



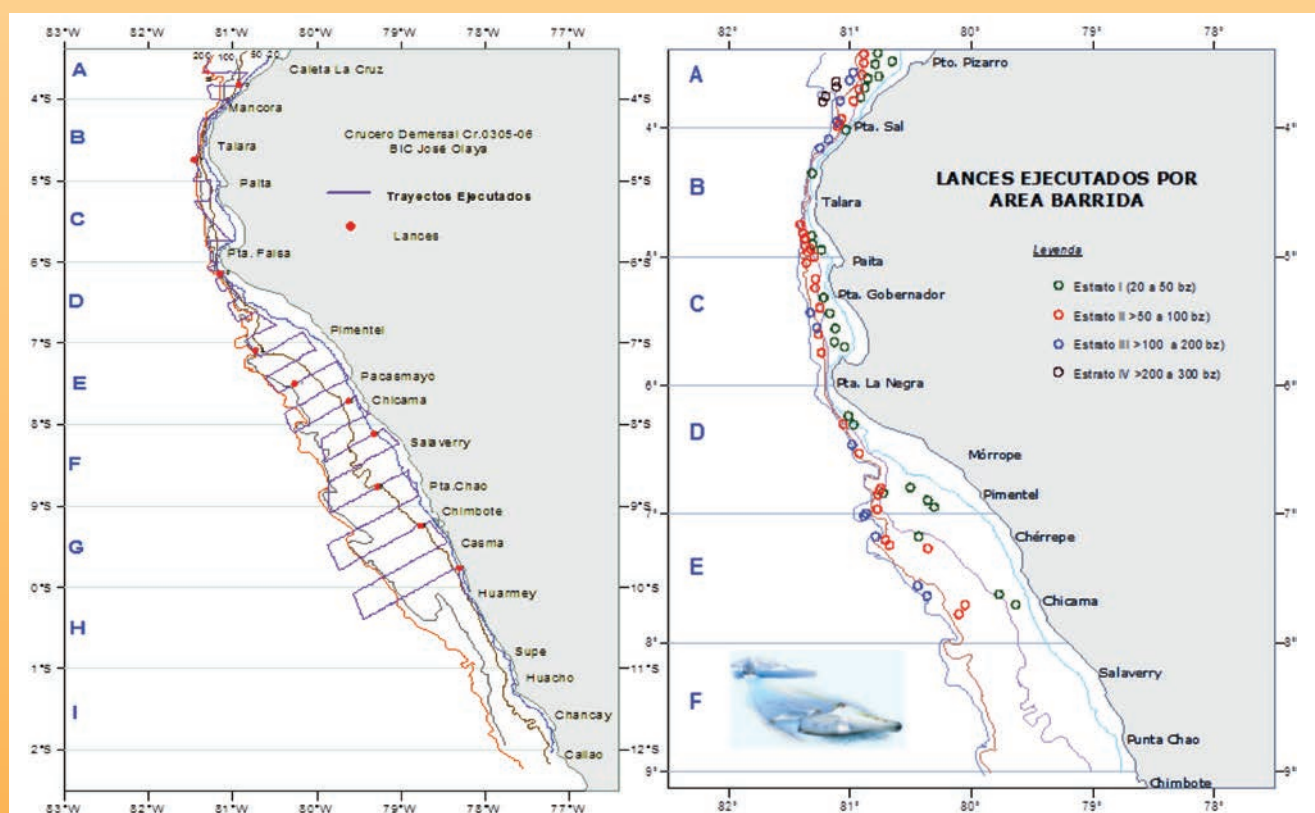
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 38, Número 2

La merluza peruana *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg evaluada en el otoño del 2003



Abril - Junio 2011
Callao, Perú

EL MACROBENTOS Y LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN OTOÑO 2003: ¿HAY EVIDENCIAS DE VARIACIÓN INTERANUAL SIGNIFICATIVA DESDE EL 2000?

MACROBENTHOS AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING AUTUMN 2003: IS THERE ANY SIGNIFICANT EVIDENCE OF INTERANNUAL VARIATION SINCE 2000?

Dimitri Gutiérrez Luis Quipúzcoa Edgardo Enríquez Robert Marquina

Laboratorio de Bentos Marino. Dirección de Investigaciones en Hidrografía. IMARPE

RESUMEN

GUTIÉRREZ D, QUIPÚZCOA L, ENRÍQUEZ E, MARQUINA R. 2011. El macrobentos y las condiciones ambientales en otoño 2003: ¿hay evidencias de variación interanual significativa desde el 2000? *Inf Inst Mar Perú*. 38(2): 229-235.- Se examinan las condiciones oceanográficas sobre el dominio bentónico y varios parámetros comunitarios del macrobentos entre los 3 y 8°S durante mayo y junio 2003, en base a la información obtenida durante el Crucero de Evaluación de Recursos Demersales y Paleoceanografía, BIC Olaya 0305-06. Mediante análisis de covarianza se determina si existen cambios interanuales significativos en los factores abióticos y en diferentes parámetros comunitarios del macrobentos al comparar los otoños de los últimos cuatro años, considerando los efectos de latitud y de profundidad. Los resultados indican que en 2003 la oxigenación del fondo al norte de los 8°S fue inferior a la alcanzada en 2000 y en 2001. Asimismo, la disponibilidad de materia orgánica 'fresca' de origen fitoplanctónico en los sedimentos superficiales no fue distinta en los últimos dos años. En cuanto a los parámetros comunitarios, tanto la riqueza específica como la densidad de la macrofauna alcanzaron niveles comparativamente superiores en 2003 respecto a los años anteriores entre los 6 y 8°S. Se discute el posible rol de la oxigenación del fondo en los meses precedentes para el incremento de estos parámetros comunitarios.

PALABRAS CLAVE: oxígeno, macrofauna, *Thioploca*, fitopigmentos, variabilidad interanual.

ABSTRACT

GUTIÉRREZ D, QUIPÚZCOA L, ENRÍQUEZ E, MARQUINA R. 2011. *Macrobenthos and environmental conditions during autumn 2003: is there any significant evidences of interannual change since 2000?* *Inf Inst Mar Perú*. 38(2): 229-235.- Oceanographic conditions were examined on various parameters domain and benthic community of macrobenthos between 3 and 8°S during May-June 2003, based on the information obtained during the Cruise Demersal Resources Evaluation and Paleoceanography, BIC Olaya 0305-06. By analysis of covariance was determined whether there significant interannual changes in abiotic factors and different parameters of the macrobenthos community to compare the autumns of the past four years, considering the effects of latitude and depth. The results indicate that in 2003 the fund oxygenation north of 8°S was lower than that achieved in 2000 and 2001. Also, the availability of organic matter 'fresh' origin phytoplankton in surface sediments was not different in the last two years. Regarding community parameters, both species richness and density of macrofauna reached comparatively higher levels in 2003 compared to previous years between 6 and 8°S. Discusses the possible role of oxygenation of the bottom in the preceding months to the increase of these parameters in the community.

KEYWORDS: Oxygen, macrofauna, *Thioploca*, phytopigments, interannual variability.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades bentónicas de la plataforma continental se caracterizan por ser fuertemente reguladas por la disponibilidad de oxígeno disuelto sobre el fondo, cuyo régimen obedece en gran medida a la dinámica de la extensión sur de la Corriente de Cromwell en la zona centro norte. Recientes resultados del programa de monitoreo de estaciones fijas costeras frente a Paita y San José revelan que la variabilidad de la concentración de oxígeno en la capa subsuperficial presenta un componente estacional, además de la componente extra-estacional asociada a la propagación de ondas

Kelvin a lo largo de la costa. En general, la capa de mínima de oxígeno tiende a profundizarse durante el período de otoño/invierno, en tanto que tiende a aproximarse a la superficie durante primavera/verano. Por otro lado, los períodos de hipoxia sobre el fondo de la plataforma se incrementan con la latitud hasta llegar a ser permanentes en la costa central. Al mismo tiempo existe un gradiente latitudinal creciente en la disponibilidad de materia orgánica 'fresca' de origen fitoplanctónico en los sedimentos superficiales de la zona centro norte. De este modo, en las áreas enriquecidas orgánicamente (al sur de los 8-9°S) de la plataforma, el déficit de oxígeno se agudiza

debido a la respiración de la materia orgánica, generándose condiciones anóxicas y producción de H₂S, que reduce la tolerancia a la hipoxia de la macrofauna bentónica.

La distribución latitudinal típica del macrobentos obedece a la combinación de estos factores abióticos. En general de norte a sur, la diversidad decrece al sur de los 5°S mientras que aumenta la dominancia de los poliquetos; la biomasa alcanza su máximo nivel promedio entre los 5 y 6°S, mientras que la abundancia suele alcanzar máximos valores entre los 6 y 7°S, a semejanza del modelo de PEARSON y ROSENBERG (1978) del efecto del gradiente de enriqueci-

miento orgánico sobre los parámetros comunitarios de la macrofauna. Al sur de los 8°S las bacterias filamentosas *Thioploca* spp. reemplazan a la fauna metazoaria como componente principal del macrobentos.

El objetivo principal de este informe es caracterizar las condiciones del subsistema bentónico durante el otoño de 2003 y compararlas con años recientes. Para ello se evalúa y compara la distribución latitudinal y batimétrica del macrobentos y del oxígeno disuelto entre los 3 y 8°S en mayo de 2003, en relación a observaciones realizadas en la misma zona desde 2000 para el mismo periodo del año. Asimismo, se compara la distribución de clorofila-a en los sedimentos superficiales entre los años 2002 y 2003 para el mismo periodo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio abarcó un rango latitudinal entre los 3°29,8' y 7°43,3'S y un rango de profundidad entre 24 y 373 m. Se colectó un total de 59 muestras de bentos repartidas en 46 estaciones correspondientes a calas demersales y 2 a estaciones oceanográficas (Fig. 1). En la obtención de las muestras de bentos se utilizó una draga Van Veen de 0,1 m² de cobertura. Las muestras colectadas fueron lavadas con chorros de agua de mar sobre una malla de 500 µm de abertura, fijando los organismos retenidos en formol al 10% neutralizado con bórax. También, se colectó información de temperatura y salinidad en toda la columna de agua mediante lanzamientos de CTD, así como muestras de agua para análisis de oxígeno disuelto mediante el método de Winkler modificado por Carpenter.

Las separación y determinación de los organismos en el laboratorio se efectuó según FAUCHALD (1977), HOBSON y BANSE (1981), contabilizándose en número y en biomasa húmeda (balanza digital de 0,0001 g de precisión) por área de dragado (0,075 m²) y con aproximación al m². Para la determinación de clorofila-a en los sedimentos superficiales se utilizó el método de extracción a partir de muestras húmedas previamente congeladas y fluorometría detallado por GUTIÉRREZ et al. (2000). El contenido de agua de los sedimentos se obtuvo por diferencia de peso entre antes y después de colocar la muestra a 70°C por 24 horas. La concentración de clorofila-a se expresó en

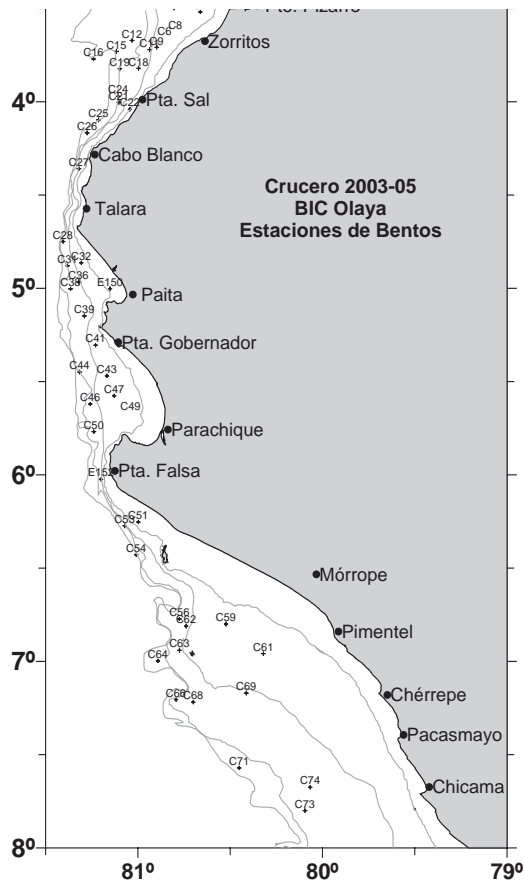


Figura 1.- Posición de las estaciones de muestreo de bentos, Cr. Olaya 0305-06.

mg por g de sedimento seco, usando para ello los valores de contenido de agua obtenidos paralelamente.

Los cálculos de diversidad específica se hicieron usando los índices de Shannon Wiener (H'), riqueza de especies de Margalef (D) y uniformidad (J') mediante el programa PRIMER v.4 (IOC, 1992). Para el análisis comunitario se usó el programa PRIMER v.5.2.2, usando el índice de Bray Curtis como criterio de similitud en modo Q, sobre las abundancias específicas transformadas con raíz cuarta. Se descartaron las especies con una frecuencia menor a tres estaciones. Para la elaboración de figuras de distribución espacial se empleó el software SURFER V.8.0, con el método de interpolación de krigging.

Para el análisis estadístico de los cambios espaciales y temporales se seleccionaron los datos abióticos y biológicos de los cruceros de evaluación demersal de otoño desde el 2000. Para garantizar un número adecuado de grados de libertad, preservando la zonación latitudinal ya conocida, la información fue agrupada en las siguientes áreas latitudinales: AB (3-5°S), C (5-6°S) y DE

(6-8°S). Para determinar la existencia o inexistencia de variaciones significativas, se emplearon el Análisis de Covarianza (ANCOVA) y el Análisis de Varianza Factorial. En el ANCOVA se usó la profundidad como factor independiente continuo y, el año y las áreas latitudinales como factores discretos, mientras que en el ANOVA la profundidad agrupada en estratos (50-100m, 101-200m) fue utilizada como tercer factor. Para las comparaciones *a posteriori* se empleó la prueba de Spotjvold-Stoline (SOKAL y ROHLF 1998). A fin de cumplir con los supuestos de las pruebas, las abundancias y biomásas fueron transformadas con $\text{Log}(x+1)$, las dominancias relativas fueron transformadas con $\text{ArcSen}(x)$ y los datos abióticos (oxígeno y clorofila-a) fueron transformados a rangos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FACTORES ABIÓTICOS

Durante mayo-junio 2003 el límite norte de la mínima de oxígeno (<0,5 mL.L⁻¹) se ubicó aproximadamente a 7°30'S en la plataforma interior y a 7°S sobre la plataforma exterior,

alrededor de 1° al norte de su ubicación en mayo 2002. En general la concentración de oxígeno disuelto sobre el fondo fue superior a 1 mL.L^{-1} al norte de los 7°S sobre toda la plataforma continental (Fig. 2a). Al mismo tiempo, la materia orgánica de origen fitoplanctónico mostró por lo general niveles pobres ($<5 \text{ } \mu\text{g.g}^{-1}$) al norte de Chicama, salvo por un núcleo de concentración moderada al oeste de Islas Lobos de Tierra (Fig. 2b).

Composición específica

Se contabilizó un total de 199 especies: 117 Polychaeta, 37 Crustacea, 35 Mollusca y 10 de otros grupos (Actiniaria, Sipunculida, Echinodermata, Nemertinea, etc.), además de nemátodos y *Thioploca* spp. Las especies más abundantes fueron *Magelona phyllisae*, *Paraprionospio pinnata*, *Cossura chilensis* y *Aricidea* sp. En biomasa destacaron *Diopatra rhizoicola*, *Nephtys ferruginea* y *Onuphis* sp., además de *Thioploca* spp. (ver Anexo).

Composición y distribución espacial por grupos mayores

La Fig. 3 muestra la distribución espacial de la densidad total, biomasa total y riqueza específica de la macrofauna. La densidad de la macrofauna mostró valores reducidos ($< 2500 \text{ ind.m}^{-2}$) al norte de los 6°S , a excepción de las bahías de Paita y Sechura, en tanto alcanzó su máximo valor frente a Pimentel a 57 m de profundidad (23690 ind.m^{-2}). La

biomasa del macrozoobentos mostró una variación batimétrica clara, con los niveles más altos a menor profundidad y en la plataforma interna. Los valores máximos ($> 100 \text{ g.m}^{-2}$) fueron alcanzados en la bahía de Paita y frente a Pimentel, a 24 y a 55 m de profundidad, respectivamente. En cambio los valores más pobres ($<1 \text{ g.m}^{-2}$) se registraron sobre el ta-

lud continental al norte de Punta Sal y frente a Chicama, a 500 y 242 m de profundidad, respectivamente. La riqueza específica varió entre 1 y 48 especies por dragado. Inusualmente, los mayores valores de riqueza específica se encontraron entre los 6 y 7°S , sobre la plataforma interior.

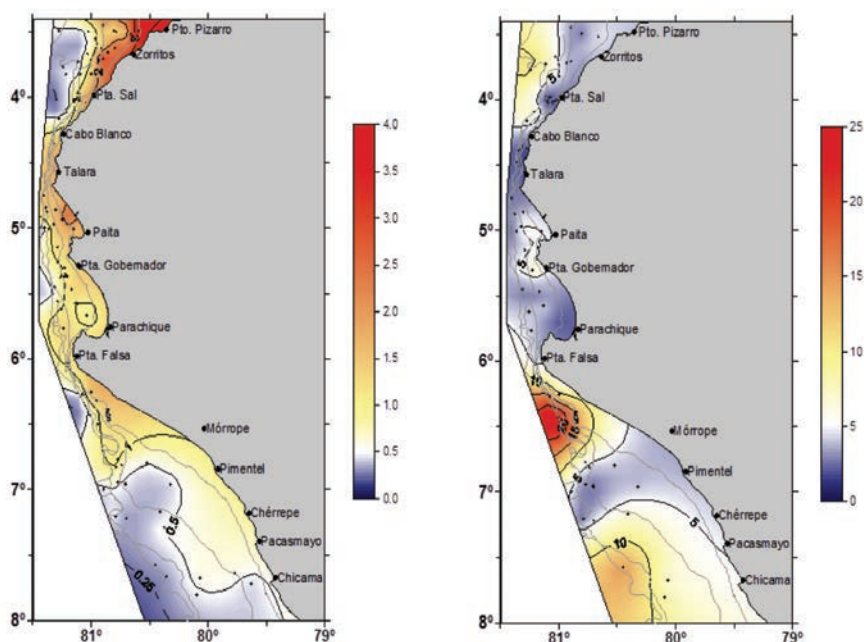


Figura 2.- a) distribución espacial de la concentración de OD (mL L^{-1}) de fondo; b) distribución espacial de clorofila-a (mg g^{-1}) superficial. Cr. Demersales y Paleocanografía, Cr. Olaya 0305-06.

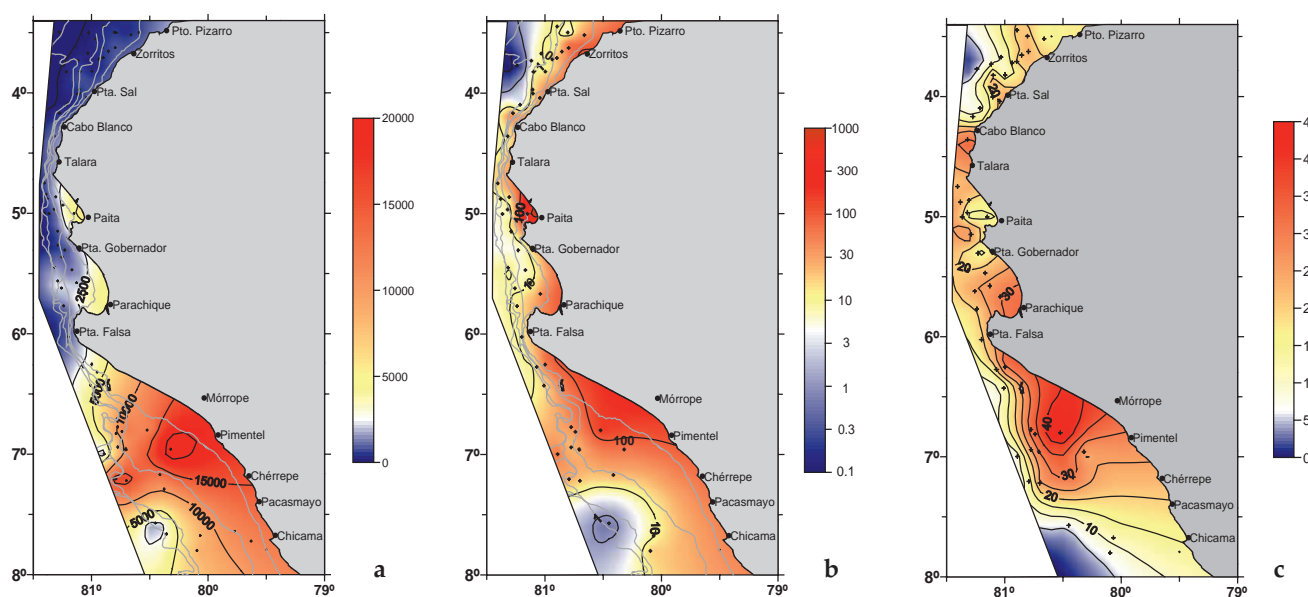


Figura 3.- Distribución espacial de a) densidad ($\text{N}^\circ \text{ ind. m}^{-2}$); b) biomasa (g m^{-2}); y c) riqueza específica ($\text{N}^\circ \text{ spp. } 0,1 \text{ m}^{-2}$).

Distribución latitudinal de los parámetros comunitarios

La Fig. 4 ilustra la variación latitudinal y por estrato de profundidad de la densidad, biomasa y riqueza específica, donde se advierte el aumento significativo de la abundancia numérica con la latitud en los tres estratos analizados (50-100 m, 100-200 m y >200 m), así como los niveles mayores de diversidad alcanzados entre los 5 y 7°S considerando todos los estratos. Mientras tanto, la biomasa no mostró una variación latitudinal definida en los tres estratos. La distribución latitudinal encontrada difiere de la observada en otros años para el mismo período, en los cuales la abundancia y biomasa tendían a alcanzar sus valores máximos entre los 5 y 7°S, en tanto que la diversidad tendía a ser mayor el norte de los 5°S.

En cuanto a la composición porcentual por grandes grupos taxonómicos, el grupo Polychaeta alcanzó más del 80% de la densidad total en promedio desde los 6°S hacia el sur (Fig. 5a), seguido por el grupo Crustacea. En biomasa, el grupo Polychaeta alcanzó más del 45% en todas las subáreas, aumentando su contribución con la latitud hasta alcanzar un 94% entre los 7 y 8°S; el grupo Otros y el grupo Mollusca secundaron a Polychaeta en biomasa al norte y al sur de los 5°S, respectivamente (Fig. 5b). Finalmente, en diversidad específica no se observaron variaciones significativas de la representación de los grandes grupos con la latitud al norte de los 7°S, siendo los Polychaeta quienes aportaron la mayor parte de la biodiversidad (60-65%) (Fig. 5c).

Análisis comunitario

La similaridad entre las estaciones resultó muy baja. A un nivel de similaridad de 30% fue posible distinguir varios ensamblajes de al menos tres estaciones cada uno, siete en total, de los cuales seis correspondieron a estaciones localizadas al norte de los 6°S, y uno a estaciones localizadas al sur de los 6°S, con excepción de la estación 54, la más profunda (323 m) de este grupo. Al norte de los 6°S se determinaron tres agrupamientos de dos estaciones cada uno, así como cuatro estaciones sin grupo, revelando un alto grado de heterogeneidad espacial. No obstante, la distribución de los ensamblajes mostró cierto patrón latitudinal y en cambio fue esencialmente independiente de la

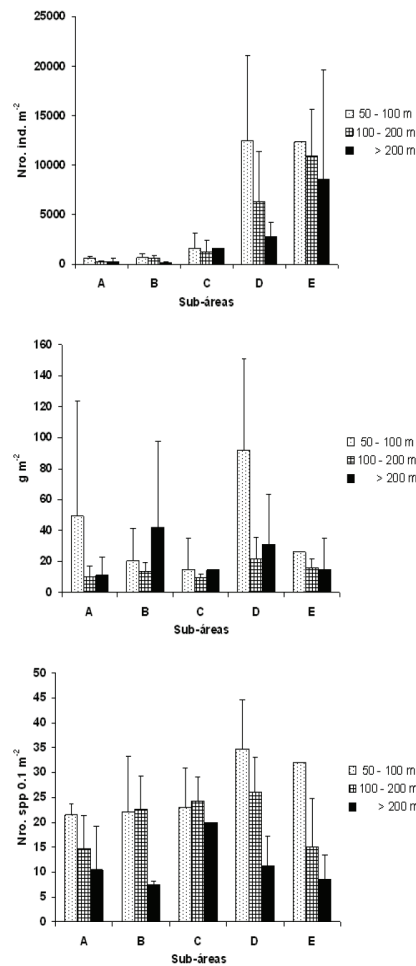


Figura 4.- Variación latitudinal y batimétrica de; a) densidad (Nº ind. m⁻²), b) biomasa (g m⁻²), y c) riqueza específica (Nº spp. 0,1 m⁻²).

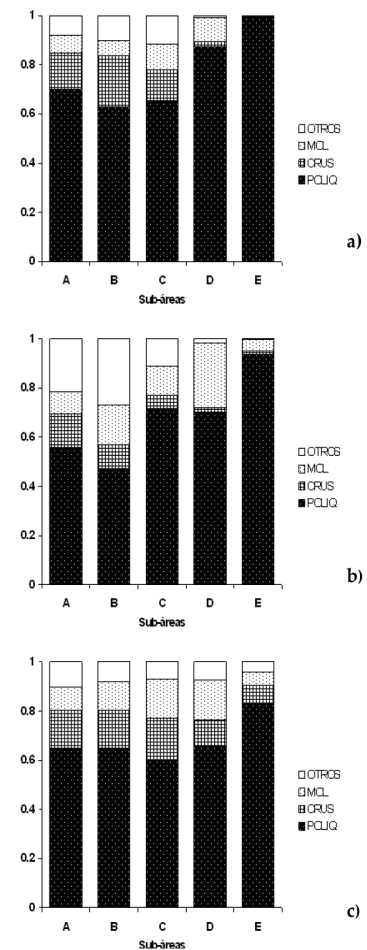


Figura 5.- Variación latitudinal y batimétrica de la contribución de Polychaeta, Crustacea, Mollusca y Otros a la densidad (a), biomasa (b) y riqueza específica (c).

profundidad (Fig. 6a, b). La Tabla 1 indica las especies más frecuentes y dominantes de cada uno de los ensamblajes. De sur a norte, el primer ensamblaje se distribuyó sobre la plataforma continental al sur de la isla Lobos de Afuera, consistiendo en la comunidad dominante de los fondos sublitorales hipóxicos del ecosistema de afloramiento: *Mage-lona phyllisae*, *Cossura chilensis*, *Paraprionospio pinnata*, *Nephtys ferruginea*, entre otras, fueron las especies características. Algunas de estas especies también dominaron en los siguientes dos ensamblajes, de tipo transicional. El segundo ensamblaje abarcó estaciones entre Parachique y Punta Falsa, y los taxa característicos fueron *Cossura chilensis*, *Paraprionospio pinnata*, *Chaetozone* sp. y Oedicerotidae. El tercer ensamblaje consistió en cuatro estaciones ubicadas entre Paita y Sechura y sus especies más

frecuentes fueron *Leitoscoloplos chilensis*, *Lumbrineris* sp., *Goniada* sp. y *Paraprionospio pinnata*. Los restantes ensamblajes mostraron una mayor diversidad y una menor dominancia específica, con una representación mucho menor de las especies de fondos hipóxicos del ecosistema de afloramiento y una presencia mayor de moluscos y crustáceos. Así, el cuarto ensamblaje consistió en estaciones ubicadas desde Punta Gobernador al norte, con el escafópodo *Dentalium* sp. como una de las especies características. El quinto ensamblaje abarcó estaciones al norte de Paita, con *Pseudoeurhythoe* sp., Ophiuroidea y anfípodos de la familia Oedicerotidae entre los taxa más frecuentes. Finalmente, los dos últimos ensamblajes se distribuyeron exclusivamente al norte de los 4°S (Fig. 6b).

Variabilidad 2000-2003

La Tabla 2 resume los resultados de los ANCOVAS efectuados para los parámetros abióticos y biológicos. Cabe indicar que en todos los casos las transformaciones efectuadas permitieron cumplir el supuesto de homogeneidad de varianzas según las pruebas de Bartlett. Si bien en algunos casos el supuesto de normalidad

de los residuos no fue cumplido, la comparación de los resultados de los ANCOVAS con los de los ANOVAS incorporando la profundidad como tercer factor arrojó similitudes tanto en lo concerniente a la significación de los efectos de las variables independientes, como en la determinación *a posteriori* de grupos homogéneos. En cambio, el efecto de la profundidad agrupada en estratos

(50-100 m y 100-200 m) en los ANOVAS no resultó significativo sobre ninguno de los parámetros abióticos y biológicos, a diferencia del efecto de la profundidad como covariable continua en los ANCOVAS (todos los parámetros disminuyen con la profundidad, con la excepción de la clorofila-a, que aumenta). Esta diferencia sugiere que la pérdida de información original al agrupar los datos de profundidad afecta el análisis estadístico de los datos. Es por ello que se decidió utilizar el análisis de covarianza como herramienta estadística.

Tabla 1.- Especies características de los ensamblajes por análisis cluster. Se consideran los agrupamientos de tres o más estaciones. Especies seleccionadas en orden decreciente, anidado de frecuencia, abundancia relativa.

Agrupamiento	Especies Características
I	<i>Magelona phyllisae</i> , <i>Cossura chilensis</i> , <i>Paraprionospio pinnata</i> , <i>Nephtys ferruginea</i>
II	<i>Cossura chilensis</i> , <i>Paraprionospio pinnata</i> , <i>Chaetozone sp.</i> , <i>Oedicerotidae</i>
III	<i>Leitoscoloplos chilensis</i> , <i>Lumbrineris sp.</i> , <i>Goniada sp.</i> , <i>Paraprionospio pinnata</i>
IV	<i>Dentalium sp.</i> , <i>Lumbrineris sp.</i> , <i>Ninoe chilensis</i> , <i>Cossura sp.</i>
V	<i>Pseudeurythoe sp.</i> , <i>Ophiuroidea</i> , <i>Oedicerotidae</i> , <i>Glycinde sp.</i>
VI	<i>Nereis sp.</i> , <i>Pseudeurythoe sp.</i> , <i>Lumbrineris sp.</i> , <i>Ampelisca mexicana</i>
VII	<i>Aricidea taylora</i> , <i>Ninoe chilensis</i> , <i>Capitellethus sp.</i>

Los análisis indican que en el otoño de 2003, la oxigenación del fondo fue comparativamente débil en relación a otoños anteriores, llegando a ser significativamente más débil que en los otoños 2000 y 2001. En cuanto al contenido de clorofila-a en los sedimentos superficiales, no se encontraron diferencias significativas entre el otoño 2002 y otoño 2003. La abun-

Tabla 2.- Resultados de los análisis de covarianza (ANCOVA) de factores abióticos (oxígeno y clorofila-a en el sedimento superficial) y de los parámetros comunitarios densidad N, biomasa B, riqueza S (Totales y por grupo taxonómico: Poliquetos, Crustáceos y Moluscos). Se consideraron como factores al tiempo T (00: Crucero 0005; 01: Crucero 0105; 02: Crucero 0205; y 03: Crucero 0305) y al área latitudinal A (AB: 03 - 05°S, C: 05 - 06°S, DE: 06 - 08°S). Como covariable se usó la profundidad.

Variable dependiente	Covariable (z)		Factores				Ajuste del modelo		
	Efecto	valor p	T	A	TxA	R ²	n	valor p	
Oxígeno (rangos)	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,60	126	< 0,001	
			03 02 01 00	DE AB C	03DE 02DE 00DE 03C 03AB 01AB 02AB 01DE 01C 00C 00AB				
Clorofila "a" (rangos)	(+)	< 0,001	0,308	< 0,001	< 0,050	0,48	68	< 0,001	
				AB C DE	02AB 03C 03AB 02C 03DE 02DE				
log (N total)	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,61	126	< 0,001	
			03 02 01 00	AB C DE	03AB 01AB 03C 01DE 00AB 01C 02AB 00DE 00C 03DE 02DE 02C				
log (N Cru)	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,05	0,205	0,37	126	< 0,001	
			03 00 01 02	DE AB C					
log (N Mol)	(-)	< 0,01	0,198	0,647	0,643	0,03	126	0,194	
log (B total)	(-)	< 0,001	< 0,001	0,458	0,669	0,23	126	< 0,001	
			03 02 01 00						
S total	(-)	< 0,001	< 0,01	< 0,001	< 0,001	0,37	126	< 0,001	
			01 03 00 02	DE AB C	01DE 00DE 02DE 01C 03AB 01AB 03DE 03C 00AB 00C 02AB 02C				
log (N Poliq)	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,62	126	< 0,001	
			03 01 00 02	AB C DE	03AB 01AB 03C 02AB 01DE 00AB 01C 00DE 00C 03DE 02C 02DE				
S Poliq	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,42	126	< 0,001	
			01 03 02 00	DE AB C	01DE 00DE 01C 03AB 02DE 01AB 03C 03DE 02AB 00AB 00C 02C				
S Cru	(-)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,01	0,31	126	< 0,001	
			00 03 01 02	DE AB C	00DE 02DE 03DE 00C 01DE 03AB 01AB 00AB 01C 03C 02AB 02C				
S Mol	(-)	< 0,01	< 0,01	0,318	0,072	0,13	126	< 0,01	
			00 02 01 03						

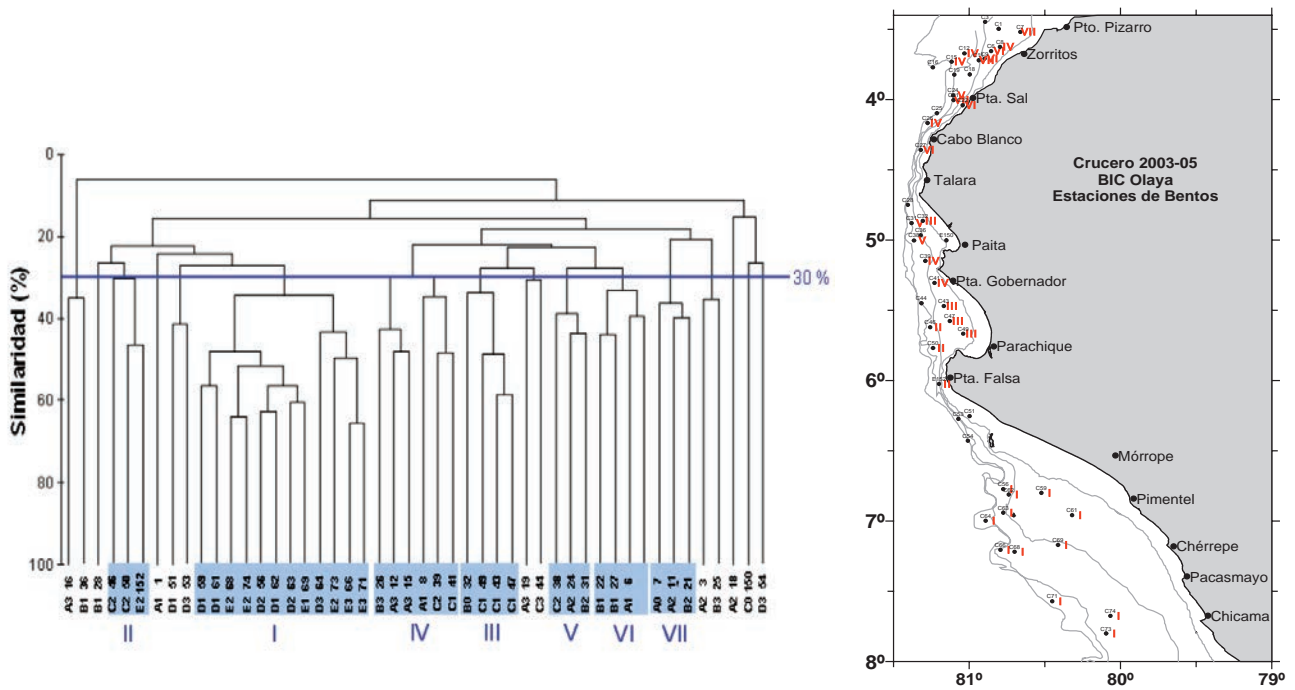


Figura 6.- a) Dendrograma de principales ensamblajes ($n > 3$), de acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis y método de agrupamiento UPGMA. Las estaciones están etiquetadas de acuerdo a subáreas latitudinales (A-E) y estratos de profundidad (0: < 50 m, 1: 50-100 m, 2: 100-200 m, 3: > 200 m); b) Distribución espacial de los principales ensamblajes identificados.

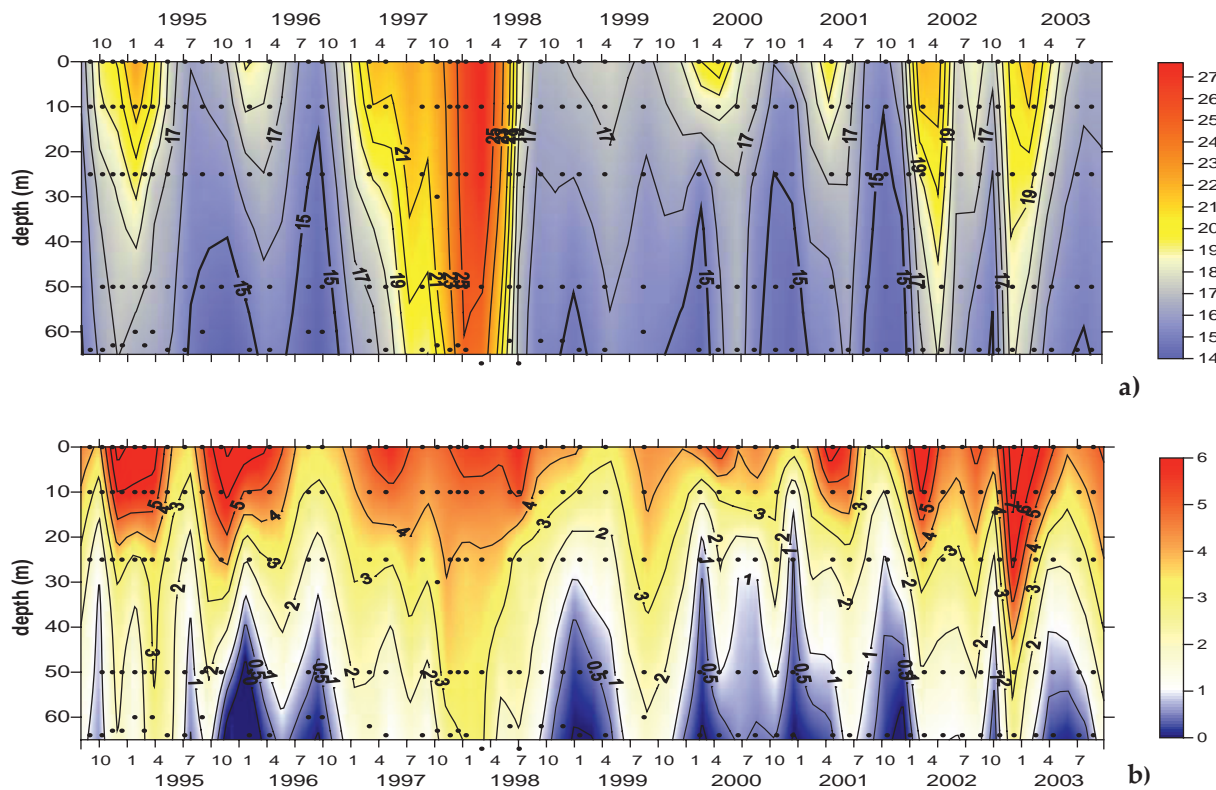


Figura 7.- Series temporales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (a) y de O_2 (ml L^{-1}) (b) de la estación costera 3 frente a San José (65 m, 20 mn). Fuente: proyecto Apoyo a la Emergencia de El Niño; objetivo 'Dinámica de comunidades y especies indicadoras en respuesta a cambios en las masas de agua provocados por el ENOS'.

dancia total, la biomasa total y las abundancias de los principales grupos taxonómicos (Polychaeta, Crustacea y Mollusca) tendieron a ser más bajas en el 2003 que en los años anteriores, mientras que la riqueza específica total y por grupos no fue significativamente diferente que en los años anteriores en la mayoría de los casos. Sin embargo, la respuesta temporal no fue homogénea latitudinalmente en todos los casos. En la abundancia total y de Polychaeta, al norte de los 6°S los niveles determinados en 2003 fueron inferiores a los años anteriores, con diferencias significativas respecto a 2000 y 2002. En cambio, al sur de los 6°S, los niveles de 2003 fueron significativamente superiores respecto a 2000 y 2001. En términos de riqueza específica, al norte de los 6°S, los valores determinados para 2003 fueron significativamente menores a los del año 2002. Al sur de los 6°S, la riqueza de especies de Polychaeta fue significativamente mayor que todos los años anteriores, en tanto que no se encontraron diferencias interanuales significativas en la riqueza específica total y en la riqueza específica de Mollusca.

Estos resultados sugieren que, en la plataforma continental al sur de Punta Aguja y al norte de Salaverry, existe una tendencia creciente en la densidad y en la diversidad de la macrofauna (y de los Polychaeta en particular), en especial en el último año, no obstante que las concentraciones de oxígeno sobre el fondo obtenidas simultáneamente muestran una disminución. Información presentada anteriormente ha señalado claramente el papel limitante del oxígeno sobre la abundancia y la diversidad de la macrofauna (GUTIÉRREZ et al. 1999 y referencias citadas). Por lo tanto es posible que las variaciones observadas respondan a condiciones de oxigenación sucedidas previamente a la realización del crucero. Es interesante anotar que durante el Crucero de Evaluación de otoño de 2003 también se determinaron concentraciones moderadas de merluza juvenil muy cerca al fondo al sur de los 6°S (IMARPE, 2003). En los 18 meses previos a mayo 2003, al menos dos ondas Kelvin impactaron en la costa peruana, una a inicios de 2002 y la otra a

fin de 2002 y sus efectos se extendieron al menos un par de meses en cada evento. La incidencia de estas ondas se superpuso a la variabilidad estacional del régimen de oxígeno sobre la plataforma norte y centro/norte (Fig. 7) que aparentemente está determinada por la intensidad de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell. El efecto neto ha sido la casi supresión de la 'estación de hipoxia' que suele afectar el bentos de la plataforma continental durante la primavera/verano de 2002/2003. A su turno, esta perturbación del ciclo estacional del oxígeno pudo haber facilitado el reclutamiento exitoso de un mayor número de especies y el aumento poblacional de varias de estas. Por otra parte, la colonización de más especies parece haber incidido en menores dominancias y una mayor heterogeneidad espacial de las comunidades, como lo indican los bajos niveles de similaridad entre las estaciones. Será necesario integrar estos resultados con análisis de dieta de las especies demersales a fin de explorar el papel de la interacción entre las componentes bentónica y demersal en la distribución espacial de ambos grupos de comunidades.

CONCLUSIONES

Durante mayo-junio de 2003, la mínima de oxígeno disuelto ($< 0,5 \text{ mL.L}^{-1}$) se distribuyó alrededor de un grado latitudinal al norte de su posición de mayo de 2002, intersectando toda la plataforma continental al sur de Chicama.

La distribución del contenido superficial de clorofila-a en mayo/junio de 2003 no mostró diferencias significativas respecto a mayo 2002, con las menores concentraciones al norte de los 6°S.

La oxigenación del fondo en mayo-junio de 2003 fue menor que la encontrada en los cruceros realizados en la estación de otoño desde 2000 en todas las áreas latitudinales, en especial respecto a 2000 y 2001.

La abundancia y la riqueza específica de la macrofauna determinadas para mayo-junio de 2003 tendieron a ser menores a años anteriores al

norte de los 6°S, mientras que alcanzaron niveles mayores a los años anteriores entre los 6 y 8°S.

El aparente aumento local de la abundancia y de la diversidad del macrobentos entre los 6 y 8°S coincidió con la prevalencia de condiciones oxigenadas sobre la plataforma desde el verano de 2002 hasta el verano de 2003, a causa del impacto de dos ondas Kelvin que alteraron el régimen estacional del oxígeno en la zona.

REFERENCIAS

- FAUCHALD K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. University of Southern California. Science Series 28: 1-188.
- GUTIÉRREZ D, GALLARDO V A, MAYOR S, NEIRA C, VÁSQUEZ C, SELLANES J, RIVAS M, SOTO A, CARRASCO F, BALTAZAR M. 2000. Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral sediments off central Chile, during the 1997-98 El Niño. *Marine Ecology Progress Series*, 202:81-99
- GUTIÉRREZ D, MAYOR S, FLORES L A. 1999. Efecto del oxígeno disuelto sobre las comunidades macrobentónicas del margen continental peruano. VIII Latin American Meeting on Marine Sciences (COLACMAR). Trujillo, Perú.
- HOBSON KD, Bansen K. 1981. Sedentary and archannelid polychaetes of British Columbia and Washington. *Bull. Fish. Aquat. Sci.* 209: 1-144.
- IMARPE. 2003. Informe Ejecutivo de la Etapa de Evaluación de la Merluza y otros recursos demersales del 04 al 18 de junio 2003. Crucero BIC José Olaya Balandra 0305-06. Informe interno, 45 p.
- PEARSON T H, ROSENBERG R. 1987. Feast and Famine: Structuring factors in marine benthic communities. En: J.H.R. Gee y P.S. Giller (Eds.). *Organization of Communities: past and present*. Blackwell Scientific Publications, p. 373-395.
- SOKAL R, ROHLF F H. 1998. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 3ra ed. W.H. Freeman and Co. New York. 887 p.