

MUNIBE (Ciencias Naturales - Natur Zientziak)	Nº 47	71-84	SAN SEBASTIAN	1995	ISSN 0214-7688
---	-------	-------	---------------	------	----------------

# Meiofauna bentikoaren ugaritasuna, konposizioa eta banaketa Mundakako Itsasadarreko marearteko sedimentuetan zenbait faktore biotiko eta abiotikoekin erlazionatuta

Abundance, composition and distribution of benthic meiofauna in the tidal flats of the estuary of Mundaka related to some biotic and abiotic factors

**HITZ-GAKOAK:** Meiofauna, marearteko sedimentuak, itsasadarrek.

**KEY WORDS:** Meiofauna, tidal flats, estuary.

**Leire BARRUETABEÑA \***  
**Fernando VILLATE \***

## LABURPENA

Ikerketa honen helburua Mundakako itsasadarreko marearteko sedimentuetako meiobentos-komunitatearen deskribapena burutzea da, honen banaketa eta konposizioan eragiten duten faktoreak determinatuz. Honetarako negu-udaberri-uda trantsizioan zazpi estazioetan lagindu zen, meiobentosaren gainean eragin zezaketen aldagai biotiko eta abiotikoak ere neurtu zirelarik. Lortutako emaitzen arabera, Mundakako itsasadarreko populazio meiobentikoaren tamaina altua da beste ikerketekin konparatuta, eta bere konposaketan eragiten duten aldagai erabakikorrena gazitasuna dela ikusi da, honen ondoren granulometriaren eragina ere kontutan hartu beharrekoa delarik. Meiofaunaren populazio tamainaren aldaketa tenporalek ez datoz bat estazioen artean ezta populazio desberdinen artean ere, joera urtarotar zehatzik aurkeztu ez dutelarik.

## SUMMARY

The aim of this study is to describe the meiobenthic community in the intertidal sediments of the estuary of Mundaka, and determine which factors have a major effect on its composition and distribution. Samples were taken throughout the winter-spring-summer period at seven sampling sites, where data on influencing biotic and abiotic variables were also recorded. Results show that the density of meiobenthic population in the estuary of Mundaka is high in relation with other reports. The composition was found to be mainly related to salinity, and secondarily to the sediment granulometry. Temporal variations in abundance differed among sites and among taxa, showing no clear seasonal trends.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es hacer una descripción de la comunidad meiobentónica en los sedimentos intermareales del estuario de Mundaka y determinar que factores afectan a su composición y distribución. Para ello, se muestreo en invierno, primavera y verano en siete puntos, donde también se tomaron datos sobre variables bióticas y abiótica que afectan al meiobentos. Según los resultados, la abundancia del meiobentos en el estuario de Mundaka es elevada si se compara con otros trabajos. La salinidad sería el principal factor que explica su composición, siendo la granulometría el siguiente factor a tener en cuenta. Las variaciones temporales de abundancia mostraron diferencias tanto entre estaciones como entre taxones, no observándose tendencias estacionales claras.

## 1. SARRERA

Meiobentosa, mikrofauna eta makrofauna bentikoaren tarteko metazoo-taldea da, bere beheko eta goiko mugak hurrenez hurren 42µm (63µm) eta 500µm (1000µm) direlarik (GIERE, 1993).

Estuarioetan, meiofaunaren kopuru altua dela eta, makrofauna-espezie askoren eta zenbait arrain gazteren elikaduraren oinarria da (OLAFFSON & MOORE, 1992; GEE, 1989; COULL, 1990). Honetaz gain materia

organikoaren deskonposaketa eragiten du, alde anaerobikoko elikagaiak berriro alde aerobikora pasatuz (MCINTYRE, 1969), bakterio-populazioa puntu optimoan mantentzen du harrapakaritzaren bidez (KNOX, 1986), bioturbazioaren bidez elikagaien garraioa errazten du (ALLER & ALLER, 1992) eta isurtzen duen mukosaren bidez sedimentua egonkortzen laguntzen du (RIEMAN & SCHRAGE, 1978).

Bere garrantzi ekologikoa altua izan arren, Euskal Herriko itsasadarretan meiofauna oso gutxi ikertu da orainarte. Horregatik, lan honen helburua komunitate hau deskribatzea eta berarengan eragiten duten alda-

\* Landare-Biologia eta Ekologia Saila, Zientzi Fakultatea. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. 644 P.K., 48080 Bilbo.

gai biotiko eta abiotikoak zehaztea da, beti ere marearteko zonan zentratuz, meiofauna-dentsitate altuenak bertan aurkitzen direlako (COULL & BELL, 1979; DAY *et al.*, 1989).

## 2. IKERKETA EREMUA

Mundakako itsasadarra (43° 20' N latitudean eta 3° W longitudean) Oka ibaiaren bukaeran sortzen da, Mape eta Golako ibaietako urak ere jasotzen dituelarik. Urdaibaiko Biosfera-Erreserbako eremuaren barruandago.

Mundakatik, hondartzatik, Gernikako inguruetan dagoen marea eraginaren mugaraino 12 Km baino

gehiago daude, eta ubideraino 5.5 Km. Zabalera maximoa 1000 metrotakoa da, eta 1.89Km<sup>2</sup>-tako azalera dauka. Izan ere, Euskal Herriko kostalde-hedadura handieneko itsasadarra da. Sakonera, ordea, oso handia ez denez (2.6 mtako batezbestekoa), eta berau marea-zikloan suertatzen den sakonera-aldaketaren berdina denez, gutxi gora behera, hustuketa-itsasardatzat jotzen da. Horregatik marearteko sedimentuen garrantzia oso altua da (itsasadarraren%83).

Itsasadar honetan ondo bereizitako lau eremu beha daitezke: zabalera eta azalera altuenak dituen kanpo-aldean, hareaz osotutako sedimentuak dira nagusi, padurako landarez betetako aldeak eta lokatzezko sedimentuetako aldeak ere aurki daitezkeelarik; erdi-aldean, sedimentuak heterogeneoagoak dira eta lokatzezko sedimentuetako aldeak ere aurki daitezke, baina kanpo-zonan padurako landarez betetako aldeak zabalak diren arren, sedimentu garbien azalera altua da, eta barne-zonan, berriz, padura garatuagoa dago, eta marea bizietan soilik ureztatzen diren aldeak daude, sedimentu garbien hedapena askoz murriztagoa delarik; barne-aldean, erdi-aldea oka ibaiarekin lotzen duen 15 m inguruko luzera duen ubide artifizialak osotzen du, marearteko sedimentuen azalera txikia delarik.

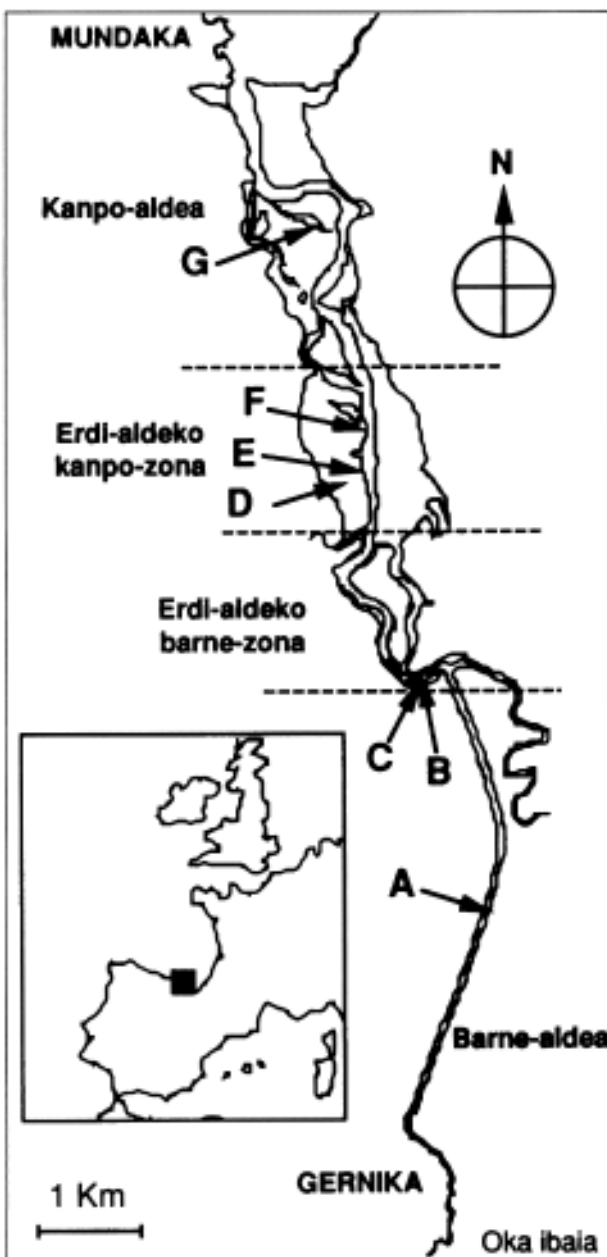
## 3. MATERIAL ETA METODOAK

Aipatutako aldeetan zazpi laginketa-estazio definitu ziren, gazitasun gradienteak jarraituz, eta granulometria desberdinak kontutan hartuta. Estazio hauetan (1. irudia) zazpi laginketa egin ziren 1993ko Otsailetik Abuztura eta marea bizietako itsasbeheran, Negu-Udaberri-Uda trantsizioan zeharreko aldaketa tenporalak behatzeko.

Laginketa bakoitzean, 25x25 cm-tako kuadrakulan, lau erreplika hartu ziren plastikozko xiringen bidez, meiofauna populazioak mikroeskalen aurkezten duen heterogeneitate espaziala dela eta (COULL & FLEEGER 1977; COULL *et al.*, 1977; CASTEL *et al.*, 1989; BOUWMAN *et al.*, 1984). 4 cm-tako sakoneraraino lagindu zen, gero sedimentu hau 2 zentimetrotako bi laginetan banandu zelarik, sakonera desberdin hauetan gertatzen den komunitatearen aldaketa neurtzeko. G estazioan 8 cm lagindu ziren, gero 2 cm-tako lau laginetan banandu zirelarik, bertako sedimentu lodia meiofauna sakonera handiagoetan agertzea baldintzatzen duela-koan (DAY *et al.*, 1989).

Meiofaunarako garrantzitsutzat jotzen diren faktoreak ere neurtu ziren. Laginketa bakoitzean aireko eta sedimentuko tenperaturak neurtu ziren, eta ur interstiziala ere lagindu zen, laborategian bere gazitasuna neurtzeko.

Sedimentuan bi neurketa burutu ziren. Alde batek, sedimentuko materia organikoaren kontzentra-



1. Irudia. Ikerketa-eremua.

zioa, pisu lehorraren eta errearen arteko desberdintasunean oinarrituta kalkulatu zen. Bestalde, sedimentuaren granulometria metodo grabimetrikoaren bidez determinatu zen, bahegailuz sedimentu lehorraren frakzio desberdinak bereiztuz. Batezbesteko partikula-tamaina phi modura azaltzen da ( $-\log_2$  mm). Frakzio bakoitzaren izendapenerako Wentworth-en taula erabili zen:

Diametroa		Izendapena
mm	Phi	
2	-1	Granuluak
1	0	Harea oso lodia
0.5	1	Harea lodia
0.25	2	Harea ertaina
0.125	3	Harea finua
0.063	4	Harea oso finua
<0.063	5	Lokatza

Honetaz gain, sedimentuko geruza-oxikoaren lodiera ere behatu zen, izaki sulfato-erreduzitzaileek sortutako produktuak burdinarekin erreakzionatzean ematen duten burdin sulfitoaren kolore beltzaren hasierari begiratuz. Sedimentu-motaren eta baldintza klimatikoaren arabera geruza anoxikoaren hasiera gorago edo sakonago mugitzen da denboran zehar (FENCHEL, 1987).

Bestalde, meiofaunaren elikaduraren oinarria izan daitekeen mikrofitobentosa ere neurtu zen. Honetarako azetona %90 bidezko pigmentuen estrakzioa egin eta metodo espektrofotometrikoaz kontzentrazioak determinatu ziren, ondoren LORENZEN-en (1967) ekuazioa aplikatu zitzaizelarik.

Meiofauna formolean fixatu eta rosa bengalaz tindatu zen, laborategian aleak sedimentutik flotazio-metodoaren bidez banatu zirelarik, Levasil 200 A (BAYER) produktua erabiliz. Sedimentu lodia zuen G estazioan dekantazioaren metodoa eraginkorragoa zela behatu zen (BOUWMAN, 1987; GIÉRE, 1993). Ondoren meiofauna-taxonak identifikatu eta aleak zenbatu ziren.

Aldagai guzti hauek estatistikoki tratatu ziren. Batezbesteko balioak eta desbiderazio estandarrik kalkulatu ziren, aldaketak esangarriak ziren behatzeko ANOVAK burutu ziren eta aldagaien arteko harremana behatzeko korrelazioak egin ziren.

## 4. EMAITZAK ETA EZTABAIDA

### 4.1. Ingurunearen deskribapena

#### 4.1.1 Faktore Abiotikoak

Estuarioetan ohizkoa den gazitasun-gradienteri jarraituz, balio baxuena barne-aldeko A estazioan ematen da, ibaiaren ur gezaren eraginaren ondorioz, kan-

po-aldean gazitasuna igoz doalarik (I Taula). Hala ere aipagarria da C estazioa, B-rengandik hurbil badago ere, erdi-aldeko kanpo-zonako estazioekin antzekotasun handiagoak dauzakala gazitasunaren aldetik barne-zonakoekin baino. Honetaz aparte, tenperaturak igo ahala, gazitasuna ere igo egiten da estazio guztietan. Kanpo-aldeko estazioetan zenbait hilabetetan neurtutako balio altuegiak (>36), itsasbeheran ematen den sedimentuko uraren lurrunketaren ondorioz gertatu dira, hau, uda aldean nabariagoa delarik.

Inguruneke tenperaturarekin konparatuz, sedimentuko tenperaturaren aldaketak txikiagoak dira, bertako baldintzak kontserbakorrak baitira. Izan ere, marea-zikloek marearteko zona ingurune aldakorra bilakatzen dute lehortasunari, tenperaturari, gazitasunari eta oxigeno eskuragarritasunari dagokionez (KENNISH, 1990; KNOX, 1986), sedimentuek aldaketa hauek txikitzen dituztelarik. Tenperatur tarte zabalenak eta batezbesteko balio altuenak barne-aldeko eta erdi-aldeko barne-zonako estazioetan ematen dira (I Taula). Orokorrean, sedimentuko tenperatura sedimentuko granulometriaren eta iragazkortasunaren araberkoad (GIÉRE, 1993).

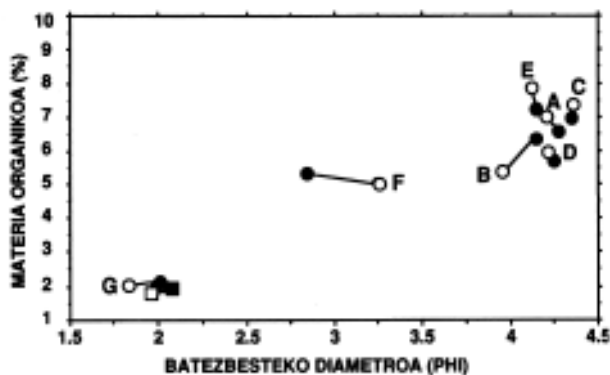
### ESTAZIOAK

	A	B	C	D	E	F	G
<b>Gazitasuna (%)</b>							
X	11.9	25.5	31.0	32.0	33.8	34.5	36.1
Max	20.3	37.1	36.6	38.8	40.5	36.7	40.5
Min	8.7	19.8	27.3	15.7	21.9	30.1	33.2
<b>Sedimentuko Temperatura (T°C)</b>							
X	18.1	18.3	18.5	18.4	17.7	17.9	17.8
Max	24.9	24.1	24.3	23.2	21.9	22.0	21.8
Min	12.0	12.0	12.0	13.0	13.1	13.4	13.1
<b>Inguruneke Temperatura (T°C)</b>							
X	19.6	19.9	20.0	19.9	20.0	20.0	20.3
Max	30.5	30.5	30.5	36.4	36.4	36.4	27.2
Min	13.5	13.5	13.5	7.5	7.5	7.5	12.3

I Taula. Ur interstizileko gazitasunaren eta inguruneke eta aireko tenperaturaren batezbestekoak (X), balio maximoak (Max) eta minimoak (Min) laginketa-estazio bakoitzean.

Granulometriari dagokionez, lagindutako sedimentu gehienak oso finua eta finua den hareaz nahastutako lokatzez osotuta daude, bertako partikulen batezbesteko diametroa 3.5-4.5 phi tartean dagoelarik, kanporago kokatutako puntuetan (F eta G) izan ezik (2.irudia).

Partikula lodienak, kanporago agertzea estuario-sistemen hidrodinamismoaren ondorioa da, partikula horiek olatuek eta marea-korronteek ekartzen baitituzte, hauek indarra galdu ahala metatuz doazelarik.



2. irudia. Materia organikoaren eta sedimentuaren batezbesteko diametroaren arteko korrelazioa (zirkulu zuriak 0-2 cm tarteko puntuak, zirkulu beltzak 2-4 cm tarteko puntuak, hiruki zuriak 4-6 cm tarteko puntuak, hiruki beltzak 6-8 cm tarteko puntuak).

Sedimentu finuenak, berriz, ur geldoko aldeetan metatuko dira, barne-aldean flokulazioz eta erdi-aldean itsasoko urak ibaiko urarekin topo egiterakoan. Kontutan hartu behar da, hala ere, normalean erdi-aldean kokatzen den garraiorik ezako puntu hori aldakorra dela ibai-isurien eta mareeen arabera.

Sakonerari dagokionez, bariantzaren analisiak B eta F estazioetan soilik erakutsi ditu granulometriaren desberdintasun esangarriak ( $p < 0.01$ ). Lagindutako denboran zehar estazio batzuek aldaketa tenporal esangarriak aurkeztu dituzte, baina ez dute joera orokorrik erakutsi.

Laginketa-estazio guztietako hileko batezbesteko materia organikoaren kontzentrazioa %1.2-9.4 tartean mantendu da, balio hauek, LOPEZ-JAMAR-en arabera (1982), kutsatzailatzat jo ezin direlarik. Balio hauek beste itsasadar honetan aurrerago aurkitutako emaitzekin bat datoz (BORJA, 1989; ANONIMO, 1986).

Materia organiko gutxiago duena hondartzan kokatutako G estazioa da, urak, sedimentu lodiak metatzen direneko hidrodinamismo altuko puntu horretatik eramaten baitu. F estazioan, jadanik, harea oso finua eta lokatza agertzen dira, eta materia organikoaren kontzentrazioa ere altuagoa da, ia frakzio lodirik ez daukan B estazioaren parean koka daitekeelarik (2. irudia).

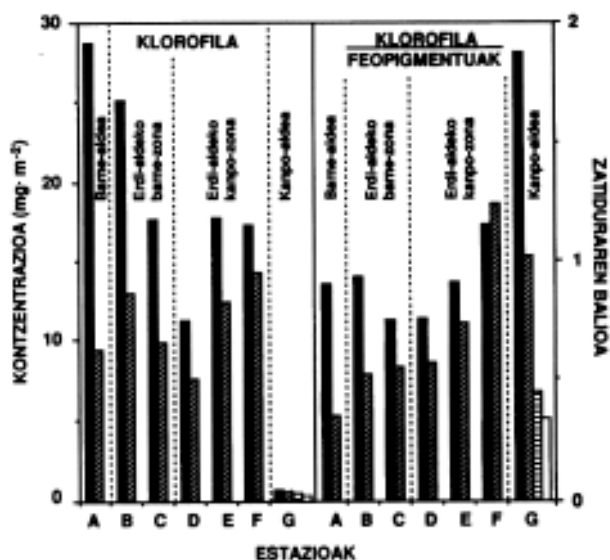
Itsasadarrean zehar materia organikoak aurkeztu duen banaketa partikulen batezbesteko diametroarekin erlazioz dago (2. irudia), sedimentuko partikula finuekiko positiboki eta lodiekiko negatiboki korrelazioz dagoelarik. Izan ere, suspentsioan dagoen materia organiko, korranteek indarra galdu ahala, partikula finuekin batera metatzen da (McLUSKY, 1994).

Materia organiko barne-aldeko A estazioan eta erdi-aldeko barne-zonako B estazioan soilik aurkeztu ditu sakoneraren arabera desberdintasun esangarriak. Laginketa-garaian zehar, ordea, ia estazio guz-

tiek aldaketa esangarriak aurkeztu dituzte, baina hemen ere bakoitzak joera desberdina aurkeztu du. Gainera aldaketa hauek ez dute granulometriarekin, tenperaturarekin edo gazitasunarekin inolako korrelaziorik aurkeztu. Agian, aldagai erabakikorrena iturri desberdinetatik itsasadarreko alde bakoitzera heltzen den materia organikoaren kantitatea izan liteke, faktore klimatiko eta antropogenikoak ere kontutan hartuta.

#### 4.1.2. Mikroalga bentikoak

Klorofila-edukin minimoak G estazioan sedimentsuetan neurtu dira (3. irudia), zenbaitetan espektrofotometroaren detekzio gaitasunaren azpitik zeudelarik. Emaiza hauek bertako baldintza hidrografiko gogorren ondorioz gertatu ziren, urak material interstizialak eramateko duen erraztasuna (baita mikroalgak ere) eta bertan meta daitezkeen elikagai kontzentrazio baxuak direla eta, hauek mikrofitobentoserako faktore mugatzaileak baitira (CADEE & HEGEMAN, 1974; CAHOON & COOKE, 1992). Balio altuenak barne-aldeko A estazioan (28.73 a klorofila  $\text{mg}/\text{m}^2$ -ko batezbestekoa laginketa-denboran zehar, azaleko 2 cm-etan) eta erdi-aldeko barne-zonako B estazioan (25.11 a klorofila  $\text{mg}/\text{m}^2$ -ko batezbestekoa) eriden dira. Hemen neurtutako klorofila-balioen arabera, eta klorofila-tarteen eta egoera trofikoaren arteko ekibalentzietan oinarrituz, itsasadarra egoera mesotrofikoan aurkituko litza-teke (KNOX, 1986).



3. irudia. Klorofilaren eta klorofila/feopigmentuak zatiduraren batezbesteko balioak estazio bakoitzean lagindutako garaian zehar.

■ 0,2 cm tartean, ▨ 2-4 cm tartean, □ 4-6 cm tartean, ▤ 6-8 cm tartean.

Sedimentu finuetan, normalean, klorofila kontzentrazio altuagoak neurtu ohi dira lodietan baino (DAVIES & McINTYRE, 1983), baina honi buruz ere bes-

te ikerketetan aldakortasun handia ikus daiteke (KNOX, 1986). Ikerketa honetan, orokorrean, joera hori nabari da, baina itsasadarreko alde bakoitza bere aldetik aztertzen bada, kontrakoa ikus daiteke, hau da, sedimentu finuagoa den neurrian klorofila-kontzentrazio baxuagoak neurtu dira, G estazioa alde batera utzita.

Hondartzan izan ezik, estazio guztietan klorofila-kontzentrazio altuagoa dago azaleko bi zentimetroetan sakonago baino, sakoneraren araberako desberdintasunak oso esangarriak direlarik ( $p < 0.001$ ). Izan ere, klorofila-kontzentrazioa argiztapenaren menpe dago (COLIJN & DE JONGE, 1984; GARGAS, 1970), eta sedimentuko geruza fotikoaren sakonera, sedimentu motaren araberakoa da. Granulometria lodiagoa izan ahala, bertikalki homogeneousagoa denez eta interstizioak zabal samarrak direnez, argia sakonera altuagoetaraino zabalduko da. Horregatik, F estazioan, sedimentua zertxobait lodiagoa denez, sakoneraren araberako klorofila-kontzentrazioaren aldaketak txikiagoak dira, oraindik esangarriak badira ere ( $p < 0.01$ ), G estazioa aldaketarik emango ez delarik. Hala ere, mikroalgak ez daude alde eufotiko horretara mugatuta, izan ere, CADEE & HEGEMAN-ek (1974) mikroalgak 10 cm-tako sakoneran topatu zituzten, nahiz eta %25a azaleko zentimetroan egon.

Bestalde, neurtutako klorofila guztia ez da aktiboa izaten, sedimentuak, beste algak edo materia organikoak mikroalgak argitik gordetzen baitituzte (CADEE & HEGEMAN, 1974; CAHOON & COOKE, 1992). Mikroalgak migrazioz edo alterazio fisikoen ondorioz (haizeak, ekaitzak, korronteak...) heltzen dira sakonera horietara (GARGAS, 1970), baina berriro ere alterazio-faktoreen batek azaleko sedimentu eta mikroalgak eramango balitu sakonago kokatutako hauek fotosintetizatzen hasiko lirake. Alga-kantitate altu hau, bizi direneko baldintza desfaboragarrietanirauteko moldapentzat jo daitezke.

Laginketa-estazio guztietan aldaketa tenporal esangarriak gertatu dira, baina guztiek ez dute joera bera aurkeztu, beste ikerketetan behatutako joera tenporalekin inongo harremanik ez dagoelarik (4. irudia).

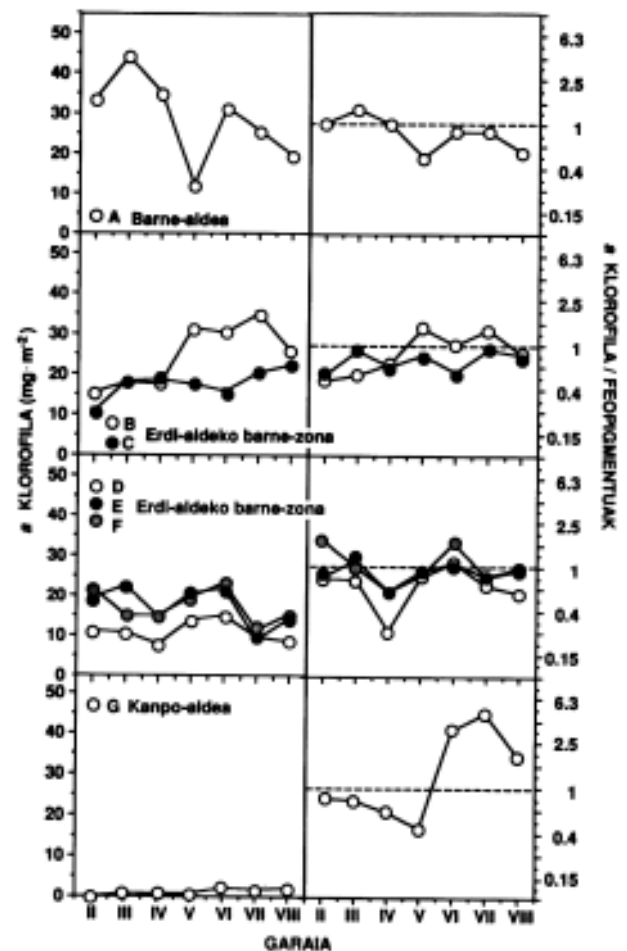
Klorofilak itsasadarrean zehar aurkezten duen banaketa materia organikoarekin korrelazionatuta dago. Materia organikoak mikroalgen banaketaren gainean duen eragina beste autore batzuek ere aipatu dute (CAHOON & COOKE, 1992; VAN RAALTE *et al.*, 1976), elikagaiak mikroalgetarako mugatzaileak baitira.

Zenbait estazioetan, klorofilaren eta sedimentu-tenperaturaren aldaketa tenporalen arteko korrelazio positiboa eriden da. Hala ere, ez dirudi tenperaturak berak mikroalgetarako garrantzi handia duenik, baina

beste eragin ez-zuzen bat izan lezake, beroarekin, elikagaiak (nitratoak eta fosfatoak, adibidez), bakterioen ekintzaren edo prozesu biokimiko naturalen ondorioz, sedimentutik errazago bananduko lirakeelako (GARGAS, 1970). Feopigmentuen kontzentrazioen aldaketa tenporalak, C, D eta F estazioetan, sedimentu-tenperaturarekiko korrelazio negatiboa aurkezten dute, agian tenperatura altuen ondorioz gertatzen den deskonposaketaazkarragatik.

Feopigmentuen banaketa itsasadarrean, materia organikoarekiko, lokatzarekiko eta oso finua den harrearekiko korrelazio positibo esangarria eta beste frakzioekiko negatiboa aurkeztu du. Feopigmentuak materia organikoaren parte dira, degradazio produktuak baitira, beraz, biak parametro berdinen arabera metatuko dira.

Klorofila eta feopigmentuen arteko zatidura ia beti 1 azpitik dago (3. irudia), hau da, feopigmentu gehiago dago klorofila baino, batez ere 2-4 cm-tako sakonerako laginetan. Baliorik altuenak G eta F estazioetan aurkitzea ez da harriztekoa, hauek frakzio lo-



4. Irudia. Klorofila kontzentrazioaren eta klorofila/feopigmentuak zatiduraren (logaritmikoki adierazita) aldaketa tenporalak Otsailetik (II) Abuztura (VIII) azaleko bi zentimetroetan.

dieneko estazioak baitira. CASTEL *et al.*-ek (1989) ere C/F balio altuenak, 1 inguruak, harea lodiko estazioan eriden dituzte, hidrodinamismo altuak hondakin begetalen metaketa ekiditen baitu.

## 4.2. Meiofauna

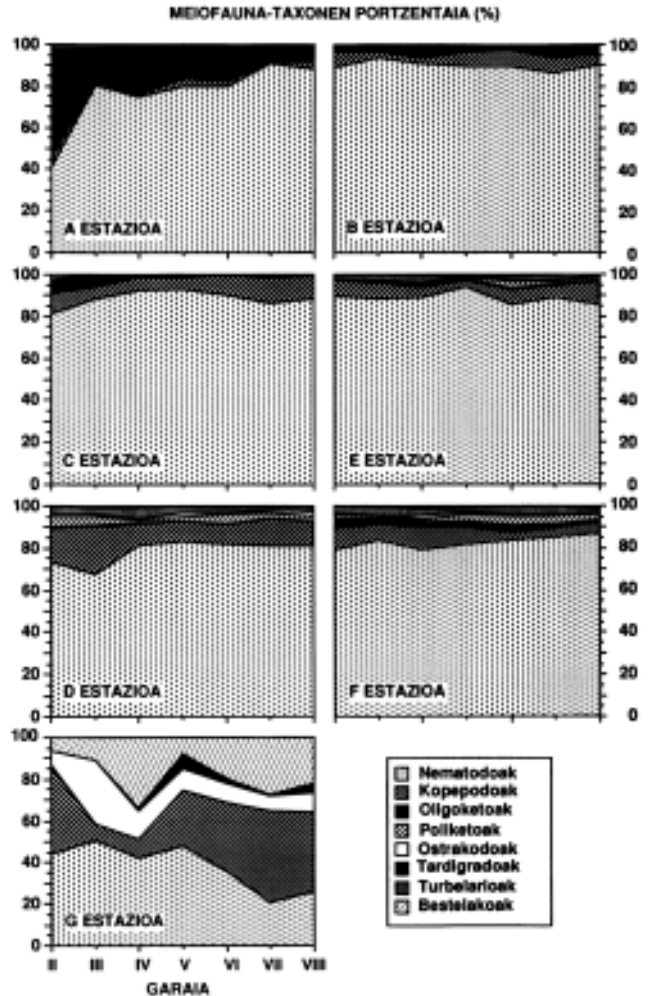
### 4.2.1. Populazio-tamaina

Estazioen artean meiofaunaren populazio-tamaina aldagarri samarra da. Maximoak erdi-aldeko barne-zonan neurtu dira (C estazioan laginketa-denboran  $71 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup>-ko batezbestekoa eta B estazioan  $41 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup>) eta minimoak kanpo-aldeko hondartzan ( $4.4 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup>). Beste estazioetan antzeko balioak behatu dira  $19-23 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup> tartekoak. Marear-teko sedimentu lohitsueta burututako beste ikerketen artean  $26 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup> (COULL & BELL, 1979),  $30 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup>-ko batezbestekoa eta  $60 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup>-ko maximoa (REES, 1940), eta  $1.4-11.4 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup> eta  $1.41-5.97 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup> tartekoak (ELLISON, 1984; WARWICK & GEE, 1984) aipatu dira. Honen arabera, beraz, estaziorik gehienetan lortutako balioak altutzat jo ditzakegu, C eta B estazioetakoak oso altuak direlarik. Hareazko sedimentuetan meiofaunaren populazio-tamaina txikiagoa da beti: HARRIS-ek (1972)  $0.4 \times 10^6$  ale/m<sup>2</sup> neurtu ditu. ARLT-en ustez (1988), animaliak beren migrazioetan uretara zabaltzen direnez, ondoren partikula finuak pilatzen direneko lekuetan metatzeko joera dute.

Estazio lohitsueta meiofaunaren %91.2-96.4 azalean aurkitu da (5. irudia). Hondartzan kokatutako estazioan, berriz, sakonera desberdineko laginen artean ez da ugaritasunari dagokionez horrenbesteko desberdintasunik behatu, goiko 2 cm-etan %51.1 agertu delarik. Meiofauna-parterik handiena goiko zentimetroetan dago, taxon batzuek baldintza anoxikoak jasateko erraztasun handiagoa badute ere. Hala ere, sedimentu hareatsuan meiofauna sakonera altuetaraino barneratzen da (FENCHEL & RIEDL, 1970).

### 4.2.2. Konposizioa

Nematodoek talde ugariena osatu dute (%70-80) estazio lohitsueta (5. irudia), bigarren talde garrantzitsuena, estazioaren arabera, oligoeketoek edo kopepodoek osotzen dutelarik, ohizkoa denez (MCLUSKY, 1994, 1984; KENNISH, 1986). Barne-aldeko A estazioan, nematodoek eta oligoeketoek komunitatearen ia %100 osotzen dute azaleko 2 cm-etan, oso kopepodo gutxi agertu delarik. Erdi-aldeko barne-zonan (B eta C) kopepodoen garrantzia gehituz doa, oligoeketoena murriztuz doan neurrian. Nematodoak eta kopepodoak meiofaunako talde ubikistenak dira, beste taldeak ingurune konkretuetan garrantzitsuak izan daitezkeelarik (BOUWMAN, 1987). Kanpo-alderantz hurbildu-ahala, taxonen dominantzia murriztuz doa eta



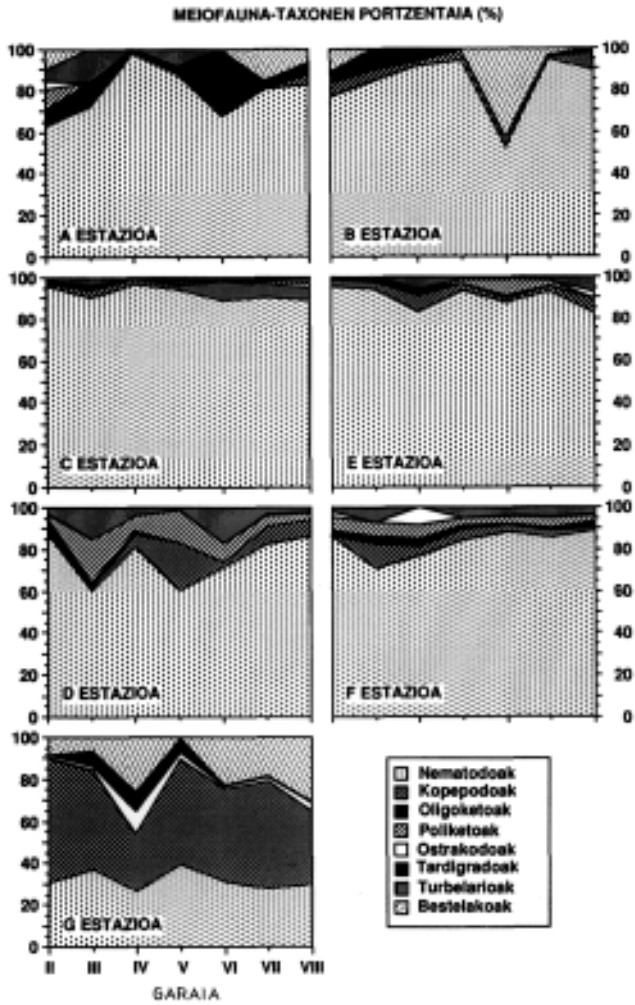
5. Irudia. Meiofauna-taxonen portzentaia estazio bakoitzean, Otsailetik Abuztura, lagindutako azaleko bi zentimetroetan.

dibertsitatea altuagoa da. Kanpo-aldeko G estazioan nematodo gutxiago dago beste taxonen portzentaia, beste laginketa-estazioekin konparatuta, oso altua delarik.

Sakonago hartutako laginetan nematodoen dominantzia txikiagoa dela ikus daiteke 6. irudian, gainerako taxonen garrantzi erlatiboa handiagoa delarik. Sakonera honetan agertutako meiofaunaren populazio-tamaina txikia kontutan hartu behar da. Hala ere, taxon baikoitzaren ugaritasuna eta garrantzi erlatiboa aldatuz doa estazioaren arabera.

Aipatutako taxon nagusiez gain, bestelako batzuk ere agertu dira: arruntak diren turbelarioak, poliketoak, ostrakodoak, kinorrinkoak eta tardigradoak, eta oso kopuru txikitik azaldu diren akaroak, intsektuak (kolenboloak, kolepteroen eta dipteroen larbak), gastropodoen eta bibalbioen larbak, anfipodoak, isopodoak eta kumazeoak ere.

Sakonera desberdinetan lagindutako meiofaunak, aldaketa temporalei dagokionez (5. eta 6. irudiak), joe-



6. Irudia. Meiofauna-taxonen portzentaia estazio bakoitzean, Otsailetik Abuztura. 2-4 cm tartean.

ra desberdinak aurkeztu ditu, taxon bakoitzak laginketa-estazio bakoitzean modu desberdinean erantzun duelarik. Aldaketa hauek, gainera, ez dute aldagai abiotikoen edo biotikoen aldaketekin harremanik erakutsi.

Bariantza-koefiziente altuek adierazten duten bezala, meiofaunak aurkezten duen taldekapenerako joraren ondorioz, heterogeneitate espazial handia gertatzen da. Dirudienez, mesoeskalan duen distribuzioa (hau da, m edo km-tako eskalan) faktore fisiko-kimikoen eraginez sortzen den bitartean (gazitasuna, granulometria, tenperatura...), mikroeskalan (cm mailan) gertatzen den banaketa mikrohabitata eta meiofaunaren arteko elkarrekintzak sortzen dute (BLANCHARD, 1990).

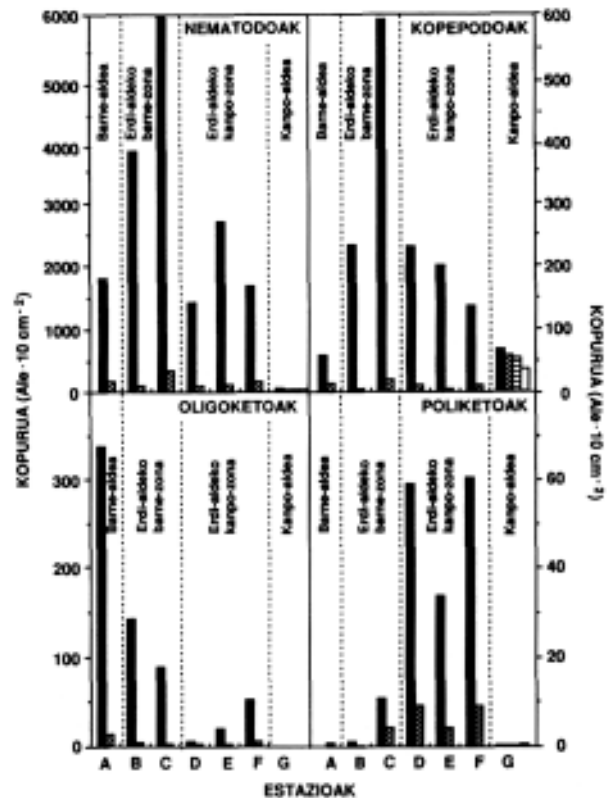
- Nematodoak:

Nematodoek taxonik ugariena osatu dutenez behatutako balioak meiofaunaren kopuru totalarekin bat

datoz ia erabat. Talde honek duen harrakasta hainbat ezaugarriren ondorioz gertatu da: interstizioetara mol-datutako gorputz luzea, edozein mikroorganismo elikagai modura erabiltzeko aukera, ugalketa-moduen ugaritasuna eta ia edozein motatako muturretako baldintza fisiko-kimikoak jasateko ahalmena aipatzen dira (BOUWMAN, 1987). Izan ere, nematodo-espezie batzuk eskakizun konkreturen bat baldin badute ere, nematodoen artean aldakortasun handia dagoenez, edozein inguruetan aurki daitekeen ale-kopurua altua da (BOUWMAN, 1987).

Nematodo-kopuru handiena erdi-aldeko barne-zonan gertatu da (7. irudia), eta txikiena, beti bezala, kanpo-aldeko G estazioan. Ez dirudi banaketa espazial honek aztertutako aldagai biotiko edo abiotikoekin harremanik duenik, harea lodiko puntuak erakutsi duen nematodo-kopuru txikia alde batera utzita. Hala ere, itsasadarrean zeharreko banaketa eta aldaketa temporalek inguruneke aldagaiekin espezie-mailan erlazionatuta egon litezke, aurrerago azaldutako arrazoiengatik. Izan ere kopuru totala ugaria mantzentzen bada ere, espezie bakoitzaren ugaritasuna asko alda daiteke.

Granulometria, materia organikoa eta gazitasuna nematodoetarako aldagai garrantzitsuak kontsidera-



7. Irudia. Meiofauna-taxonen batezbesteko balioak estazio bakoitzean lagindutako garaian zehar. ■ 0,2 cm tartean, ▨ 2-4 cm tartean, ▩ 4-6 cm tartean, □ 6-8 cm tartean.

tzen dira, ikerketa honetan erlaziorik ikusi ez badira ere, baina beraien eragina konposizio espezifiko mailan gertatzen da (GIERE, 1993; AUSTEN, 1989; BOUWMAN *et al.*, 1984; WARWICK & GEE, 1984). Granulometria, adibidez, elika-taldeekin erlazionatuta legoke batez ere (WIESER, 1959). Materia organikoaren kontzentrazio altuak populazioaren tamainan eragin dezaakeela uste da, batez ere kutsadura-mailara heltzen denean (GIERE, 1993; BOUWMAN *et al.*, 1984). Nematodoen populazio-tamaina gazitasunaren arabera asko alda daitekeela ere ikusi da (NICHOLAS *et al.*, 1992), gazitasun-balio baxuetan nematodoen hilkortasun-tasa asko handitzen baita.

Sakoneraren arabera desberdintasunak oso esangarriak dira beti ( $p < 0.001$ ), hondartzan izan ezik, nematodoen %90-97a goiko bi zentimetroetan da goelarik.

#### - Kopepodoak:

Talde hau, laginketa-estazio gehienetan bigarren talde garrantzitsuena da, eta nematodoen kasuan bezala, kopuru altuena C estazioan eriden da (7. irudia), B eta D puntuetan ere ugariak direlarik. Aipagarria da A estazioan agertutako kopepodo-kopuru txikia, G estazioan baino kopepodo gutxiago agertu baita.

G estazioko sedimentu hareatsuan, meiofaunataxon gehien kasuan gertatu den moduan, oso kopuru baxuak agertu dira. Bertan behatutako kopepodoek morfologia desberdina aurkeztu dute. Ingurune hareatsuetan itxura luzeskak eta hanka txikiak interstizioetan zehar mugitzeko erraztasuna ematen diete. Gorputzeko segmentu uniformeei esker malgutasun handia lortu dute (GIERE, 1993).

Populazio osoan duten garrantziari begiratuta, barne-aldeko A estazioan oso urriak dira, B estazioan oligoketoen parean, eta beste puntuetan jadanik oligoketoak baino ugariagoak direlarik. Horrek gazitasun-gradientean pentsarazten gaitu, gazitasun baxuak kopepodo kopurua murriz dezakeelarik. AUSTEN-ek (1989) gazitasuna kopepodoen ugartasunarekin eta dibertsitatearekin korrelazionatuta dagoela eriden du. Gazitasun baxuak, bestalde, kopepodoen dibertsitatea murriztu eta zenbait espezieren dominantzia handitu dezakeela dirudi (WARWICK & GEE, 1984).

Antzeko gazitasuna duten puntuen artean, granulometria finuagoa izan ahala kopepodoen kopurua handituz doala dirudi.

Taxon honetan ere mikroeskala-mailan eta laginketa-denboran zehar aldaketa ugari eman dira, baina estazio bakoitzak joera desberdina aurkeztu du, aldaketa hauek neurtutako aldagaiekin harremanik erakutsi ez dutelarik.

Kopepodoak normalean nematodoak baino aldakorragoak dira, ingurunearen aldaketek beraien gainean nematodoen gainean baino eragin handiagoa bai-

tute, eta ezaugarri hau kutsadura organiko eta inorganikoa neurtzeko erabili da (RAFFAELI & MASON, 1981). Materia organikoa maila kutsatzailerara heltzen ez den bitartean, itsasadar honetan lagindutako estazioetan bezala, kopepodo-kopurua materia organikoarekiko positiboki korrelazionatuta agertu ohi da, kontzentrazio altuagoetan oxigeno-eskuragarritasunaren faltak mugatu egiten dituelarik (GIERE, 1993). Hala ere, ikerketa honetako aldaketa espazial eta tenporalek ez dute aldagai hauekiko korrelaziorik erakutsi.

Oxigeno-eskuragarritasuna oso aldagai garrantzitsua da kopepodoetarako, eta horregatik azaleko zentimetroetara mugatuta daude (KNOX, 1986; GIENE, 1993), estazio guztietan sakoneraren arabera desberdintasun esangarriak behatu direlarik. Goiko zentimetroetan agertu den kopepodo-kontzentrazioa, sakonago agertu denarekin konparatuta, oso altua da, eta naupliusena oraindik altuagoa, larbek baldintza defaboragarrien aurrean helduek baino jasankortasun txikiagoa dutela dirudielarik.

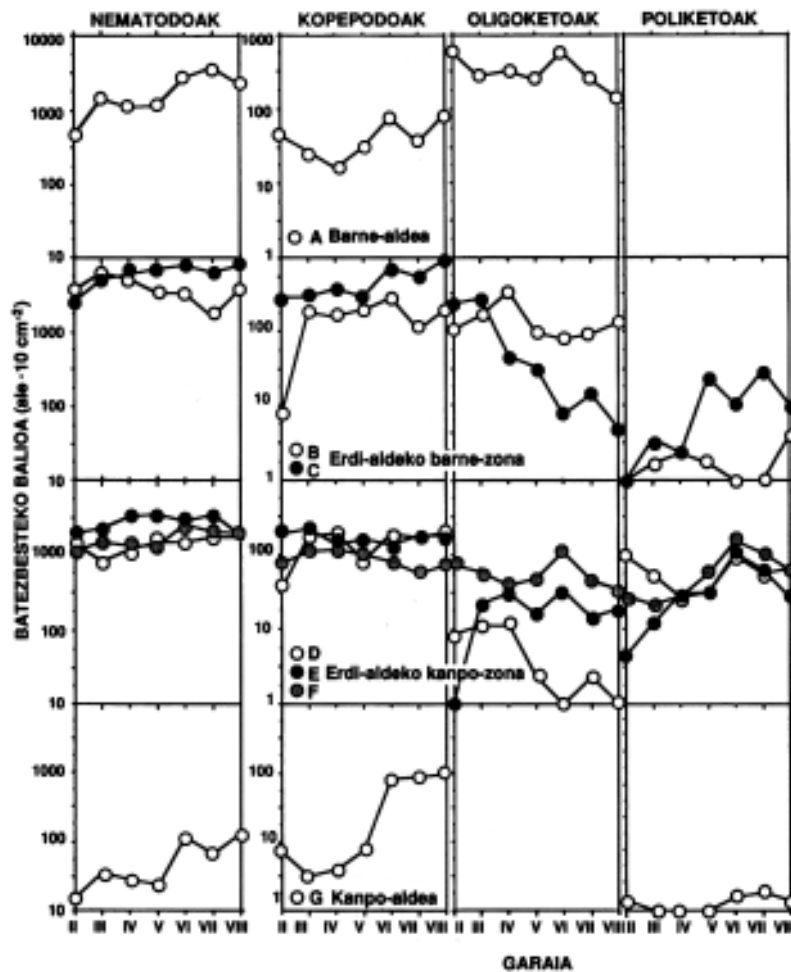
Aipagarria da G estazioan behatutako naupliuskopuru altua. Honen arrazoia lehen aipatutako sedimentu hareatsuetako oxigeno-kantitate altuak dakarren banaketa bertikal zabala litzateke. Otsailetik Maiatzera goiko bi zentimetroetan oso kopepodo gutxi agertu da, Ekainean bapateko igoera gertatu delarik. Izan ere, kopepodoek, eta batez ere jasankortasun txikiagoa duten naupliusek, sasoi hotzenetan, tenperatura baxuetatik eta ihes egiteko sedimentuan barrena migratu ohi dute (GIERE, 1993); horrela, neguan gertatzen diren ekaitz eta euriteek sedimentuko goiko zentimetroetan sortzen duten desegonkortasuna ere ekiditen dute. G estazioko oxigeno ugariaren ondorioz, naupliusek baldintza defaboragarrietatik ihes egiteko aukera gehiago litzukete itsasadarreko beste sedimentuetan baino (8. irudia).

#### - Oligoketoak

Taxon hau barne-aldeko estazioan eta erdi-aldeko estazio batzuetan bigarren talde garrantzitsuena da. Balio altuenak A, B eta C puntuetan gertatu dira, eta minimoa kanpo-aldeko G estazioan eriden delarik (7. irudia). Beraz, itsasadarrean zehar auzeratu duten banaketa gazitasun-gradienteari darraio. Antzeko gazitasuna duten erdi-aldeko kanpo-zonako puntuen arteko diferentziak, ordea, beste aldagairen baten eraginez sortu direla pentsatu behar da, izan ere, kanporago kokatutako F estazioak D eta E estazioek baino balio altuagoak erakutsi ditu. Badirudi, antzeko gazitasueko puntuen artean, sedimentuaren granulometria finuagoa izan ahala oligoketo-kopurua txikiagoa dela.

Esposizio-mailak ere oligoketo-ugaritasuna baldintzatzen du, ingurune babestuetan askoz ugariagoak direlarik (BOUWMAN, 1987). Horrek barne-aldeko





8. Irudia. Meiofauna-taxonen aldaketa tenporalak Otsaitetik Abuztura lagindutako azaleko bi zentimetroetan.

ugaritasuna azalduko luke, baina ez F estazioan agertu den kopuru altua.

Aldaketa tenporalen artean deigarriena C estazioan ematen den oligoketoen murrizpena da, uda aldean ematen den gazitasunaren igoerarekin erlazionatuta egon litekeena, baina beste estazioetan horrelako erantzunik eman ez denez ezin da azalpen hau erabili (8. irudia).

Sakoneraren araberako desberdintasun handiak daude, ale gehienak goiko zentimetroetan ageri direlarik. Baina erdi-aldeko puntuetan, beheko geruzan agertutako oligoketoen portzentaia altuagoa da. Honako banaketa bertikal hau, batez ere, oxigeno-eskuragarritasunak baldintzatzen badu ere, oligoketo-espezie batzuk geruza oxiko eta sulfidrikoaren arteko mugan agertu ohi dira (GIERE, 1993).

#### - Poliketoak

Poliketo-kopuru handiena erdi-aldeko kanpo-zonako estazioetan eriden da (7. irudia), barne-aldekoeki desberdintasun handiak aurkeztu dituelarik. Banaketa hau ohizkoa da itsasadarretako meiobentos-populazioetan (McLUSKY, 1994), eta beronen arrazoizat gazitasuna jotzen da.

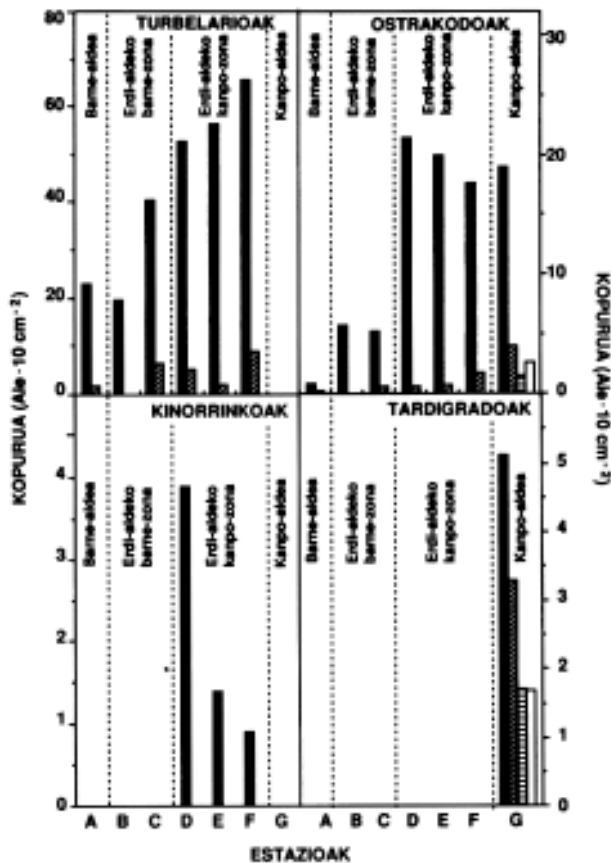
Berrito ere balio baxuenak G estazioan agertu dira. Granulometriak eragin handia izan lezake, alde bakoitzaren barnean, sedimentua finuagoa izan ahala poliketo gehiago agertu delarik. Hau betetzen ez deneko puntu bakarra F da.

Orokorrean, poliketoek eta oligoketoek aurkako banaketa aurkezten dutela dirudi, F estazioan izan ezik. C estazioan, lehen aipatu bezala, denboran zehar, gazitasuna igo ahala, oligoketo-kopurua txikitu da, eta poliketo-kopurua handitu da (8. irudia).

Poliketoak aurrerago aipatutako taldeek baino hobeto jasan ditzakete baldintza anoxikoak, lagindutako bigarren sakoneran agertutako poliketo-kopurura nahiko altua delarik.

#### - Turbelarioak

Turbelario-dentsitate altuena marearteko zonan dago (GIERE, 1993). G estazioan ez dira beste estazioetan behatutako turbelario talde berdinak agertu, identifikazio-arazoan ondorioz bertako turbelario-populazioa kontutan hartu ez izana posible delarik. Izan ere, marearteko sedimentu hareatsuetan dibertsitatea lokatzean baino altuagoa da, honek identifikazioa



9. Irudia. Meiofauna-taxonen batezbesteko balioak estazio bakoitzean lagindutakogaraian zehar. ■ 0,2 cm tartean, ▨ 2-4 cm tartean, ▩ 4-6 cm tartean, □ 6-8 cm tartean.

zailtzen duelarik; REISE-k (1988) sedimentu harea-tuan 159 espezie identifikatu zituen, lokatzean 63 besterik bereizi ez zituelarik.

Turbelario-kopuru altuenak erdi-aldeko kanpo-zonan aurkitu dira (9. irudia), beraien banaketak gazitasun-gradienteari estuki darraiolarik. GIÉRE-k (1993) ere gazitasunak turbelarioen gainean duen eragin handia aipatzen du.

Bestalde, animalia hauek ura hobeto gordetzen duten sedimentuak behar dituzte, granulometria finua nahiago dutelarik (GIÉRE, 1993). A eta B estazioek alde batetik, eta D, E eta F estazioek bestetik, antzeko turbelario-kopurua dute, granulometria desberdina eta, A eta B estazioen kasuan, gazitasun desberdina ere duten arren. C estazioa bi talde hauen tartean gelditu da, eta F puntuak denetan balio altuena dauka.

Marearteko-zonan goiko zentimetroetan soilik gertatzen diren baldintza oxikoak behar dituztela aipatu ohi da (GIÉRE, 1993), baina gure kasuan, zenbait estaziotan, 2-4 cm tartean nahiko esangarria den portzentaian ere agertu dira.

#### - Ostrakodoak

Ostrakodoen itsasadarrean zeharreko banaketa ikusita (9. irudia) batez ere gazitasunak eragiten duela dirudi, antzeko gazitasuna duten puntuetan ostrakodo-kopurua berdintsua delarik.

Kopuru altuena G estazioan gertatu da, erdi-aldeko kanpo-zonako beste estazioetan neurtutakoen antzekoa izan dela egia bada ere. Izan ere, ostrakodoek hareazko sedimentuak nahiago dituzte (GIÉRE, 1993). Gainera estazio horretako sedimentu lodiak oxigenoa sakonera handiagoetara sartzea baimentzen duenez, banaketa bertikala zabalagoa izan daiteke.

Ostrakodoak, kopepodoen antzera, goiko geruza oxikora mugatuta daudenez (GIÉRE, 1993), goiko bi zentimetroetan agertutako populaizoaren portzentaia nahiko altua izan da, F eta G estazioetan jeisten doalarik. Hala ere, bi estazio horietan ere sakoneraren araberako desberdintasunak oso esangarriak dira.

Ostrakodoek G estazioan soilik aurkeztu dituzte aldaketa tenporal esangarriak (10. irudia).

#### - Kinorrikoak

Kinorrikoen agerpena Mundakako itsasadarrean oso zehatza da: erdi-aldeko kanpo-zonako sedimentu lohitsueta soilik agertu dira, baina kopuru txikitetan ere (9. irudia). Ale guztiak goiko bi zentimetroetan aurkitu dira, horrek oxigeno-eza aldagai mugatzailerik dela pentsarazten digularik.

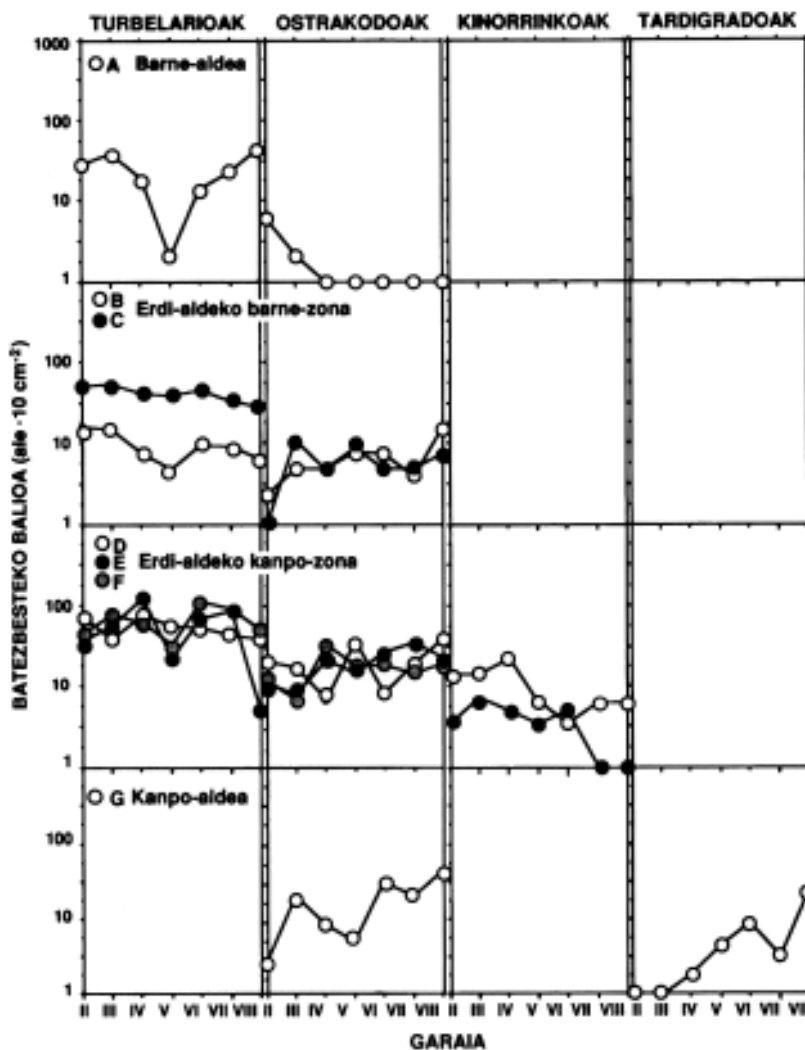
Erdi-aldeko kanpo-zonara mugatuta daudenez, gazitasunarekiko harreman estua erakutsi dute. Kinorrikoak, bestalde, zulatzaile tipikoak direnez, 125µm baino txikiagoa den batezbesteko diametroa duen sedimentua behar dute (COULL & BELL, 1979), eta horregatik, sedimentu lohitsueta soilik agertu dira. Horrela, sedimentu lodiagoa duen F estazioan laginketa-denbora osoan zehar ale bakarra agertu den bitartean, sedimentu finuena duen D estazioan kinorriko-kopuru altuena behatu da.

Kinorrikoak diatomeoz elikatzen dira gehien bat (GIÉRE, 1993), baina, hala ere, a klorofilaren kantitate handiagoa daukan E estazioan kinorriko gutxiago dago. Honek elikagaiak baino garrantzitsuagoak diren beste faktoreek kinorrikoen banaketa mugatuko luketela adierazten du.

Taxon honek ez du aldaketa tenporal esangarriak aurkeztu laginketa-denboran zehar (10. irudia), ELLISON-ek (1984) ere kinorrikoen egonkortasun tenporala azpimarratu baitzuen.

#### - Tardigradoak

Taxon interstizial hau itsasadarreko estazio harea-tsuenean soilik agertu da (9. irudia), materia organikorik eta lokatzik gabeko sedimentu garbian, sedimentuaren porositatea eta egitura tardigradoetarako era-



10. Irudia. Meiofauna-taxonen aldaketa tenporalak Otsailetik Abuztura 2-4 cm tartean.

bakikorrek direlarik. Izan ere, tardigradoak talde zula-tzaileak bizi direneko sedimentu lohitsuetatik kanpo daude (COULL & BELL, 1979).

Taxon honek aldaketa tenporal esangarriak aurkeztu ditu ( $p < 0.001$ ) (10. irudia). Neguko hilabeteetan ale gehienak sakoneko laginetan agertu dira, uda hurbildu ahala, sakoneko kopuruak jetsi eta gehienak azalean agertu direlarik. Honako hau kopepodoekin behatutako gauza bera da, ziurraski neguko hotzetik edo ekaitzek sedimentuko goiko aldean eragiten duten desegonkortasunetik ihes egiteko moldapena izandaitekeelarik.

Espezie gehienak diatomeoz eta bakterioz elikatzen badira ere (GIERE, 1993), ez da klorofilarekin inongo korrelaziorik behatu.

Bestalde, ez da sakoneraren araberako desberdintasun esangarririk behatu, sedimentu honetan dauden oxigeno-eskuragarritasun altuaren ondorioz. Oxigeno-kontzentrazio altuko sedimentuetan tardi-

gradoak 150 cm-tako sakoneraraino hel daitezke (GIERE1993).

- Bestelako taxonak

Aipatutako taxonez gain, kopuru txikietan agertu diren beste taxonak daude. Itsasadarretan arruntenak diren hiru intsektu mota aurkitu dira: kolenboloak alde batetik, eta koleopteroen eta dipeteroen larbak bestetik, ugariak kolenboloak izan direlarik (GIERE, 1993). Gure laginetan, koleoptero eta diptero bakan batzuk aurkitu dira C eta D estazioetan. Kolenboloak barne-aldeko eta erdi-aldeko barne-zonako hiru estazioetan soilik agertu dira, hau da, gazitasun baxuko puntuetan. Kopuru handiena A estazioan eriden da, eta ez dute sakoneraren araberako desberdintasunik aurkeztu.

Akaroak ere oso kopuru txikietan eriden dira, maximoa haren gertatu delarik. Gazitasuna ez da animalia hauetarako aldagai mugatzailea, oso tarte zaba-

la jasan baitezakete, baina oxigeno-eskuragarritasuna askoz ere garrantzitsuagoa da, eta horregatik hondartzako sedimentuetan ugariagoak dira, hidrografiaren eraginei aurre egin behar badiete ere (GIERE, 1993).

Meiofauna-tamainako bibalbioen eta gastropodoen larbak erdi-aldeko puntuetan aurkitu dira, beti ere kopuru txikietan, eta bibalbioen larbak, gastropodoenak baino arruntagoak direnak, beti azaleko bi zentimetroetan agertu dira, eta altu samarrak den gazitasuna eta hareaz nahasturiko sedimentu lohitsu nahia dutela dirudi. Gastropodoak, ordea, granulometria finuagoko estazioetan agertu dira kopuru altuagoetan, gazitasun txikiagoko C estazioan berriro ere balio minimoak neurtu direlarik.

Lehenago aipatutakoetatik aparte, beste krustazeo bakan batzuk agertu dira kopuru txikitan. Esate baterako, anfipodoak B eta C estazioetan aurkitu dira, isopodoak B, C, E eta F estazioetan eta kumazeoak G estazioan. Baina behatu diren kopuru txikiak direla eta datu hauetatik ezin lor daiteke beraien banaketari buruzko inolako informaziorik.

## 5. ONDORIOAK

Mundakako itsasadarrean aurkitutako meiofauna-komunitatearen dentsitatea nahiko altua da, balio altuenak erdi-aldeko barne-zonako sedimentu lohitsuetan balio baxuenak kanpo-aldeko sedimentu hareatsuetan neurtu direlarik.

Talde ugariak eta ubikistenak nematodoak eta kopepodoak dira, sedimentu mota guztietan garrantzi erlatibo handia dutelarik. Nematodoak sedimentu mota guztietan nagusi dira, eta kopepodoak dira bigarren talde garrantzitsuena, barne-zonan izan ezik. Zona honetan gazitasun baxua mugatzaile litzateke kopepodoentzat, bigarren talde garrantzitsuena oligoketoek osatu dutelarik.

Sedimentu finuetan poliketoen garrantzia gora eta oligoketoena behera doa gazitasunaren arabera, poliketoak oligoketoak baino ugariagoak izanik erdi-aldeko sedimentuetan.

Taxon batzuk granulometria konkretuari lotuta daude, horrela, zulatzaileak diren kinorrikoak erdi-aldeko kanpo-zonako sedimentu lohitsuetan ageri dira, eta interstizialak diren tardigradoak hondartzan soilik. Kanpo-aldeko sedimentu-hareatsuek, gazitasun altua eta granulometria lodiarren ondorioz batez ere, komunitate berezia dute, erdi-aldeko sedimentuetan ugariak diren taxonen agerpen baxua eta taxon berezien presentzia (hala nola tardigradoak) gertatzen delarik.

Meiofauna-taxonen aldaketa tenporalak ez du leku guztietan joera bera aurkeztu, eta ez dute ingurune aldagaiekiko harremanik erakutsi. Agian, kontu-

tan hartu ez diren beste faktoreak eraginkorragoak dira (adibidez, makrofaunaren eragina).

Barne eta erdi-aldeko sedimentuetan, sakoneren araberrako kopuru-aldaketa handiak daude, organismo gehienek baldintza anoxikoak ezin bailituzkete jasan, poliketoek baldintza anoxikoetara hoberen moldatutako populazio osotzen dutelarik. Kanpo-aldeko sedimentu hareatsuetan, ordea, oxigenoa sakonera altuetaraino sartzen denez, meiofaunaren banaketa bertikalazabalagoada.

Beraz, ikerketa honen arabera, meiofaunaren banaketa horizontalean gehien eragiten duen aldagaia gazitasuna da, antzeko gazitasuna duten puntuen arteko granulometriaren aldaketak dentsitatearen edo eta konposizioaren aldaketak ekar ditzaketelarik. Hala ere, gazitasunaren eta granulometriaren aldaketa tenporalek ez dituzte meiofaunaren fluktuazioak azaltzen.

Meiofaunaren elikagai diren mikrofitobentosaren eta detritusaren kontzentrazioek ere ez dituzte meiofaunaren aldaketa espazial edo eta tenporalak azaltzen. Hala ere, ingurune aldagaiek, espezie desberdinen gainean modu desberdinean eragin dezakete, harremanik dagoen zehazteko meiofauna espezie-mailan ikertzea komenigarria izango litzatekeelarik.

Bestalde, beste faktore batzuek ere eragin ditzakete behatutako aldaketak, hala nola, makrofaunaren presentzia. Beraz, ondorengo ikerketetan eragin biotikoak sakonago aztertzea komenigarria izango litzateke.

## ESKERRONAK

Ikerketa honetan lan handia egin duen Ibon Uriarteri eskerrak eman nahi genizkion, Igone Zabalar bere hartu duen arduragatik, eta baita laginketetan eta beste arlo askotan beraien laguntza eskeini dizkiguten guztiei.

## BIBLIOGRAFIA

ALLER, R.C. & ALLER, J.Y.

1992 Meiofauna and solute transport in marine muds. *Limnol. Oceanogr.* 37(5): 1018-1033

ANONIMO

1986 Estudio Oceanográfico de la ría de Mundaka. Nekazaritza eta Arrantzu Saila, Eusko Jaurlaritza.

ARLT, G.

1988 Temporal and Spatial Meiofauna Fluctuations in an Inlet of the South West Baltic (Darss-Zingst Bodden Chain) with Special Reference to the Harpacticoida (Copepoda, Crustacea). *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 73: 297-308

ARNDT, E.A.

- 1980 Zoobenthos-Analyse in der Darß-Zingster Boddenkette, im *Forschungsbericht der Sektion Biologie, Univ. Rostok* 3: 1-13

AUSTEN, M.C.

- 1989 Factors affecting estuarine meiobenthic assemblage structure: a multifactorial microcosm experiment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 130: 167-187

BLANCHARD, G.F.

- 1990 Overlapping microscale dispersion patterns of meiofauna and microphytobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 101-111

BOUWMAN, L.A., ROMEIJN, K. & ADMIRAAL, W.

- 1984 On the Ecology of Meiofauna in an Organically Polluted Estuarine Mudflat. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 19: 633-653

BOUWMAN, L.A.

- 1987 Meiofauna, *Biological surveys of estuaries and coasts-en*. Edited by BAKER, J.M. & W.J. WOLFF. Cambridge University Press.

BORJA, A

- 1989 Estudio de las comunidades de moluscos de las rías de Euskadi. *Inf. Tec. Dep. Agr. Pesca Gob. Vasco* 24

CADEE, G.C. & HEGEMAN, J.

- 1974 Primary production of the benthic microflora living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Neth. J. Sea Res.* 4(4): 470-493

CAHOON, L.B. & COOKE, J.E.

- 1992 Benthic microalgal production in Oslow Bay, North Carolina, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84: 185-196

CASTEL, J., LABOURG, P.-J.; ESCARAVAGE, V.; AUBY, I. & GARCIA, M.E.

- 1989 Influence of Seagrass Beds and Oyster Parks on the Abundance and Biomass Patterns of Meio- and Macrobenthos in Tidal Flats. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 28: 71-85

COLIJN F. & JONGE, V.N. de

- 1984 Primary production of microphytobenthos in the Ems-Dollard Estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 14: 185-186

COULL, B.C.

- 1990 Are members of the meiofauna food for higher trophic levels? *Trans Am Microsc Soc* 109: 233-246

COULL, B.C. & BELL, S.S.

- 1979 Perspectives of marine meiofaunal ecology. *Ecological Processes in Coastal Marine Systems-en*, Livingston, R.J., Ed., Plenum Press, New York, 189

COULL, B.C., ELLISON, R.L.; FLEEGER, J.W.; HIGGINS, R.P.; HOPE, W.D.; HUMMON, W.D.; RIEGER, R.M.; STERRER, W.E.; THIEL, H. & TIETJEN, J.H.

- 1977 Quantitative Estimates of the Meiofauna from the Deep Sea off North Carolina, USA. *Mar. Biol.* 39: 233-240

COULL, B.C. & FLEEGER, J.W.

- 1977 Long-term temporal variation and community dynamics of meiobenthic copepods. *Ecology* 58: 1136-1143

DAVIES, M.W. & McINTYRE, C.D.

- 1983 Effects of physical gradients on the production dynamics of sediment-associated algae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 103

DAY, J.W., Jr., C.A.S. HALL, KEMP, W.M. & YAÑEZ-ARANCIBIA, A.

- 1989 *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons

ELLISON, R.L.

- 1984 Foraminifera and meiofauna on an intertidal mudflat, Cornwall, England: Populations; respiration and secondary production; and energy budget. *Hydrobiologia* 109: 131-148

FENCHEL, T.M. & RIEDL, R.J

- 1970 The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottoms. *Mar. Biol.* 7: 255

GARGAS, E.

- 1970 Measurements of primary production, dark fixation and vertical distribution of the microbenthic algae in the Øresund. *Ophelia* 8: 231-253

GEE, J.M.

- 1989 An ecological and economic review of meiofauna as food for fish. *Zool. J. Linn. Soc.* 93: 243-261

GIERE, O

- 1993 *Meiobenthology*. The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments. Springer-Verlag.

HARRIS, R.P.

- 1972 The distribution and ecology of the interstitial meiofauna of a sandy beach at Whitehead Bay, East Cornwall. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 52: 1-18

KENNISH, M.J.

- 1990 *Ecology of estuaries*. Vol II Biological Aspects. CRC Press.

KNOX, G.A.

- 1986 *Estuarine Ecosystems*. Vol I: A Systems Approach. CRC Press

- LOPEZ-JAMAR, E.  
1982 Distribución espacial de las comunidades bentónicas infaunales de la ría de Arosa. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, 7 (2): 255-268
- LORENZEN, C. J.  
1967 Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-6
- McINTYRE, A.D.  
1969 Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.* 44: 245-290
- McLUSKY  
1994 *The Estuarine Ecosystem*. Blackie Academic & Professional
- NICHOLAS, W.L.; BIRD, A.F.; BEECH, T.A. & STEWART, A.C.  
1992 The Nematode fauna of the Murray River estuary, South Australia: the effects of the barrages across its mouth. *Hydrobiologia* 234: 87-101
- OLAFFSON, E. & MOORE, C.G.  
1992 Effects of macroepifauna on developing nematode and harpacticoid assemblages in a subtidal muddy habitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84: 161-171
- PINCKNEY J. & SANDULLI, R.  
1990 Spatial Autocorrelation Analysis of meiofaunal and Microalgal Populationa on an Intertidal Sandflat: Scale Linkage Between Consumers and Resources. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 30: 341-353
- RAFFAELI, D.G. & MACON, C.F.  
1981 Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Mar. Pollut. Bull.* 12: 158-163
- REES, C.B.  
1940 A preliminary study of the ecology of a mudflat. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 21: 185
- REISE, K.  
1988 Plathelminth diversity in littoral sediments around the island of Sylt in the North Sea. *Fortschr Zool* 36: 469-480
- RIEMAN, F. & SCHRAGE, M.  
1978 The mucus-trap hypothesis on feeding of aquatic nematodes and implications for biodegradation and sediment textures. *Oecologia* 35: 75
- VAN RAALTE, C.D.; VALIELA, I. & TEAL, J.M.  
1976 Production of epibenthic salt-marsh algae: light and nutrient limitation. *Limnol. Oceanogr.* 21:862
- WARWICK, R.M. & GEE, J.M.  
1984 Community structure of estuarine meiobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18: 97-111
- WIESER, W.  
1959 The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.* 4: 181-194