el número de individuos muestreados cada mes, las deducciones podrían ser erróneas.

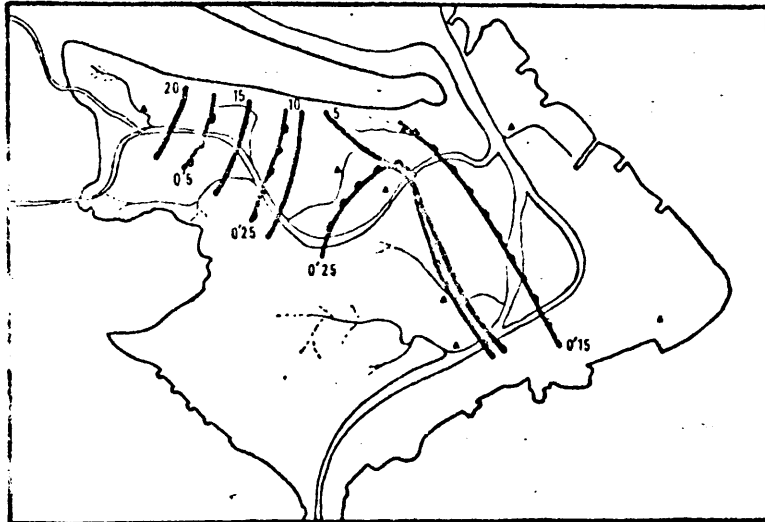


Fig. 84 Abundancia y biomasa medias de *N. diversicolor*. Misma clave que la figura 75.

=====

nada con el tipo de sustrato, sino con la baja salinidad, que limitaría la competencia con otras especies.

Las máximas abundancias y biomasa en la E1 confirmaría la opinión de AMOUREUX (1960) de que esta especie prefiere aguas intersticiales ricas en Oxígeno disuelto, aunque la presencia temporal importante en las estaciones 3 y 5 indicaría una cierta independencia con respecto a este factor.

Se puede considerar en conjunto a esta especie como eurihalina y detritífaga, IBAÑEZ (1973); sin embargo, nuestras observaciones sobre su comportamiento alimentario, hacen pensar que no lo es estrictamente, al poseer la E1 contenidos en materia orgánica inferiores al 1 %, y las variaciones de este parámetro no se encuentran correlacionadas con variaciones en la especie.

#### Nephtys hombergii

Este Poliqueto constituye el elemento más característico de las arenas que asimilamos a la comunidad de *T. tenuis*-*T. fabula*; se segrega de *N. diversicolor*, que sería el elemento de este grupo más característico de las arenas asimilables a la comunidad de *C. edule*-*S. plana*.

La distribución de la abundancia y de la biomasa medias de *Nereis diversicolor* en la playa (fig. 84), muestra para ambas un máximo en la zona interior de la playa, E1, lo que estaría de acuerdo con las observaciones de SMITDTH (en CALLAME (1961)) y BELLAN (1964), que afirman que la distribución de esta especie no esta relacionada con el tipo de sustrato, sino con la baja salinidad, que limitaría la competencia con otras especies.

La variación de la biomasa en el conjunto de las ocho - estaciones (tabla 24) se muestra poco importante, mientras que la del número de individuos es mucho más importante, y puede consi -

Tabla 24 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Nephtys hombergii* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

n°		bio		n°		bio		n°		bio	
Ene	30	310	Jul	51	335*	Ene	25	161	Jul	32	193*
Feb	22	186	-	--	---	Feb	13	82	Ago	17	93*
Mar	30	298	Sep	39	238*	Mar	13	73	Sep	14	194*
Abr	15	207*	Oct	51	407*	Abr	15	88	Oct	16	260*
May	25	323*	Nov	38	221	May	9	97*	Nov	22	242
Jun	18	225*	Dic	37	332	Jun	21	148*	Dic	8	72

derarse ligado a la aparición de individuos fijados en los dos - meses anteriores; el periodo se extendería entre Marzo y Octubre, siendo el periodo de puesta por tanto, más amplio que en el Wad - densea (Dinamarca), SMIDT (1951).

Su distribución en número y biomasa medias (fig. 85) -- muestra que se encuentra practicamente limitado a las estaciones 7 y 8, que poseen una notable diferencia altitudinal.

La distribución de esta especie tampoco puede conside - rarse ligada al tipo de sustrato, porque las dos estaciones pre - sentan unas granulometrías muy diferentes; no concuerdan estas - observaciones con los resultados de BELLAN (1964) y de PERES y PICARD (1964), que la consideran como una especie característica preferencial de arenas finas bien seleccionadas.

Las observaciones con respecto a la salinidad y al con - tenido en materia orgánica del sedimento, se encuentran dentro - del espectro dado por IBAÑEZ (1973) para esta especie, puesto que la salinidad es generalmente alta, superior al 20 ‰, y el conte - nido de materia orgánica bajo, inferior al 1%.

Glycera convoluta

Es una especie con un espectro de distribución poco ca -  
racterístico en esta  
playa, al encontrarse  
con cierta frecuencia  
en estaciones que  
presentan unas carac -  
terísticas muy diver -  
sas.

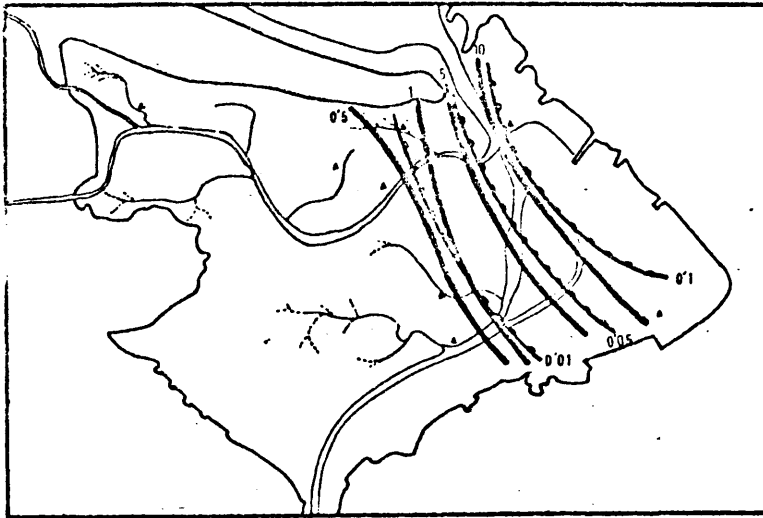


Fig. 85. Abundancia y biomasa medias de  
*N. hombergii*. Misma clave que  
la figura 75.

=====

trah; se puede considerar a estas áreas como zonas de emigración  
de los ejemplares adul -  
tos.

La distribu -  
ción del número de in -  
dividuos y de la bioma -  
sa para el conjunto de  
las estaciones en los  
diferentes meses (tabla  
25) es muy irregular,  
posiblemente debido al  
escaso número de ejem -  
plares. Se detectó la  
presencia de individuos  
de pequeña talla en in -  
vierno, verano y otoño,  
lo que representaría -  
practicamente todo el

La distribu -  
ción espacial media  
(fig. 86) presenta un  
centro de máximos va -  
lores para el número  
de individuos y la -  
biomasa en la E4, y -  
con valores mínimos -  
en las estaciones del  
del llano fangosa cen -  
tral;

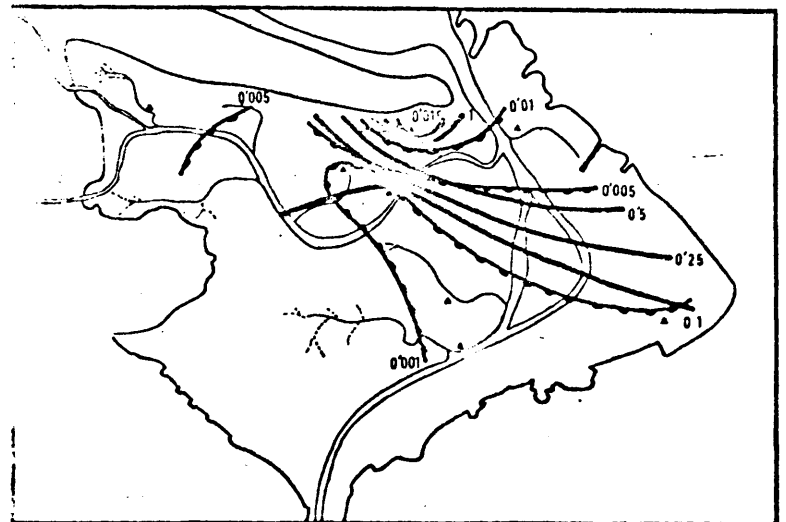


Fig. 86 Abundancia y biomasa medias  
de *G. convoluta*. Misma clave  
que la figura 75.

=====

Tabla 25 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Glycera convoluta* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

	n°	bio		n°	bio		n°	bio		n°	bio
Ene	4	147	Jul	3	59*	Ene	0	---	Jul	0	---
Feb	2	43	-	-	---	Feb	5	107*	Ago	0	---
Mar	4	33*	Sep	3	50*	Mar	0	---	Sep	8	41*
Abr	0	---	Oct	4	20*	Abr	1	1*	Oct	5	22
May	0	---	Nov	2	3*	May	0	---	Nov	3	43
Jun	3	20	Dic	7	61	Jun	2	5*	Dic	4	31

año; no se poseen datos bibliográficos para una discusión sobre este punto.

PERES y PICARD (1964) la consideran una especie característica preferencial de arenas finas superficiales, y acompañante en arenas finas bien seleccionadas, e IBAÑEZ (1973) concuerda con este criterio. Nuestros resultados no concuerdan perfectamente con esta clasificación, puesto que la máxima abundancia se encontró en arenas gruesas.

La materia orgánica particulada abundante parece limitante para esta especie, como señala IBAÑEZ (1973), aunque no se concuerda con este autor en lo referente al nivel de marea y la salinidad.

#### Diopatra neapolitana

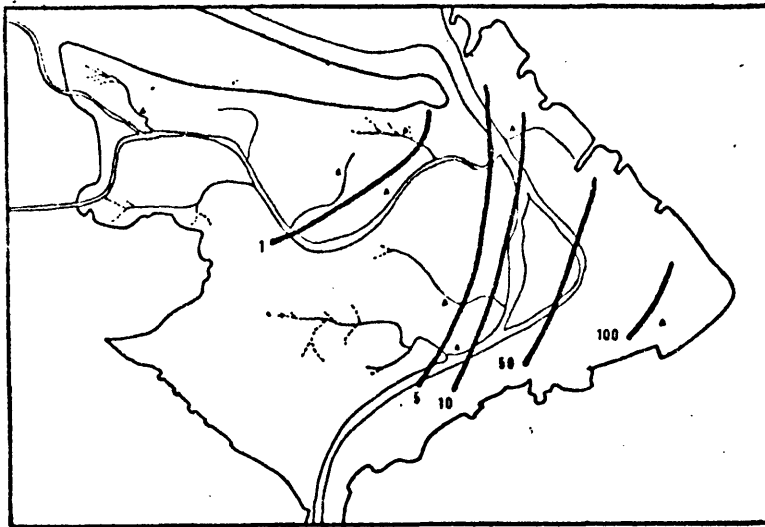
Es la especie más importante en el conjunto de la E7, no apareciendo en otras estaciones; el reducido número de ejemplares en cada muestra no permite sacar conclusiones sobre la biología de esta especie. El tipo de sustrato y la zona donde ha sido encontrada, coincide con el sustrato y la distribución que señala la bibliografía para esta especie. BELLAN (1964) la cita en arenas finas y fangos costeros, e IBAÑEZ (1973) la considera como especie característica preferencial de arenas finas seleccionadas y como especie acompañante en arenas medias y gruesas.

El contenido en materia orgánica de la estación donde ha

sido encontrada supera el óptimo de IBAÑEZ (1973) para esta especie, encontrándose los valores de salinidad y nivel de marea dentro de los dados por este mismo autor.

Pygospio elegans

Es una especie muy bien representada en la playa por el número de individuos, aunque su participación en la biomasa de las distintas estaciones sea poco importante, excepto en la E8.



La distribución media del número de individuos (fig. 87) muestra como centro de su distribución a la E8, reduciéndose su número rápidamente hacia el resto de las estaciones, quedando los valores mínimos en las áreas próximas a la barra de arena que cierra la playa.

Fig. 87 Abundancia media de *P. elegans*.  
=====

La distribución a lo largo de los dos años de muestreo en el conjunto de las ocho estaciones (tabla 26) presenta un va -

Tabla 26 - Número de individuos de *Pygospio elegans* durante el periodo de muestreo.

	n°		n°		n°		n°
Ene	10	Jul	71	Ene	31	Jul	632
Feb	37	-	--	Feb	39	Ago	533
Mar	45	Sep	56	Mar	19	Sep	239
Abr	24	Oct	56	Abr	53	Oct	335
May	29	Nov	30	May	106	Nov	204
Jun	64	Dic	51	Jun	79	Dic	92

riación poco destacada en el primer ciclo anual, mientras que en el segundo existe un gran desarrollo en el segundo semestre del año, que coincide con una explosión de la población en la E8.

No se pueden indicar épocas de reproducción en esta especie, debido a la dificultad de obtención de ejemplares enteros, que dificulta la medida de los mismos, y su rápido crecimiento, SMIDT (1951), lo que produce un solapamiento en la talla de las diferentes clases de edad. Según este mismo autor, los periodos de madurez de la especie son pocos en el año y fundamentalmente en primavera y otoño.

Presenta un espectro de respuesta a factores ambientales muy amplio, tanto de sustrato como de otros factores. Ha sido citada desde arenas gruesas a fango, pero de acuerdo con GIBBS (1969) consideramos como más indicado para la especie la arena fina, puesto que es en una estación con dicho sustrato donde se presentan las máximas densidades.

Con respecto a los demás factores ambientales, nuestros valores entran dentro del amplio espectro citado por IBAÑEZ (1973) para esta especie, excepto para la salinidad, puesto que la máxima abundancia se encuentra en áreas que presentan acusadas disminuciones de salinidad.

#### Heteromastus filiformis

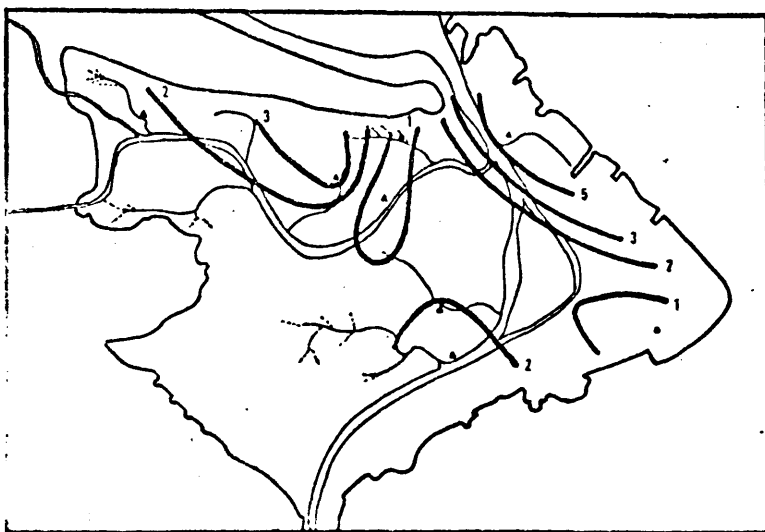


Fig. 88 Abundancia media de *H. filiformis*.

Es una especie distribuida por toda la playa (fig. 88), pero con una mayor abundancia media en la E7. Su contribución a la biomasa de la macrofauna es ciertamente escasa en el conjunto de los meses. Los periodos de reproducción y fijación pueden considerarse como fundamen-

talmente invernales (tabla 27), época en la que aumenta considerablemente el número de ejemplares en la playa, pudiendo aparecer fijaciones igualmente en otoño, y con menor intensidad en primavera.

Tabla 27 - Número de individuos de *Heteromastus filiformis* durante el periodo de muestreo.

	n°		n°		n°		n°
Ene	5	Jul	4	Ene	27	Jul	12
Feb	31	-	--	Feb	35	Ago	7
Mar	15	Sep	13	Mar	12	Sep	17
Abr	15	Oct	13	Abr	6	Oct	31
May	8	Nov	4	May	27	Nov	15
Jun	16	Dic	25	Jun	3	Dic	16

vera, lo que coincide con las apreciaciones de SMIDT (1951) sobre la misma especie en el Waddensea danés.

La bibliografía, RIOJA (1931), PERES y PICARD (1964), HARTMANN (1969), la señalan como una especie típica de arena fangosa intermareal, y PERES y PICARD como exclusiva de arena fangosa; no coincidimos totalmente con esta apreciación, al encontrarse en la E4 que posee un contenido muy bajo en fango, aunque su presencia en dicha estación lo sea en reducido número.

De acuerdo con IBAÑEZ (1973), consideramos muy amplio el espectro de posibilidades de esta especie con respecto a la materia orgánica, encontrando nosotros los valores de abundancia máxima con valores de materia orgánica próximos al 1%. También coincidimos con el mismo autor con respecto a la salinidad, lo que explicaría en parte su mayor abundancia en la E7.

#### Arenicola marina

Es una de las especies más importantes en el conjunto de la playa considerando la biomasa de las distintas estaciones. Se encuentra fundamentalmente distribuida por las áreas próximas

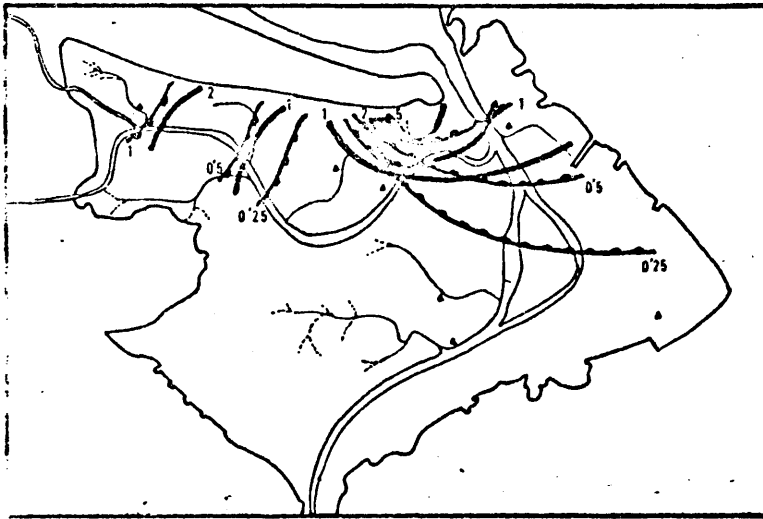


Fig. 89 Abundancia y biomasa medias de *A. marina*. Misma clave que la figura 75.

=====

no, con un descenso acusado de la biomasa en otoño.

Los ejemplares de pequeño tamaño fueron detectados en verano y en otoño. Todos estos datos concuerdan con los de SMIDT (1951) y CAZAUX (1966) para la biología de esta especie en el Waddensea danés y en Arcachon respectivamente; el periodo de madurez puede considerarse otoñal, con el máximo desarrollo en Octubre, época en la que SMIDT encuentra el máximo de larvas

a la barra arenosa que cierra la playa (fig. 89), con la máxima abundancia y biomasa medias en la E4, encontrándose los valores mínimos en las áreas más fangosas de la playa.

Su distribución en el conjunto de las estaciones a lo largo del periodo de muestreo (tabla 27) presenta los máximos en primavera e invierno,

Tabla 27 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Arenicola marina* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño; # hembras ovadas.

n° bio		n° bio		n° bio		n° bio	
Ene	18 5978	Jul	12 3644*	Ene	10 4531	Jul	13 4054*
Feb	16 3447	-	-- ----	Feb	11 4319	Ago	13 2363
Mar	14 5162	Sep	14 1909*	Mar	11 4981	Sep	12 1431
Abr	17 6332	Oct	9 2853*#	Abr	10 3649*	Oct	10 992
May	12 6296	Nov	14 1312	May	12 5166*	Nov	12 1823
Jun	13 6443	Dic	10 3814	Jun	11 3736	Dic	10 4056

planctónicas. Los menores ejemplares encontrados por nosotros tendrían por lo tanto un año.

Las preferencias de esta especie son muy amplias, existiendo coincidencia sobre este punto en la bibliografía consultada, PERES y PICARD (1964), AMOUREUX (1966), IBAÑEZ (1973) entre otros.

Nos parecen más destacables los resultados de NEWELL (1948) y CHAPMANN y NEWELL (1949) sobre las migraciones de esta especie, situando los juveniles en los niveles más altos de marea descendiendo hacia los niveles inferiores con la edad. No encontramos líneas de mayor abundancia, CHAPMANN y NEWELL (1949), sino que como vimos en el apartado 5.3.5., la distribución se configura en agregados más o menos claros, dependientes de la densidad de la especie en cada punto. La distribución espacial de esta especie parece estar muy condicionada por el tipo de sedimento; la presencia constante en algunas estaciones se relaciona con sedimentos de tipo tixotrópico - favorecedores de la penetración - en las mismas, CHAPMAN y NEWELL (1947).

#### Leiochone clipeata

Es una especie tubícola que se encuentra en áreas intermareales con sedimentos de arenas finas y medias, y muy tolerante para los elementos más finos, AMOUREUX (1966). Los resultados obtenidos en el presente trabajo se encuentran englobados dentro del espectro mencionado anteriormente, encontrándose exclusivamente en la E7, la más baja de las muestreadas en la playa.

La distribución en el tiempo para la E7 (tabla 28) muestra oscilaciones tanto en el número de individuos como en la biomasa, dependientes en gran manera de la presencia de ejemplares de reducido tamaño que se incorporan a la población. La presencia de nuevos individuos se produce durante todos los periodos del año, aunque en diferentes años; no se poseen datos de otros autores sobre sus épocas de reproducción, no pudiéndose por tanto discutir dichos valores.

Los espectros de diferentes factores ambientales en donde esta especie ha sido encontrada, se presentan dentro de los

Tabla 28 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Leiochone clipeata* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

	n°	bio		n°	bio		n°	bio		n°	bio
Ene	1	8	Jul	3	71	Ene	10	336	Jul	5	111
Feb	2	27	-	-	---	Feb	26	430*	Ago	6	190
Mar	1	6	Sep	9	196*	Mar	5	149	Sep	13	495*
Abr	2	24	Oct	7	143*	Abr	8	211	Oct	5	156
May	2	39	Nov	6	32	May	8	237	Nov	5	185
Jun	6	127*	Dic	8	277	Jun	3	54	Dic	17	613*

obtenidos por otros autores, AMOUREUX (1966), IBAÑEZ (1973), y sólo los valores de materia orgánica superan a los obtenidos por IBAÑEZ.

#### Lanice conchilega

Esta especie ha sido recogida solamente en las estaciones 4 y 7, lo que representa unas condiciones muy diferentes.

Debido al reducido número de ejemplares recogidos en cada mes, no se pueden aportar datos concretos para esta especie; solamente la recogida de individuos de pequeño tamaño en primavera, como indicadora de las posibles épocas de reproducción.

Con respecto a las respuestas a diferentes factores ambientales, las diferencias son notorias. La E4 presenta sedimentos de arena gruesa y la E7 de arena media o fina. Tan amplio espectro no estaría de acuerdo con el citado por AMOUREUX (1966) e IBAÑEZ (1973) para esta especie, pero sí estaría conforme con las necesidades de ella citadas por RULLIER (1959).

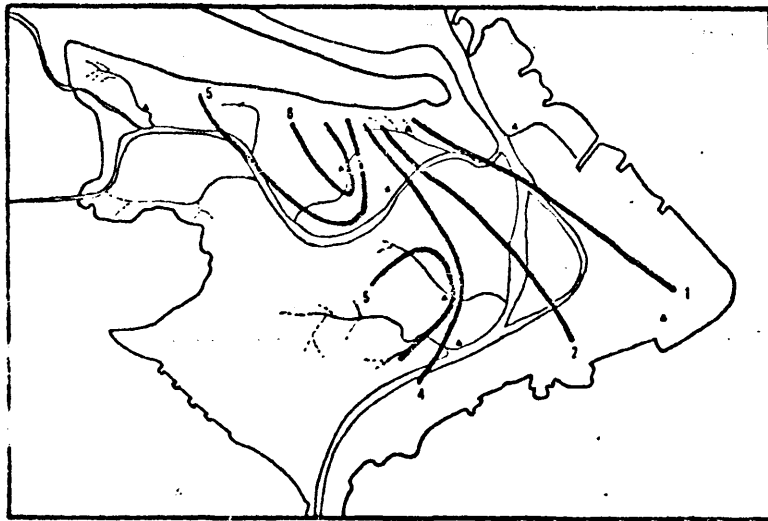
Los datos del contenido de Oxígeno disuelto en el agua no coinciden con los de AMOUREUX (1966) que cita  $1.7 \text{ mg. l}^{-1}$ , habiéndose encontrado en ciertos meses con valores 0 de Oxígeno.

Los valores citados por los autores anteriormente nombrados sobre la respuesta a distintos contenidos en materia orgánica

nica del sedimento son muy amplias y engloban nuestros resultados. También resultan bastante concordantes los valores de salinidad y su área de localización en zonas próximas al límite inferior de la marea, con poca oscilación de la salinidad; la excepción se encuentra en los ejemplares recogidos en la E4.

### Ninfas de Rhagionidae

Es uno de los grupos más interesantes por lo que supone



de aprovechamiento por parte de animales netamente terrestres de un ambiente adverso.

La distribución media de la especie en las diferentes estaciones (fig. 90) muestra una preferencia acusada por las estaciones fangosas, en las que la circulación del agua intersticial en la zona superior del sedimento es reducida.

Fig. 90 Abundancia media de las ninfas de Rhagionidae.

=====

Se encuentra prácticamente ausente de las estaciones con sedimento grueso muy lavado y en las de sedimento muy fino. También se encuentra totalmente ausente en la estación más baja de la playa, lo que puede indicar una necesidad de respiración aérea durante un cierto periodo al día.

Los valores conjuntos de todas las estaciones a lo largo del tiempo (tabla 29) muestran una densidad mayor en los meses de verano y otoño, lo que puede indicar dos periodos de reproducción en este grupo; la permanencia de larvas en la playa durante el invierno podría deberse a la existencia de dos tipos de larvas con necesidades fisiológicas distintas, es decir, unas larvas invernales con metamorfosis primaveral, y unas larvas primaverales con metamorfosis otoñal. Al no estar determinada a nivel de es-

pecie, no se puede tener comprobación bibliográfica sobre el particular.

Tabla 29 - Número de individuos de ninfas de Rhagionidae durante el periodo de muestreo.

	n°		n°		n°		n°
Ene	24	Jul	23	Ene	23	Jul	21
Feb	30	-	--	Feb	21	Ago	30
Mar	38	Sep	24	Mar	20	Sep	20
Abr	31	Oct	28	Abr	25	Oct	34
May	32	Nov	36	May	29	Nov	16
Jun	41	Dic	24	Jun	33	Dic	31

#### Cyathura carinata

Es una especie abundante en ciertas estaciones a lo largo del periodo de muestreo, pero que por su pequeño tamaño no representa un papel determinante en la biomasa de las mismas.

La distribución de tallas en el tiempo (fig. 91) permite observar dos periodos de fijación en esta especie; el periodo más importante en invierno-primavera, y uno menos importante en otoño; al basarse estas observaciones en ejemplares de al menos 3-4 mm. hay que presuponer a la época de reproducción como anterior en el tiempo.

La existencia de uno o dos máximos de talla en cada mes, indicaría un ciclo vital de un año como máximo.

La distribución media en el conjunto de la playa (fig 92) define claramente dos áreas de máxima densidad para la especie, que coincidirían con las partes altas de los ríos que cruzan la playa. Las estaciones que consideramos pertenecientes a la comunidad de *T. tenuis*-*T. fabula* parecen excluyentes para esta especie.

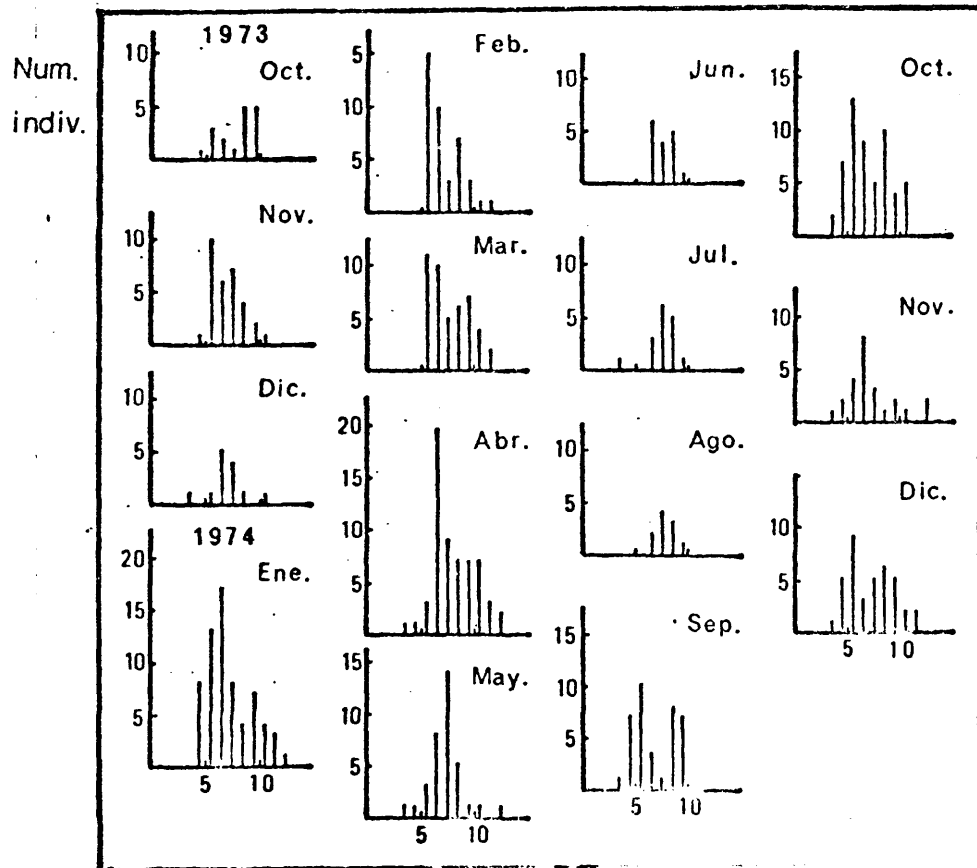


Fig. 91 Distribución de las tallas de *Cyathura carinata* para el conjunto de todas las estaciones, desde Octubre de 1973 a Diciembre de 1974.

=====

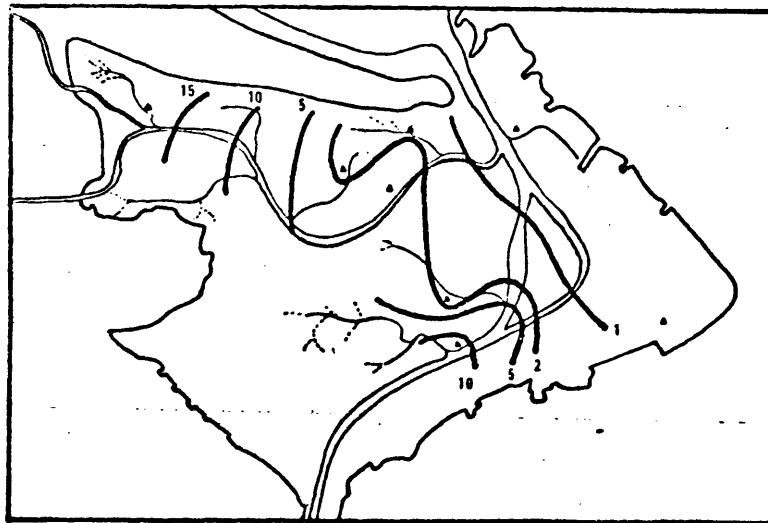


Fig. 92 Abundancia media de *C. carinata*.

=====

Los factores que influirían en la distribución de ella no aparecen claros; el tipo de sedimento es muy diferente en las dos áreas de mayor densidad; el nivel de marea no parece condicionante al tener las estaciones del llano fangoso -- prácticamente el mismo.

Asi mismo, la salinidad y la materia orgánica se presentan muy variables, y sólo el contenido en Oxígeno podría considerarse limitante en esta especie. Se puede considerar como capaz de soportar o adaptarse a múltiples ambientes en las áreas superiores de la playa, en las que se produzca una renovación diaria importante del agua intersticial.

Upogebia pusilla

Al ser una especie muy poco abundante, y de la que se tienen pocos datos, nos encontramos con una distribución muy dispersa tanto espacial como temporalmente. Sin embargo, es interesante al ser una especie que contribuye a la biomasa media de algunas estaciones de forma estimable.

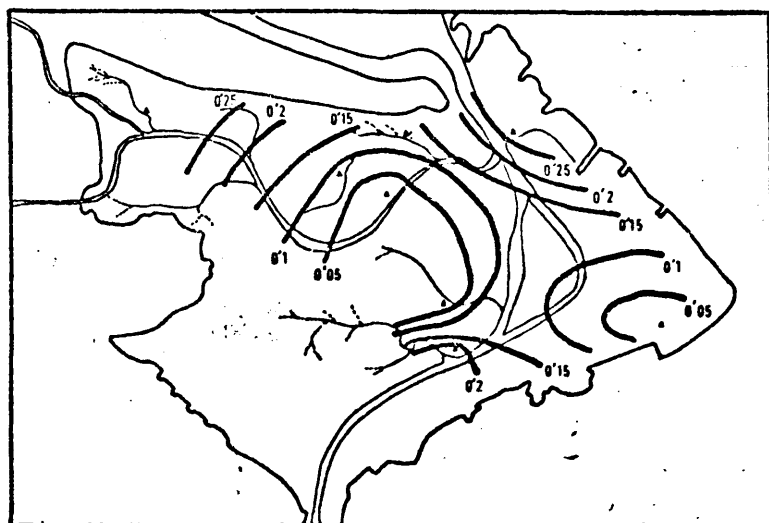


Fig. 93 Abundancia media de *U. pusilla*.

=====

los ejemplares encontrados, y no tener éstos pequeño tamaño; pero es probable que tenga significación reproductora, al igual que otras especies en la playa.

Carcinus maenas

Es otra de las especies importantes en la dinámica de la playa, aunque al migrar los individuos de mayor tamaño hacia las áreas inframareales, no se poseen datos globales de la biología

Su distribución espacial (fig. - 93) muestra tres estaciones con máximos valores, situadas en la proximidad de los ríos, por los que realizarían importantes migraciones hacia áreas infralitorales. No se pueden considerar estas migraciones como necesarias para la reproducción, al no aparecer hembras aovadas entre

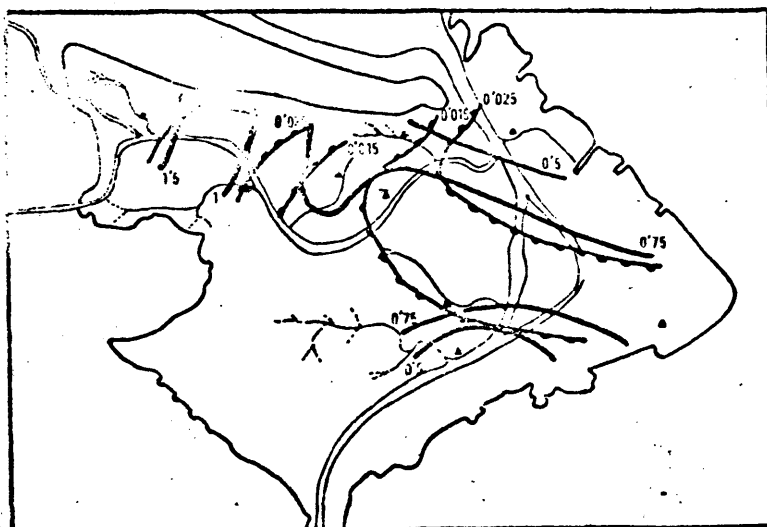
de la especie.

Las épocas en las que se encontraron ejemplares de pequeño tamaño (tabla 30), menos de tres milímetros, están dispersas a lo largo del año, lo que hace suponer que esta especie se reproduce a lo largo de todo el año, aunque ZARIQUIEY ALVAREZ (1968) indique hembras aovadas exclusivamente de Enero a Marzo.

Tabla 30 - Número de individuos y biomasa - mgr. - de *Carcinus maenas* durante el periodo de muestreo. \* indica presencia de ejemplares de reducido tamaño.

n°		bio		n°		bio		n°		bio	
Ene	1	420	Jul	7	11*	Ene	12	917*	Jul	9	65
Feb	4	415	-	-	---	Feb	17	182*	Ago	6	58
Mar	8	214*	Sep	5	161*	Mar	7	74	Sep	3	37
Abr	4	79*	Oct	3	111*	Abr	7	111	Oct	4	97
May	11	273*	Nov	6	252	May	5	241*	Nov	4	53
Jun	4	5*	Dic	6	82*	Jun	6	366	Dic	1	3*

Las distribuciones de la densidad media y de la biomasa media (fig. 94) en



esta especie son o -- puestas, como corresponde a la fijación en niveles de marea altos y una posterior y gradual bajada con la edad hacia las áreas sublitorales, no excluyéndose la entrada de adultos con la marea como demostró WATKIN (1941).

Fig. 94 Abundancia y biomasa medias de *C. maenas*. Misma clave que la figura 75.

Como resumen de este capítulo, hemos de hacer una consideración sobre los trabajos que tratan de las relaciones de las distintas especies con parámetros ambientales, que se han realizado tradicionalmente sobre muestras de diferente origen espacial pero de la misma época del año.

Este método de muestreo permite tener unas ideas muy globales de las interrelaciones, puesto que al no poseer la variación en el tiempo de cada punto, pueden tomarse como características de una zona, valores de un determinado parámetro o una determinada densidad de una especie, cuando se puede comprobar por los resultados de este trabajo, las variaciones pueden llegar a ser muy importantes. La variación de una especie de la macrofauna es interdependiente con la de otras especies y con determinados factores ambientales, además de regida por su propio ciclo vital.

Esto explicaría alguna de las discrepancias entre los resultados de otros autores y los que se obtuvieron en este trabajo, sobre todo en aquellas especies de las que se posee un menor número de referencias o estudios, y que por lo tanto no tienen la posibilidad de la corrección estadística.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha realizado un estudio ecológico de una playa abrigada, tratando de mostrar una imagen lo más amplia posible de los componentes abióticos y bióticos del sistema, procurando establecer relaciones entre los mismos, para tratar de lograr una idea global del funcionamiento de la playa.

Para ello se procedió a la recogida mensual de muestras en ocho estaciones durante dos años - 1973 y 1974 -, tiempo que se consideró suficiente para lograr los objetivos propuestos.

Se dividió el trabajo en capítulos que engloban el análisis de los distintos componentes del sistema - componentes abióticos, sintetizadores, meiofauna, macrofauna y biología de sus especies -, procurando seguir un orden en la complejidad de los resultados, y tratando de establecer relaciones con los resultados de capítulos anteriores.

El conjunto se presenta como un entramado de relaciones entre los resultados parciales, y por tanto es difícil el mostrarlo de manera concisa. Se han expuesto y discutido en el final de cada capítulo los resultados parciales de cada apartado; de todas formas se pueden presentar como conclusiones globales del presente trabajo las siguientes:

1.- Se distinguen en la playa dos zonas claramente diferenciadas, que se relacionan al "schorre" y al "slikke" de MASSART, estudiándose exclusivamente esta última zona.

2.- Como consecuencia de ello, todas las estaciones muestreadas se encuentran sumergidas más del 50 % del tiempo, siendo escasas las diferencias altitudinales entre las estaciones si exceptuamos la E1 y la E7.

3.- Las temperaturas, tanto del airea como del sedimento y del agua, presentan un ciclo anual muy marcado, con máximos veranivos, aunque los dos años estudiados presenten diferencias notables; 1973 tiene un máximo en meseta y 1974 un máximo en pico.

4.- La pluviosidad se presenta muy irregular en el conjunto de los dos años, sin posibilidad de establecer regularidades en un periodo tan corto de tiempo.

5.- La energía incidente presenta una distribución similar a la de las temperaturas, mucho más uniforme en 1973 y con variaciones más bruscas en 1974.

6.- La salinidad presenta ciclos anuales en las ocho estaciones, con mínimos en invierno, excepto en la E8 en que son veraniegos. Los ríos que recorren la playa presentan salinidades que oscilan entre el 1 y el 31 ‰, mientras que en las estaciones oscila entre el 11 y el 34 ‰.

7.- El Oxígeno disuelto varía de forma acusada entre estaciones; desde estaciones que muestran el 0 % de saturación a otras que alcanzan el 90 %, por lo menos en algún mes. No se aprecian ningún tipo de regularidades, pudiendo relacionarse su distribución con la circulación y renovación del agua intersticial. En los ríos oscila desde el 50 % al 150 % de saturación.

8.- El pH sólo pudo ser determinado durante seis meses, resultando básico, con tendencia a elevarse durante el otoño.

9.- El contenido de agua y de materia orgánica del sedimento presenta diferencias notorias entre las distintas estaciones, no apreciándose ciclos en sus abundancias, excepto en la E3 en la que aparecen máximos en primavera y otoño. Así mismo son patentes las diferencias de ambos parámetros entre las dos profundidades analizadas, 0-5 y 5-10 cm.

10.- Se realizaron desde Octubre de 1973 y bimensualmente las granulometrías de dos profundidades - 0-10 y 10-20 cm. - de las ocho estaciones. Los valores medios del grano medio y del coeficiente de selección entre 0-10 cm. oscilaron entre 0.109 y 0.607 u los primeros, y entre 1.405 y 2.484 los segundos; entre 10-20 cm. oscilaron entre 0.125 y 1.168 u la media del grano medio y entre 1.854 y 2.301 la media del coeficiente de selección.

11.- Las diferencias encontradas entre las dos profundidades estudiadas, y la variación en el tiempo de las granulometrías de

las estaciones merece una especial atención, porque presenta una imagen dinámica del sedimento que puede condicionar en cierta manera al resto de los parámetros físico-químicos y por tanto a los componentes bióticos del sistema.

### Sintetizadores

12.- La concentración máxima de pigmentos se encuentra siempre en el primer centímetro del sedimento, siendo inversa a la distribución del índice D/D que tiene en él sus valores más pequeños.

13.- Los valores máximos de clorofila a y carotenoides en la capa superficial se encuentran en Febrero-Marzo y en Octubre-No viembre, estando defasados del ciclo del fitoplancton de la Ría de Vigo, que tiene sus máximos en Mayo-Junio y Septiembre; las diferencias se deberían fundamentalmente al efecto de saturación de la luz.

14.- Las oscilaciones del índice D/D no son dependientes de la abundancia de pigmentos fotosintetizadores, aunque exista una cierta relación entre ambas.

15.- La misma situación ocurre entre el índice D/D y la relación carotenoides/clorofila a.

### Meiofauna

16.- Se modificó el sistema de BOISSEAU (1957) para la extracción de la meiofauna del sedimento, permitiendo el lavado incluso de sedimentos finos, lográndose una extracción siempre superior al 95 % del total de la misma.

17.- El grupo más abundante en sus valores medios es el de los Nematodos, seguido de los Harpacticoides, que superan a los anteriores en alguna estación en ciertos meses, Foraminíferos, Ostrácodos, Acaros y Tardígrados.

18.- Se establece la variación estacional de la meiofauna en cada una de las estaciones, indicándose el grado de abundancia-dominancia de cada grupo y su variación en el tiempo.

19.- Las relaciones de los distintos grupos con los diferentes parámetros ambientales es compleja; los que intervienen fundamentalmente en la distribución espacial media de los grupos son la granulometría, el Oxígeno disuelto y la materia orgánica particulada del sedimento.

20.- Los parámetros ambientales que intervienen principalmente en la distribución temporal general de los distintos grupos son muy diversos para cada uno de ellos, no pudiendo concretarse ningún tipo de tendencia general.

21.- Se procedió al cálculo de la regresión múltiple entre la abundancia de cada uno de los grupos de la meiofauna y los distintos parámetros ambientales. Esta metodología no había sido aplicada anteriormente, puesto que un intento anterior se refería sólo a muestras en el espacio, sin tener en cuenta las variaciones temporales ni a los diferentes grupos que componen la meiofauna.

22.- Los resultados obtenidos permiten un cierto nivel de predicción; las correlaciones entre los datos empíricos y los teóricos son en todos los casos altamente significativos, excepto en los Acaros que sólo es significativo.

23.- Las respuestas de los grupos de Artrópodos a los factores ambientales son similares en todos y contrapuestas a las de los Nematodos. Los Foraminíferos y los Tardígrados poseen unas respuestas alejadas de los dos patrones anteriores.

### Macrofauna

24.- El método de recogida de la macrofauna empleado fué el de la extracción total de la misma, considerando como tal a todo ejemplar que fuese retenido con una malla de 1 mm. de lado; esta metodología favorece la obtención de una visión general de la macrofauna.

25.- El área muestreada fué escogida siguiendo el criterio de área mínima estructural, es decir, aquella en la que se estabiliza la diversidad al aumentar la superficie explorada. Se prefirió al área mínima específica por darnos esta unos valores -

poco convincentes para el análisis de la estructura del sistema. El área utilizada fué de 1225 cm<sup>2</sup>.

26.- Los valores de abundancia se expresaron como densidad - número de individuos/superficie muestreada - y como biomasa -- peso de la materia orgánica sin cenizas/ superficie muestreada - ; los resultados indican que es el segundo cociente el que permite obtener unos valores más convincentes.

27.- Fueron encontradas 64 especies pertenecientes a 8 filum diferentes, lo que constituye un número reducido de las mismas; esta "pobreza" en especies se explicaría por lo reducido de la -- superficie de la playa y la relativa uniformidad encontrada en la misma.

28.- Las especies presentan en cada una de las estaciones -- unas abundancias medias que se distribuyen logarítmicamente, re -- produciendo tipos de distribución encontrados en todos los ecosis -- temas naturales.

29.- El número de individuos es muy variable en casi todas -- las estaciones, sin presentar ninguna ritmicidad en su distribu -- ción, dependiendo de la abundancia de unas pocas especies muy -- bien representadas, encontrándose los valores más altos en zonas con elevada proporción de arenas finas.

30.- El número de especies en cada una de las estaciones es -- siempre reducido, y sólo en la estación más baja se alcanzan en -- algún mes las 20 especies; las oscilaciones son muy poco importan -- tes y no muestran ningún tipo de ritmicidad.

31.- La biomasa de cada estación muestra una tendencia a -- presentar ciclos más o menos definidos, variables según las dife -- rentes faunas encontradas, pero que se pueden centrar entre año y medio y dos años. Las diferencias de la biomasa media entre es -- taciones es muy importante.

32.- La diversidad, que se utiliza como un parámetro estruc -- tural, fué calculada para el número de individuos y para la bio -- masa en cada estación. En el primer caso presenta oscilaciones que se relacionan muy directamente con las variaciones del número

del número de individuos. La diversidad calculada para la biomasa por especie presenta oscilaciones independientes de las variaciones del número de individuos y de especies; tampoco muestra relación con las variaciones de la biomasa, y sólo en casos de extracción comercial muy acusada de una especie, se llega a alterar la diversidad "normal" de las estaciones.

33.- Las distribuciones de las medias de las diversidades - número y biomasa - son claramente diferentes. Las diferencias entre las estaciones, que en el caso de  $H_n$  parecen excesivas para las diferencias ambientales encontradas, en el caso de  $H_b$  muestra una gradación menos brusca, lo que permitiría explicar razonablemente la variación entre las distintas estaciones.

34.- Para conocer el grado de complejidad en sistemas de distinto nivel de organización - diversidad - se calculó el índice de heterogeneidad, MARGALEF (1956), empleándose muestras contiguas; este índice se basa en el aumento de información que se produce al reunir dos muestras.

Las áreas de baja diversidad tienen una tendencia a presentar una menor heterogeneidad entre muestras, ofreciendo un aspecto poco dividido, con manchas sin heterogeneidad aparente. En áreas de mayor diversidad el aspecto es más cerrado, con manchas más evidentes

35.- Las especies se distribuyen en el espacio mostrando "agregación", más o menos acentuada. La agregación es mayor si consideramos la biomasa, que si consideramos el número de ejemplares de cada especie. La agregación aumenta en general en las áreas de diversidad más alta. El grado de agregación puede depender de la abundancia de cada especie.

36.- El número total de individuos de submuestras contiguas, se distribuye más al azar en áreas de mayor diversidad. Este tipo de relación se invierte si se considera la biomasa total de cada submuestra.

37.- El grado de heterogeneidad o similitud entre las distintas estaciones de la playa presenta variaciones importantes a lo largo del año. Se puede hablar de interrelación entre la to-

talidad de la fauna de la playa. Como consecuencia de dichas interrelaciones se produciría un efecto de "homeostasis" que actuaría de estabilizador en situaciones de "stress", y contribuiría a mantener el nivel de organización de cada una de las áreas de la playa.

38.- Las abundancias medias de las especies de la macrofauna de cada estación se distribuyen según una curva lognormal, lo que confirma la idea de distribución por agregados y de interrelación entre las especies o sustitución de las mismas en el tiempo en la macrofauna béntica, ya anotadas por otros autores.

39.- El factor que afecta al grado de organización de la macrofauna de forma más importante es el porcentaje de materia orgánica particulada del sedimento; el efecto de la emersión - nivel de marea - queda enmascarado, en parte debido al efecto estabilizador del sedimento.

40.- Se realiza una estimación comparativa de los valores del índice P/B y de la producción para el total de la macrofauna en las ocho estaciones. Se discuten los procedimientos de obtención de los mismos en sistemas que comprenden a diferentes niveles tróficos, y se comparan los resultados obtenidos con los de otros autores, encontrándose en nuestro caso valores inferiores, lo que puede suponer una estimación inferior a la real.

41.- No se encuentra relación entre el nivel de organización de las estaciones y la producción estimada de las mismas.

42.- Los resultados de los análisis sobre factores que afectarían a la producción de la macrofauna indican que intervienen como factores principales el pH y el contenido en agua del sedimento; no se encuentra una explicación razonable a estas relaciones, que no parecen muy asimilables; podrían deberse a un artificio del cálculo.

43.- Se discute la composición de la macrofauna atendiendo a los niveles tróficos que ocupa cada especie y al papel que representa en relación con áreas vecinas.

La biomasa principal esta sostenida por consumidores -

primarios y detritófagos, que aprovechan los importantes recursos de materia orgánica viva o particulada que se encuentran en la playa, o constituyen un aporte de los ríos.

44.- Comparamos los resultados obtenidos con las teorías actualmente en curso sobre descripción y definición de comunidades. Consideramos que las comunidades se distribuyen en un "continuum" de nivel de organización, siendo la imagen microscópica que se obtiene a priori del sistema una distribución en facetas.

45.- Discutimos las teorías sobre estabilidad de ecosistemas con los resultados obtenidos. Encontramos una relación inversa entre la variación en el tiempo del nivel de organización y el valor medio del mismo; lo interpretamos como un aumento de las posibilidades de interrelación resultado del aumento en el nivel de organización, al aumentar la agregación y la perceptibilidad de la distribución en facetas en que se distribuye la macrofauna.

46.- Estudiamos la biología de las especies que más importancia han tenido a lo largo del periodo de muestreo. Se comparan los resultados obtenidos con los de otros autores tanto con respecto a épocas de reproducción y al crecimiento, como con respecto a factores que afectan a la distribución de cada una de ellas.

47.- Analizamos especialmente la biología de *Cerastoderma edule*, encontrándose una competencia adulto-larva en la fijación de estas últimas, así como una migración de las larvas recién fijadas - 3 a 5 mm. - hacia las zonas submareales. Estas relaciones provocarían en dicha especie un ciclo bianual de abundancia que, debido a la importancia de dicha especie en la playa, podría explicar los ciclos de biomasa encontrados en la misma.

B I B L I O G R A F I A

\* AITCHISON, J. & J.A.C. BROWN

1957. The lognormal distribution with special reference to its uses in economics. Univ. Cambridge Press. 176 pp.

AMANIEU, M.

1969. Recherches écologiques sur les faunes des plages abritées de la région d'Arcachon. Helg. wiss Meeresunters. 19, p. 455-557.

AMOUREUX, L.

1960. Étude du pH, de l'oxygénation et de la chlorinité dans le ruisseau de l'Aber de Roscoff, en liaison avec le peuplement par divers Polychètes. C.R. Acad. Sci. Paris. 250, p. 208-210.

1966. Etude bionomique et écologique de quelques Annélides Polychètes des sables intertidaux des côtes Ouest de la France. Arch. Zool. Exp. Gen. 107, p. 1-217.

ANADON, E.; F. SAIZ & M. LOPEZ

1961. Estudio hidrográfico de la ría de Vigo. III. Inv. Pesq. 20, p. 83-130.

ANADON, R. & X. NIELL

(en pren.) Seasonal data on morphology and ecology of a merismopodia-like marine algae and taxonomical implications of the observed changes.

AXELSSON, B. y otros

1975. Confidence intervals of some animal populations with non-normal distributions. Zoon. 3, p. 115-119.

BAGGERMAN, B.

1953. Spatfall and transport of *Cardium edule* L. Arch. Néerl. Zool. 10(3), p. 315-342.

BELLAN, G.

1964. Contribution a l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Méditerranée. Rec. Trav. St. Mar. Endoume. 49(33), p. 1-371.

\* BLISS, C.I. & R.A. FISHER

1953. Fitting the negative-binomial distribution to biological data. Biometrics. 9(2), p. 176-196.

BOESCH, D.F.

1973. Classification and community structure of macrobenthos in the Hampton Roads area, Virginia. Mar. Biol. 21, p. 226-244.

\* BOISSEAU, J.P.

1957. Technique pour l'étude quantitative de la faune interstitielle des sables. C.R. Cong. Soc. Sav., Bordeaux. 1957, p. 117-119.

BOUDURESQUE, C-F.

1970. Recherches sur les concepts de biocoenose et du continuum au niveau de peuplements benthiques sciaphiles. Vie Milieu. 21(1-B), p. 103-136.

1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). Tethys. 3(1), p. 79-104.

BOUGIS, P.

1950. Méthode pour l'étude quantitative de la microfaune des fonds marins (Méiobenthos). Vie Milieu. 1, p. 23-38.

BRAFIELD, A.D.

1964. The oxygen content of interstitial water in sandy shores. J. Anim. Ecol. 33, p. 97-116.

1965. Quelques facteurs affectant la teneur en oxygène des eaux interstitielles littorales. Vie Milieu. 16(2-B), p. 889-897.

BRAY, J. & J.T. CURTIS

1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27(4), p. 325-349.

BRONGERSMA, L.D. & A.J. PANNOECK

1966. Investigations in and around the Ria de Arosa, north-west Spain, 1962-1964. Leidse geol. Med. 37(1-5) 15 p.

BUCHANAN, J.B. & R.M. WARWICK

1974. An estimate of benthic macrofaunal production in the offshore mud of the Northumberland coast. J. mar. biol. Ass. U.K. 54, p. 1-12.

biol. Ass. U.K. 54, p. 197-222.

BUNT, J.S.; C.C. LEE & E. LEE  
 1972. Primary productivity and related data from tropical and subtropical marine sediments. Mar. Biol. 16(1), p. 28-37.

BURKE, M.V. & K.H. MANN  
 1974. Productivity and production: biomass ratios of bivalve and gastropod populations in an eastern Canadian estuary. J. Fish. Res. Board, Canada. 31(2), p. 167-177.

CADEE, G.C.  
 1968. Molluscan biocoenoses and tanatocoenoses in the Ria de Arosa, Galicia, Spain. Zool. Verhan. 95, 121 pp.

\* CAIN, S.A.  
 1938. The species area curve. Amer. Midl. Natur. 19, p. 573-571.

\* CAIN, S.A. & G.M. CASTRO  
 1959. Manual of vegetation analysis. Harper, New-York. 325 pp.

CALLAME, B.  
 1961. Contribution a l'étude du milieu meuble intertidal (Cotes charentaises). Centre Rech. Et. Océan. 6, p. 1-118.

CASSIE, R.M.  
 1972. Fauna and sediment of an intertidal mud-flat: an alternative multivariate analysis. J. exp. mar. Biol. Ecol. 9, p. 55-64.

CAZAUX, C.  
 1966. Evolution d'une population d'*Arenicola marina* (L.) a Arcachon. Cycle annuel - Période de reproduction. Act. Soc. Linn. Bordeaux. 103(15-A), p. 3-18.

CHAPMAN, G. & G.E. NEWELL  
 1947. The role of the body fluid in relation to movement in soft-bodied invertebrates. I. The burrowing of *Arenicola*. Proc. R. Soc. London. 134(B), p. 431-455.  
 1949. The distribution of lugworms (*Arenicola marina* L.) o-

ver the flats at Whitstable. J. mar. biol. Ass. U.K.  
17, p. 627-634.

CHARDY, P.

1970. Ecologie des Crustacés Péracarides des fonds rocheux de Banyuls-sur-Mer. Amphipodes, Isopodes, Tanaidacés, Cumacés, infra et circa littoraux. Vie milieu. 21(3-B), p. 657-728.

CHASSE, C.J-M.

1972. Economie sédimentaire et biologique (Production) des estrans meubles des côtes de Bretagne. Th. Doct. Etat Sci. Nat. Paris VI. 293 pp.

CHEVREUX, E. & L. FAGE

1925. Amphipodes. Faune de France 9

CIESMM

1968. Colloque sur l'unification des méthodes d'analyse des eaux saumâtres méditerranéennes. (Messine, 13-15 avril 1966). Pub. CIESMM, Monaco. 19 pp.

COLOCOLOFF, M. & C. COLOCOLOFF

1973. Premières données sur la production primaire des sables en Méditerranée. Rapp. CIESMM. 22(4), p. 61-63.

COULL, B.C.

1968. Shallow water meiobenthos of the Bermuda platform. Ph. D. dissertation, Lehigh Univ.

DAVIES, J.M.

1975. Energy flow through the benthos in a Scottish Sae loch. Mar. Biol. 31, p. 353-362.

DINET, A.

1973. Distribution quantitative du meiobenthos profond dans la région de la dorsal de Walvis (Sud-Ouest Africain). Mar. Biol. 20, p. 20-26.

DINET, A.; L. LAUBIER; J. SOYER & P. VITIELLO

1973. Résultats biologiques de la campagne Polymède. II. Le meiobenthos abyssal. Rap. CIESMM. 21(9), p. 701-704.

DURAN, M.; F. SAIZ; M. LOPEZ & R. MARGALEF

1956. El fitoplancton de la ría de Vigo de abril de 1954 a

junio de 1955. Inv. Pesq. 4, p. 67-98.

EMIG, C.C.

1971. Taxonomiè et systématique des Phoronidiens. Bull. Mus. nat. Hist. Nat. ser. 3, n. 8, Zool. 8, p. 473-568.

FAGE, L.

1951. Cumacés. Faune de France 54

FANNING, K.A. & M.E.Q. PILSON

1973. Interstitial silica and pH in marine sediments: some effects of sampling procedures. Science. 173, p. 1228-1231.

FAUVEL, P.

1923. Polychetes Errantes. Faune de France 5

1927. Polychetes Sédentaires. Faune de France 16

FENCHEL, T.

1969. The ecology of marine microbenthos. IV. Structure and function of the benthic ecosystems, its chemical and fisical factors and the microfauna communities with special reference to the ciliated protozoa. Ophelia. 6, p. 1-188.

FENCHEL, T.; L.H. KOFOED & A. LAPPALAINEN

1975. Particle size-selection of two deposit feeders: the amphipod *Corophium volutator* and the prosobranch *Hydrobia ulvae*. Mar. Biol. 30, p. 119-128.

FIGUERAS, A.

1956. Moluscos de las playas de la ría de Vigo. I. Ecología y distribución. Inv. Pesq. 5, p. 51-88.

1957. Moluscos de las playas de la ría de Vigo. II. Crecimiento y reproducción. Inv. Pesq. 7, p. 49-87.

1960. Ecología de moluscos y producción de la playa de Areiño. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. 58, p. 259-274.

1967. Edad y crecimiento de *Cardium edule* de la ría de Vigo. Inv. Pesq. 31(2), p. 315-342.

FISHER, R.A.; A.S. CORBETT & C.B. WILLIAMS

1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. J. Anim. Ecol. 12, p. 42-58.

- FRAGA, F.  
1976. Fotosíntesis en la ría de Vigo. Inv. Pesq. 40(1), p. 151-168.
- FRASER, J.H.  
1932. Observations on the fauna and constituents of an estuarine mud in a polluted area. J. mar. biol. Ass. U.K. 18(1), p. 69-86.
- GAGE, J. & A.D. GEEKIE  
1973. Community structure of the benthos in Scottish Sea-lochs. II. Spatial pattern. Mar. Biol. 19, p. 41-53.
- GAGE, J. & P.B. TETT  
1973. The use of log-normal statistics to describe the benthos of loch Etive and Creran. J. Anim. Ecol. 42, p. 373-382.
- GARGAS, E.  
1970. Measurements of primary production, dark fixation and vertical distribution of the microbenthic algae in the Øresund. Oikos. 8, p. 231-253.
- GHELARDI, R.J.  
1960. "Species" structure of the animal community that lives in *Macrocystis pirifera* holdfasts. Nova Hedwigia. 32 p. 381-420.
- \* GIBBS, P.E.  
1969. A quantitative study of the Polychaete fauna of certain fine deposits in Plymouth Sound. J. mar. biol. Ass. U.K. 49, p. 311-326.
- GLEASON, H.A.  
1926. The individualistic concept of the plant association. Bull. Torrey bot. Club. 53, p. 7-36
- GOMEZ, M.  
1967. Sobre la agregación en peces pelagicos. Inv. Pesq. 31(1), p. 125-135.
- GRØNTVED, J.  
1960. On the productivity of microbenthos and phytoplankton in some Danish Fjords. Meddr. Danm. Fisk og Havunders (Ny ser.). 3, p. 55-92.

- \* 1962. Preliminary report on the productivity of microben -  
thos and phytoplankton in the Danish Wadden Sea.  
Meddr. Danm. Fisk. og Havunders (Ny ser.).3(12),  
p. 347-378.
- HALLFORDS, G.; P. KANGAS & A. LAPPALAINEN  
1975. Littoral benthos of the northern Baltic Sea. III. Ma-  
crobenthos of the hydrolittoral belt of filamentous  
algae on rocky shores in Tvarmine. Int. Rev. Gesamten.  
Hydrobiol. 60(3), p. 313-333.
- HANCOCK, D.A.  
1973. The relation between stock and recruitment in exploi-  
ted invertebrates. Rapp. P-V. CIEM. 164, p. 113-131.
- HARRIS, R.P.  
1972. Horizontal and vertical distribution of the intersti-  
cial harpacticoid copepods of a sandy beach. J. mar.  
biol. Ass. U.K. 52, p. 375-387.
- \* HARTMAN, O.  
1968-9. Atlas of the errantiate and sedentariate Polychaetous  
Annelids from California. Allan Hancock Foundation.  
Los Angeles, California.
- HEDGPETH, J.W.  
1957. Sandy beaches. Mem. Geol. Soc. America. 67(1), p. 587-  
-608.
- HERRERA, J. & R. MARGALEF  
1961. Hidrografía y fitoplancton de las costas de Castellon,  
desde Julio de 1958 a Junio de 1959. Inv. Pesq. 2,  
p. 17-64.
- HOLME, N.A.  
1949. The fauna of sand and mud banks near the mouth of the  
Exe estuary. J. mar. biol. Ass. U.K. 28, p. 189-237.
- HOPPER, B.E. & S.P. MEYERS  
1967. Population studies on benthic Nematodes within a sub-  
tropical seagrass community. Mar. Biol. 1(2), p. 85-  
-96.
- HUGHES, R.N.  
1970. Population dynamics of the bivalve *Scrobicularia pla-*

na (da Costa) on an intertidal mud-flat in North-Wales. J. Anim. Ecol. 39, p. 357-381.

HULINGS, N.C. & J.S. GRAY

1971. A manual for the study of meiofauna. Smithsonian Contr. to Zool. 78, p. 1-84.

1976. Physical factors controlling abundance of meiofauna on tidal and atidal beaches. Mar. Biol. 34, p. 77-83.

HYLLEBERG, J.

1975. The effect of salinity and temperature on egestion in mud snails (Gastropoda: Hydrobiidae): A study of niche overlap. Oecologia (Berl.). 21(4), p. 279-289.

IBAÑEZ, M.

1973. Contribución al estudio ecológico de los Anelidos Poliquetos de la Península Ibérica. Tesis Univ. Complutense, Madrid. 125 pp.

\* JACOBSEN, J.P.; R.J. ROBINSON & T.G. THOMPSON

1950. A review of the determination of dissolved oxygen in sea water by the Winkler method. Publ. sci. Ass. Ocean. Phys. 11, 22 pp.

JANSSON, B.O.

1967. The significance of grain size and pore water content for the interstitial fauna of sandy beaches. Oikos. 18, p. 311-322.

JEFFREY, J.W. & G.F. HUMPHREY

1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c<sub>1</sub> and c<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanzen. 167, p. 191-194.

JOHNSON, R.G.

1974. Particulate matter at the sediment-water interface in coastal environments. J. Mar. Res. 32(2), p. 313-330.

KOSLER, A.

1968. Distributional patterns of the eulittoral fauna near the isle of Hiddensee (Baltic Sea, Rugia). Mar. Biol. 1, p. 266-268.

\* KNUDSEN, M.

1902. Berichte uber die Konstanten Sestinnungen zur Aufstellung der Hydrographische tabellen. K. danske. V. dansk Selsk, Math. 6, Rackke 12.
- LAMOTTE, M.; D. GUILLON; Y. GUILLON & G. RICOU  
1969. L'échantillonnage quantitatif des peuplements d'invertébrés en milieux hervacés. En: Problemes d'Ecologie. Masson & Cie, Paris. p. 7-54.
- LAPPALAINEN, A & P. KANGAS  
1975. Species diversity and macrofauna in a *Zostera marina* in Tvarminne, S. Finland. Meerentutkimuslait. Julk./Havsforskningsinst Sk. 239, p. 316-324.
- LEWIS, J.R.  
1964. The ecology of rocky shores. The English Univ. Press, London.
- LIE, U.  
1968. A quantitative study of benthic infauna in Puget Sound. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders. 14(5), p. 229-556.  
1969. The logarithmic series and the lognormal distribution applied to benthic infauna from Puget Sound, Washington, USA. Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders. 15, p. 234-245.
- MACHAN, R. & J. OTT  
1972. Problems and methods of continuous in situ measurements of redox potentials in marine sediments. Limnol. Oceanogr. 17(4), p. 622-626.
- MARE, M.F.  
1942. A study of a marine benthic community with special reference to the microorganism. J. mar. biol. Ass. U.K. 25, p. 517-554.
- MARGALEF, R.  
1956. Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. Inv. Pesq. 3, p. 99-106  
1957. La teoría de la información en ecología. Mem. R. Acad. Cienc. y Artes, Barcelona. 32(13), p. 373-449  
1958. La sedimentación orgánica y la vida en los fondos fangosos de la ría de Vigo. Inv. Pesq. 11, p. 67-100.

1960. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propriétés dynamiques des populations. Rapp. P-V. CIESMM. 15, p. 277-281.
1967. El Ecosistema. La vida suspendida de las aguas. En: Ecología marina, Fundación La Salle, Caracas. p. 377-453, 493-562.
1968. Perspectives in Ecological theory. Univ. Chicago Press, Chicago - London. 111 pp.
1973. Some critical remarks in the usual approaches to ecological modelling. Inv. Pesq. 37(3), p. 621-640.
1974. Ecología. Ed. Omega, Barcelona. 951 pp.

MARGALEF, R. & J. CASTELLVI

1967. Fitoplancton y producción primaria de la costa catalana, de Julio de 1966 a Julio de 1967. Inv. Pesq. 31(3), p. 491-507.

MARGALEF, R. ; M. DURAN & F. SAIZ

1955. El fitoplancton de la ría de Vigo de Enero de 1953 a Marzo de 1954. Inv. Pesq. 2, p. 85-129.

\* MASSART, J.

- 1907-8. Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Recl. Inst. bot. Léo - Errera. 7(1-2), p. 167-584, 1-121.

McINTYRE, A.D.

1964. Meiobenthos of sublittoral muds. J. mar. biol. Ass. U.K. 44, p. 665-674.
1971. Observations on the status of subtidal meiofauna research. Smithsonian Contr. to Zool. 76, p. 149-154.

McINTYRE, A.D.; A.L.S. MUNRO & J.H. STEELE

1970. Energy flow in a sand ecosystem. In: Marine food chains. J.H. Steele Ed. Oliver & Boyd, Edimburgh. p. 19-31.

McINTYRE, A.D. & D.J. MURISON

1973. The meiofauna of a flat fish nursery ground. J. mar. biol. Ass. U.K. 53, p. 93-118.

McNAUGHTON, S.J. & L. WOLF

1973. General Ecology. Holt, Rinehart & Winston, New York.  
710 pp.

\* MENZIES , R.J. & T.M. WIDRIG

1955. Aggregation by the marine wood-boring isopod *Limnoria*.  
Oikos. 6(2), p. 149-152.

MOORE, H.B.

1931. The muds of the Clyde Sea area. III. Chemical and physical conditions, rate and nature of sedimentation and fauna. J. mar. biol. Ass. U.K. 17, p. 325-358.

MOSBY, A.

1936. Verdunstung und Strahlung auf dem Meere. Ann. Hydrog. und Mar. Meteor. 34. p. 281-286.

\* MOUL, E.T. & D. MASON

1957. Study of diatom populations on sand and mud flats in the Woods Hole area. Biol. Bull. 113. p. 351.

MUKAI, H.

1974. Ecological studies on distribution and production of some benthic animals in the coastal waters of central inland sea of Japan. J. Sci. Hiroshima Univ. ser. B, div. 1, 25, p. 1-82.

NAYLOR, E.

1972. British marine Isopods. Synopses of the British Fauna 3. Acad. Press, London - New York. 86 pp.

NEWELL, G.E.

1948. A contribution to our knowledge of the life history of *Arenicola marina* L. J. mar. biol. Ass. U.K. 17, p. 554-580.

NIELL, X.

1974. Les applications de l'indice de Shannon á l'étude de la vegetation intertidale. Bull. Soc. Phycol. France. 19, p. 238-254.

(en pren.) Estudios sobre la estructura, dinámica y producción del fitobentos intermareal (facies rocosa). Tesis Univ. Barcelona, Marzo 1976.

NORDSIEK, F.

1969. Die Europäischen Meeresmuscheln (Bivalvia) vom Eis -

- meer bis Kapverden, Mittelmeer und Schwarzes Meer.  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 256 pp.
1972. Die Europäischen Meeres-Gehäuseschnecken (Prosobranchia) vom Eismeer bis Kapverden und Mittelmeer. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 273 pp.
- NOUVEL, H.  
1950. Mysidacées. Fichas Identificación del Zooplancton. CIEM. 19 a 27.
- ODUM, E.P.  
1958. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunder Comp., London-Philadelphia. 546 pp.
- PARSONS, T.R. & J.D.H. STRICKLAND  
1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. J. Mar. Res. 21, p. 155-163.
- PENNAK, R.W.  
1942. Ecology of some copepods inhabiting intertidal beaches near Woods Hole, Massachusetts. Ecology. 23, p. 446-456
- PERES, J.M.  
1967. Les biocoenoses benthiques dans le systeme phytal. Rec. Trav. St. Mar. End. 4(58), p. 1-113.
- PERES, J.M. & J. PICARD  
1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Rec Trav. St. Mar. End. 47(31), p. 5-137.
- PETERSEN, C.G.J.  
1911. Animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. R. Danish Biol. Stn. 20, p. 1-76.  
1913. Valuation of the Sea. II. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. R. Danish Biol. Stn. 21, 44 pp. Appendix 68 pp.
- PETZALL, W.  
1967. Sedimentación marina. En: Ecología marina. Fundación

La Salle, Caracas. p. 35-66.

POLLOCK, L.W.

1971. Ecology of intertidal meiobenthos. Smithsonian Contr. to Zool. 76, p. 9-15.

\* PRENANT, M.

1960. Etudes écologiques sur les sables intercotidaux. I. Questions de méthode granulométrique. Application a trois anses de la Baie de Quiberon. Cah. Biol. Mar. 1, p. 295-340.

PRESTON, F.W.

1948. The commonness and rarity of species. Ecology. 29, p. 254-283.

RENAUD-MORNANT, J.

1966. Problèmes d'échantillonnage de la microfaune des sédiments meubles marins: Méthodes et résultats. La Terre et la Vie. 2, p. 177-201.

REYS, J-P.

1971-2. Analyses statistiques de la microdistribution des espèces benthiques de la région de Marseille. Tethys. 3(2), p. 381-403.

1973. Les peuplements benthiques (zoobenthos) de la région Marseillaise: un essai d'analyse multivariée. Tethys. 5(1), p. 173-199.

RIOJA, E.

1931. Estudio de los Poliquetos de la Península Ibérica. Mem. Acad. Cienc. Ex. Fis. Nat. ser Zool. 2, p. 1-471.

RODRIGUEZ, G.

1967. Las comunidades bentónicas. En: Ecología marina. Fundación La Salle, Caracas. p. 563-600.

RULLIER, F.

1959. Etude bionomique de l'Aber de Roscoff. Trav. St. Biol. Roscoff. 10, p. 1-350.

SAIZ, F.; M. LOPEZ & E. ANADON

1957. Estudio hidrográfico de la ría de Vigo. I. Inv. Pesq. 8, p. 29-87.

1961. Estudio hidrográfico de la ría de Vigo. II. Inv. Pesq.

18, p. 97-133.

SANDERS, H.L.

1956. Oceanography of Long Island Sound, 1952-54. X. The biology of marine bottom communities. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. 15, p. 345-414.

SCHEIBEL, W. & W. NOODT

1975. Population densities and characteristics of meiobenthos in different substrates in the Kiel Bâÿ. Merentutkimuslait. Julk./ Havsforskningsinst. 239, p. 173-178.

SCOR-UNESCO. Report of Working Group 17

1966. Determination of photosynthetic pigments. In: Determination of photosynthetic pigments in seawater. Monographs on Oceanographic Methodology 1. Unesco, Paris.

\* SHANNON, C.E.

1948. A mathematical theory of communication. Bel. Syst. Tech. J. 27, p. 379-423, 623-656.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER

1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 pp.

SMIDT, E.L.B.

1951. Animal production in the Danish Waddensea. Meddelelser Komm. Danmarks Fiskeri Havundersøgelser. ser Fisk. 11(6), p. 1-151.

SMITH, K.L.

1973. Respiration of a sublittoral community. Ecology. 54(1), p. 1065-1075.

SOYER, J.

1971. Bionomie benthique du plateau continental de la cote catalane francaise. V. Densités et biomasses du meiobenthos. Vie Milieu. 22(2-B), p. 251-291.

SPOONER, G.M. & P.D. MOORE

1939. The ecology of the Tamar estuary. IV. An account of the macrofauna of the intertidal muds. J. mar. biol. Ass. U.K. 24, p. 283-330.

- STEELE, J.H. & I.E. BAIRD  
1968. Production ecology of a sandy beach. Limnol. Oceanogr. 13(1), p. 14-35.
- STEPHENSON, W.  
1974. The validity of the community concept in marine biology. Proc. R. Soc. Qd. 84(7), p. 73-86.
- TALLING, J.F. \* D. DRIVER  
1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. Proc. Conf. Primary Productivity Measurement, Marine and Freshwater. Hawaii 1961. p. 142-146.
- \* TANAKA, M. & T. KIKUCHI  
1970. Productivity in the benthic animals in bays. In: Studies on the dynamics of the production in inland sea area. Rep. JIBP-PM, 1969. p. 97-108.
- THEEDE, H.  
1973. Comparative studies on the influence of oxygen deficiency and hydrogen sulphide on marine bottom invertebrates. Neth. J. Sea Res. 7, p. 244-252.
- THIEL, H.  
1966. Quantitative Untersuchungen über die Meiofauna des Tiefseebodens. Veroff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. 2, p. 131,148.
- THORSON, G.  
1957. Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). Mem. Geol. Soc. America. 67(1), p. 461-534.
- TIETJEN, J.H.  
1969. The ecology of shallow water meiofauna in two New England estuaries. Oecologia. 2, p. 251-291.
- \* TRASK, P.D.  
1950. Applied sedimentation. John Wiley & Sons Inc., New York. 707 pp.
- URSIN, E.  
1960. A quantitative investigation of the echinoderm fauna of the central North Sea. Medd. Danm. Fisk. Havunders. N.S. 2(24), p. 1-204.

VERWEY, J.

1952. On the ecology and distribution of cogle and mussel in the Dutch Waddensea, Their role in sedimentation and the source of their food supply. Arch. néerl. Zool. 10, p. 171-239.

VIEITEZ, J.M.

1976. Ecología de Poliquetos y Moluscos de la playa de Meira (ría de Vigo). I. Estudio de las comunidades. Inv. Pesq. 40(1), p. 223-248.

VILELA, H.

1947. Contribucao para o estudo das comunidades animais dos parciais da ria de Faro. Arch. Mus. Bocage. 18, p. 97-139

WARWICK, R.M. & R. PRICE

1975. Macrofauna production in an estuarine mud-flat. J. mar. biol. Ass. U.K. 55, p. 1-18.

WATKIN, E.E.

1941. Observations on the night tidal migrant Crustacea of Kames Bay. J. mar. biol. Ass. U.K. 25, p. 81-96.

WIESER, W.

1959. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. Limnol. Oceanogr. 4, p. 181-193.
- \* 1960. Benthic studies in Buzzards Bay. II. The meiofauna. Limnol. Oceanogr. 5, p. 121-137.

WILHM, J.L.

1968. Use of biomass units in Shannon's formula. Ecology. 49(1), p. 153-156.

WILLIAMS, C.B.

1964. Patterns in the balance of the nature and related problems in quantitative ecology. Acad. Press, London-New York. 324 pp.

WITTAKER, R.H.

1962. Classification of natural communities. Bot. Rev. 28, p. 1-239.
1967. Gradient analysis of vegetation. Bot. Rev. 49, p. 207-

-264.

ZARIGUIEY ALVAREZ, R.

1968. Decapodos Ibéricos. Inv. Pesq. 32, p. 1-510.

Se han señalado con un asterisco los trabajos que no se han consultado directamente, sino que se conocen por resúmenes y referencias.