

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



Boletín
Volumen extraordinario



Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH

Editores:

Wolf Arntz
Programa Cooperativo
Peruano-Alemán de
Investigación Pesquera
(PROCOPA)

Antonio Landa
Instituto del Mar
del Perú
(IMARPE)

Juan Tarazona
Universidad
Nacional Mayor
de San Marcos
(UNMSM)

«El Niño» Su Impacto en la Fauna Marina

Conferencias del Symposium
“El fenómeno «El Niño» y su impacto en la fauna marina”
dentro del
Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología
Arequipa, Perú, 9 – 15 Octubre 1983

Callao – Perú, 1985

Efectos del Fenómeno de «El Niño» sobre el Bentos Sublitoral frente a Concepción, Chile

VICTOR A. GALLARDO

Departamento de Oceanología, Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile

Resumen. Las investigaciones oceanográficas realizadas en el área han revelado la ocurrencia en el ciclo anual de dos regímenes hidrográficos diferentes, uno de primavera-verano asociado a vientos del SO y otro de otoño-invierno asociado a vientos del NE. Entre estos regímenes se reconocen períodos de transición. Durante el régimen de otoño-invierno ocupan la plataforma continental de esta área principalmente Aguas Subantárticas (ASAA) de baja salinidad y bien oxigenadas, hasta una profundidad aproximada de 100 m; por debajo de esta profundidad se ubican las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), típicamente de bajo contenido de oxígeno disuelto, altas concentraciones de nutrientes y salinidades superiores a las de las ASAA, i.e. 34,50‰. Durante el régimen de primavera-verano estas aguas (AESS) alcanzan menores profundidades, cubriendo en gran medida la plataforma y relegando a profundidades aun menores, de 0 a 20–30 m, a las ASAA. Durante este período también ocurren de preferencia en el área los eventos de afloramientos costeros que pueden llevar aguas desoxigenadas prácticamente hasta la superficie.

Observaciones bentónicas realizadas durante un período primavera-verano normal han indicado una predominancia del componente procariótico sobre el componente eucariótico. Aun cuando se han realizado observaciones en el período otoño-invierno, que parecen indicar un predominio del componente eucariótico, estos resultados no han sido publicados. En este trabajo se describen los resultados de observaciones hidrográficas y bentónicas realizadas durante el período de verano de 1983, que muestran una desviación significativa del patrón encontrado anteriormente, señalándose como posible causa la presencia de aguas de «El Niño» (EN) en la zona.

Effects of «El Niño» on Sublittoral Benthos off Concepción, Chile

Summary. According to oceanographic research two hydrographic regimes occur in the area during an

annual cycle: a spring-summer regime associated with SW winds and an autumn-winter regime associated with NE winds. Between these two regimes periods of transition are recognized. During the autumn-winter regime mainly subantarctic waters (SAAW) of low salinity and high oxygen concentration occupy the continental shelf to a depth of approximately 100 m; below this depth subsuperficial equatorial water (SSEW), typically with low oxygen concentration, high dissolved nutrient concentrations and salinities of approx. 34.5‰ (i.e. higher than those of SAAW) are present. During the spring-summer regime these waters (SSEW) reach lower depths, covering most of the shelf and limiting the SAAW to depths from 0 to 20–30 m. Also during this period coastal upwelling events frequently occur which can carry deoxygenated waters practically to the surface.

Benthic observations carried out during one normal spring-summer period (Dec. 1975) indicate a predominance of the prokaryotic over the eukaryotic component. Even though some observations have been carried out during the autumn-winter regime, results from these have not yet been published. This work describes the results obtained from hydrographic and benthic studies performed during the summer of 1983, which show a marked deviation from the pattern encountered previously. A possible cause of the deviation in this area could be the presence of «El Niño» (EN) waters.

Introducción

La comunidad macrobiótica bentónica de fondos blandos del sublitoral del Pacífico Sudeste, ha mostrado ser substancialmente diferente a todas las estudiadas previamente, en que posee un componente procariótico notable, aparte del esperado componente eucariótico.

En 1962 se menciona por primera vez la presencia de filamentos en el bentos sublitoral del Norte de Chile a profundidades que variaban entre 50 y 280 m como

«algas cianofíceas» (GALLARDO, 1963). Las observaciones de oxígeno y macrofaunísticas realizadas durante la Expedición Mar Chile II llevaron al autor a reconocer tres zonas bentónicas: (1) una zona sublitoral superior con tenores de oxígeno de $4-5 \text{ ml l}^{-1}$ y una «fauna bentónica normal» a profundidades menores que 50 m; (2) una zona sublitoral inferior con tenores de oxígeno menores que $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ y una «fauna bentónica empobrecida», a profundidades entre 50 y 400 m; y (3) una zona batial con tenores de oxígeno mayores que $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ y una «fauna bentónica probablemente normal». Cabe señalar que las «algas cianofíceas» no fueron consideradas sino en la lista de estaciones y sus componentes principales (GALLARDO, *op. cit.*, págs. 12–14).

Observaciones posteriores realizadas sobre el sublitoral de Chile central, frente a Concepción (incluyendo la aplicación de nuevas metodologías en el estudio del bentos, tales como el uso de tamices más finos, de un sistema de lavado de muestras menos destructivo y de aparatos de muestreo más eficaces), permitieron una mejor caracterización cualitativa y cuantitativa de la comunidad macrobiótica (GALLARDO, 1976, 1977a, 1977b, 1979; CARRASCO y ARCOS, 1978, 1984; CARRASCO y GALLARDO, 1983).

Recientes investigaciones realizadas a lo largo del sistema de afloramientos del Perú han confirmado observaciones citadas previamente (GALLARDO, 1976) y más aun, han revelado una amplia distribución de esta comunidad procariótica-eucariótica en el sublitoral de esa región (ROSENBERG *et al.*, 1983), incluyendo su presencia en aguas semicerradas como la Bahía de Ancón (TARAZONA, este volumen).

En este trabajo se informa de observaciones hidrográficas y bentónicas realizadas frente a Concepción durante la ocurrencia del fenómeno de EN en el verano de 1982–83.

Descripción del Área

El área bajo estudio se ubica alrededor de los $36^{\circ}40'S$ y se encuentra bajo la influencia de los vientos anticiclónicos asociados a un centro de alta presión ubicado en el Océano Pacífico Sur. Los vientos son predominantemente del norte y noreste en el otoño-invierno y del sur y sur-oeste en la primavera-verano.

A lo largo de la plataforma continental del área fluyen dos masas de agua: hacia el norte, las Aguas Subantárticas (ASAA) Superficiales, de baja salinidad y ricas en oxígeno y, hacia el sur, las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) de alta salinidad, muy bajos contenidos de oxígeno disuelto (típicamente $<1 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1}$), pero con altos contenidos de nutrientes (GUNTHER, 1936; BRANDHORST, 1971; AHUMADA y CHUECAS, 1979; ARCOS y WILSON, 1984). Por razones que no es del caso tratar de explicar aquí, la distribución batimétrica de estas masas de agua varía en el ciclo anual encontrándose aguas oxigenadas de origen subantártico

(ASAA), cubriendo normalmente gran parte de la plataforma en otoño-invierno y relegando las AESS a profundidades mayores que 100 m, mientras que en la primavera-verano éstas ascienden considerablemente presentándose, por efecto de afloramientos costeros, aun dentro de la Bahía de Concepción, cuya máxima profundidad en la boca es de 45 m (AHUMADA *et al.*, 1982). Entre estos dos regímenes principales extremos, estos autores reconocen la existencia de regímenes de transición. Según AHUMADA *et al.* (*op. cit.*) el patrón general arriba descrito puede sufrir variaciones importantes en respuesta a cambios en el patrón de vientos, como sucedió en el invierno (junio y julio) de 1979 en el que una mínima de oxígeno se presentó en la boca de la Bahía de Concepción. Las condiciones típicas se restablecieron en agosto. Asimismo, estos autores entregan datos (en su Figura 4a) que indican que el patrón típico también mostró una variación de lo considerado normal en noviembre y diciembre de 1978 cuando se presentaron aguas con alto contenido de oxígeno en la boca de la Bahía de Concepción. Es importante tener presente estas variaciones al tratar de explicar la distribución espacial y temporal de los organismos bentónicos y la estructura cualitativa y cuantitativa de las comunidades. Los cambios ambientales estacionales antes citados afectan al bentos sublitoral, en formas que recién comienzan a ser vislumbradas, al traducirse en regímenes anuales de altas y mínimas de temperatura, oxígeno disuelto y materia orgánica particulada sobre el fondo. De acuerdo con AHUMADA y CHUECAS (1979), las máximas temperaturas en el fondo (alrededor de 13°C) se encontraron en esta área en invierno; lo mismo reportan CARRASCO y ARCOS (1984). Las mínimas de oxígeno sobre la plataforma, en cambio, se encontrarían más persistentemente en primavera y verano. Otro factor que exhibiría una importante variabilidad estacional es la productividad fitoplanctónica primaveral-estival que crea un ciclo en la materia orgánica particulada la que cae al ambiente bentónico principalmente en este período del año. Una idea del efecto que esto podría producir en el bentos puede deducirse del trabajo de STARESINIC (1978) quien determinó que alrededor de un 20% de la materia fotosintetizada en las capas superficiales cae rápidamente al fondo frente al Perú.

Los fangos de la plataforma continental frente a Concepción son generalmente de color negro-azulado, mal olientes debajo de una delgada capa de color pardo-amarillento. También suelen encontrarse fangos de color verde sin una obvia reducción (MORITA *et al.*, 1981). En todos estos fangos se ha descrito la presencia de un componente procariótico constituido principalmente de bacterias filamentosas sulfurosas del género *Thioploca* (GALLARDO, 1977a; MAIER y GALLARDO, en prensa).

Las características principales del bentos existente en el sublitoral de la plataforma continental frente a Concepción, que en parte han sido publicadas, provienen de observaciones realizadas a fines de prima-

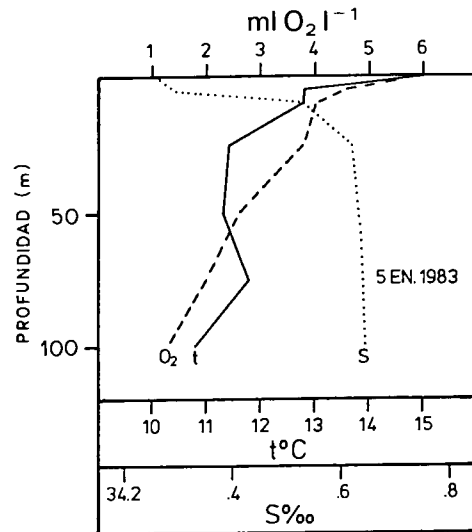
Tabla 1. Datos hidrográficos obtenidos el 5 de enero de 1983 en las estaciones de 50, 75 y 100 m de profundidad en las ubicaciones indicadas.

Localidad	Prof.	T °C	S‰	ml O ₂ l ⁻¹
36°31'15"S 73°00'18"W	0	13,64	34,41	5,4
	5	13,21	34,45	4,5
	10	12,97	34,55	4,0
	25	12,92	34,56	3,0
	50	11,81	34,57	2,6
36°31'30"S 73°04'15"W	0	18,31	34,34	4,8
	5	13,12	34,45	4,6
	10	12,90	34,48	4,2
	25	11,80	34,49	3,6
	50	11,20	34,55	3,3
36°28'30"S 73°11'30"W	0	15,01	34,25	5,0
	5	12,80	34,29	4,6
	10	12,81	34,52	4,0
	25	11,41	34,61	3,8
	50	11,32	34,63	2,6
100	75	11,81	34,64	2,0
	100	10,81	34,64	1,3

vera, no contándose aún con datos publicados sobre las condiciones observadas en otras estaciones del año.

Los datos disponibles (Tabla 4 y Fig. 3C y D) indican promedios de densidad numérica y gravimétrica de 46.020 individuos m⁻² y 841 g m⁻², peso húmedo, respectivamente para este bentos. Notable es la predominancia gravimétrica del componente procariótico (682,56 g m⁻², peso húmedo u 81,15 % del total) sobre el componente eucariótico (158,45 g m⁻²; peso húmedo ó 18,83 % del total). El componente eucariótico a su vez está dominado tanto numérica como gravimétricamente por Polychaeta, siendo de muy poca importancia los demás grupos tales como Mollusca (Bivalvia y Gastropoda), Crustacea (Amphipoda y Brachyura) y Anthozoa (GALLARDO, 1979). El contenido de oxígeno disuelto concurrente en el fondo era típico del régimen de primavera-verano antes descrito, es decir, muy bajo (<0,5 ml O₂ l⁻¹) y la temperatura menor que la descrita para el régimen de otoño-invierno por CARRASCO y ARCOS (1984). Los estudios de CARRASCO y ARCOS (1978 y 1984) tienden a indicar que las condiciones ambientales en el bentos del área serían más favorables para el desarrollo de algunos miembros de componente eucariótico en otoño-invierno que en primavera-verano. Por ejemplo, *Paraprionospio pinnata* (Polychaeta) obtuvo su máxima abundancia numérica y biomasa en mayo, mientras que *Ampelisca araucana* (Amphipoda) los obtenía en dos períodos del ciclo anual, diciembre-enero y mayo-julio de los años estudiados (1976 y 1977).

Recientemente CARRASCO y GALLARDO (1983) en un estudio del bentos de fondos blandos del Golfo de Arauco encuentran que los promedios de densidad numérica y biomasa bentónica existentes en el otoño de 1979 alcanzaban valores altos (15.021 individuos m⁻² y

**Fig. 1.** Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (ml O₂ l⁻¹) obtenidos el 5 de enero de 1983 en la plataforma continental frente a Concepción.

21,04 g m⁻², peso seco libre de cenizas, respectivamente*). Estos datos fueron obtenidos de muestras tamizadas a través de una malla de 0,5 mm de apertura y se asocian a la alta productividad de esta área sujeta a eventos de afloramientos costeros.

Materiales y Métodos

Los datos hidrográficos y bentónicos cuantitativos descritos en este trabajo, se obtuvieron frente a Concepción a bordo del B/C «Lund» de la Universidad de Concepción el 5 de enero de 1983. Las muestras de agua se obtuvieron en tres estaciones ubicadas en profundidades de 50, 75 y 100 m y las bentónicas (3) solamente en la estación de 100 m de profundidad, utilizando una draga cuantitativa de Smith-McIntyre 0,1 m². El tamizado se realizó a través de una malla de 0,5 mm de apertura. El material biológico fue fijado en formalina al 10 %, neutralizada y teñido con solución alcohólica de Rosa de Bengala para facilitar su separación, contaje y la determinación del peso húmedo.

Datos hidrográficos y bentónicos parcialmente inéditos obtenidos el 14 de diciembre de 1975 son utilizados en las comparaciones. En el muestreo de 1975 se utilizó una draga Petersen 0,1 m² y el tamizado se efectuó a través de una malla de 0,25 mm de apertura. Los datos de oxígeno disuelto obtenidos en la Expedición Mar Chile XIV (diciembre de 1982) en el norte de Chile, fueron gentilmente proporcionados por el Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDOC) del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile.

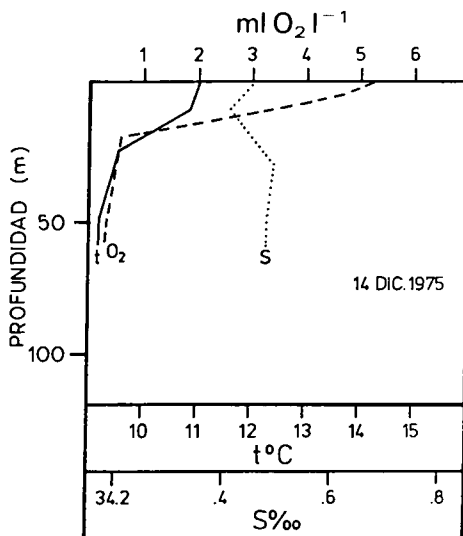
Resultados

La Tabla 1 entrega los datos hidrográficos obtenidos en el muestreo del 5 de enero de 1983. El análisis de estos

* Equivalente a 467,33 g m⁻², peso húmedo (ROWE y MENZEL, 1971).

Tabla 2. Rangos anuales de los parámetros oceanográficos en los centros de las masas de agua presentes sobre la plataforma continental frente a Chile central (Área 3), tomado de ROBLES (1979)

Masas de agua presentes	Sigma-t	Prof. (m)	T°C	S‰	O ₂ ml l ⁻¹
«Fiordos»	24,70–25,60	10–17	13,5–17,5	33,9–34,2	5,3–6,0
Subantártica	25,70–26,00	20–50	11,5–13,5	34,1–34,2	4,0–5,7
Subsuperficial ecuatorial	26,80–26,90	300–340	8,5	34,5–34,6	0,8–1,3

**Fig. 2.** Distribución vertical de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto (ml O₂ l⁻¹) obtenidos el 14 de diciembre de 1975 en la plataforma continental frente a Concepción.

datos y la Fig. 1 indican la presencia en el área de aguas superficiales de alta temperatura y relativa baja salinidad, en tanto que en profundidad se observan aguas de mayor salinidad y alto contenido de oxígeno, aun hasta el fondo de 100 m donde se observa 1,3 ml de O₂ l⁻¹.

La Tabla 3 entrega los datos bentónicos cuantitativos obtenidos de las tres muestras de 0,1 m² tomadas en la estación de 100 m de profundidad en la misma ocasión. El análisis de estos datos indica la predominancia gravimétrica del componente eucariótico (70,10%). En términos de abundancia numérica y gravimétrica, el taxón Polychaeta predomina ampliamente (95,85%); Mollusca ocupa el segundo lugar en términos de biomasa (10,79%). El promedio de individuos por m² es de 10.070 y los promedios de las biomásas de eucariota y procariota son de 36,23 g m⁻² y 15,45 g m⁻², respectivamente, configurando un total de 51,68 g m⁻² para toda la comunidad.

Discusión y Conclusiones

De acuerdo con BRANDHORST (1963) las condiciones de oxígeno en las aguas costeras entre Valparaíso y el Golfo de Arauco están determinadas por los afloramientos y la presencia de las aguas ecuatoriales sub-

superficiales transportadas por la Corriente de GUNTHER, que se caracterizan por altas salinidades y bajo contenido de oxígeno disuelto. BRANDHORST correlaciona los datos de oxígeno disuelto con la salinidad y encuentra que los valores de oxígeno menores a 1 ml l⁻¹ están siempre asociados a salinidades superiores a 34,45‰ y por lo mismo, los valores de oxígeno superiores a 1 ml l⁻¹ están siempre asociados a salinidades inferiores a 34,45‰. Por otra parte, ROBLES (1979) establece los rangos anuales en los centros de las masas de agua presentes sobre la plataforma continental de esta zona para los principales parámetros oceanográficos (Tabla 2).

De acuerdo con los antecedentes arriba expuestos y según se puede observar en la Tabla 1 y en la Fig. 1, las características de la aguas muestreadas el 5 de enero de 1983 no concuerdan con lo descrito para la zona, al presentar salinidades superiores a 34,45‰ acompañadas de concentraciones de oxígeno disuelto siempre superiores a 1 ml l⁻¹, es decir, una situación diametralmente opuesta a lo considerado normal para el área.

Entre las observaciones realizadas en Chile sobre el fenómeno EN 1982–83, se encuentran los resultados publicados por SILVA *et al.* (1983) correspondientes a estudios realizados durante la Expedición Mar Chile XIV. Estos autores indican que a la latitud de Arica existía en diciembre de 1982 un hundimiento de la isoterma de 13 °C de 300 m con relación al nivel de 1980; frente a Antofagasta la profundización de esta isoterma era de 250 m, frente a Chañaral de 200 m y frente a Valparaíso (en un crucero de monitoreo realizado en enero de 1983) de 100 m.

Un examen de los datos de oxígeno provenientes de la misma Expedición Mar Chile XIV, indica que la capa de aguas disaeróbicas (<1 ml O₂ l⁻¹) cercana a la costa, se encuentra típicamente a profundidades mayores de 75 m entre los 18°30'S y los 26°20'S. En la misma área BRANDHORST (1968) encontró que este nivel de oxígeno disuelto se ubicaba a una profundidad de 20 m (6–21 de enero de 1965). En el área de estudio las condiciones oceanográficas de verano quedan tipificadas por las secciones verticales de su Fig. 3. De acuerdo con estos datos se podría postular también una profundización de la isolínea de 1 ml O₂ l⁻¹ a lo largo de la costa de Chile norte y central más extensa y permanente entonces que la que podría producirse por la ocurrencia de condiciones anómalas de vientos como la descrita por AHUMADA *et al.* (1982) para 1979. Se estima que la profundización del nivel de 1 ml O₂ l⁻¹ habría sido aproximadamente de 50 m en la zona norte y de 80 m en

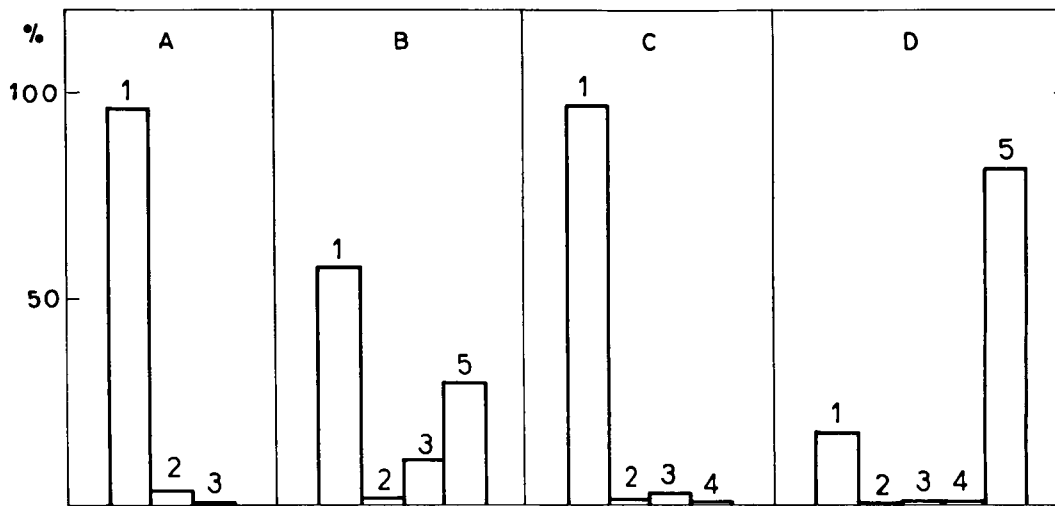


Fig. 3. Porcentajes de densidad numérica (A y C) y biomasa (B y D) para las muestras bentónicas colectadas en la plataforma continental frente a Concepción, en las fechas indicadas (1 = Polychaeta; 2 = Crustacea; 3 = Mollusca; 4 = Miscelánea; 5 = Procariota).

Tabla 3. Datos bentónicos cuantitativos (abundancia numérica y biomasa 0,1 m⁻², para los grupos taxonómicos principales) obtenidos en el muestreo del 5 de enero de 1983 en la Estación ubicada en los 36°28'30"S y 73°11'30"W a aproximadamente 100 m de profundidad, con draga Smith-McIntyre 0,1 m² en fondo fangoso tamizado a través de una malla de 0,5 mm de apertura

	Muestras			X̄	D.S.	%
	1	2	3			
Abundancia numérica						
1. Polychaeta	910	862	1.124	965,3	139,4	95,85
2. Crustacea	36	40	32	36,0	4,0	3,57
3. Mollusca	4	10	3	5,6	3,7	0,55
Total Eucariota	950	912	1.159	1007,0	133,0	
Biomasa (g peso húmedo)						
1. Polychaeta	2,7046	2,3976	3,7979	2,9667	0,7360	57,40
2. Crustacea	0,0837	0,1110	0,1005	0,0984	0,0138	1,90
3. Mollusca	0,7444	0,7614	0,1678	0,5579	0,3379	10,79
Total Eucariota	3,5327	3,2700	4,0662	3,6230	0,4057	70,10
4. Procariota	1,9158	0,9495	1,7695	1,5449	0,5208	
Total	5,4485	4,2195	5,8357	5,1679	0,8438	29,89

la zona central frente a Concepción, y que las aguas superficiales estaban constituidas no por aguas subantárticas, sino por aguas típicas del evento EN.

A continuación se discuten los resultados del análisis de las muestras cuantitativas obtenidos en enero de 1983, bajo los efectos del fenómeno EN, en comparación con datos obtenidos en diciembre de 1975, año normal. Esta comparación de datos (Tablas 3 y 4 y Fig. 2) debe hacerse teniendo en mente que las muestras de enero de 1983 fueron tamizadas a través de un cedazo de 0,50 mm de apertura de malla y las de diciembre de

1975, a través de un tamiz de 0,25 mm de apertura de malla. Se observa que, en términos de abundancia numérica, las muestras de 1983 contienen 4,57 veces menos individuos que las muestras de 1975. Se estima que gran parte de esta diferencia puede explicarse por el diferente tamiz utilizado. Las proporciones entre los principales grupos, sin embargo, no varían substancialmente. En términos de biomasa la situación es bien diferente y si se toma en cuenta que el tamaño del tamiz utilizado afecta en general menos a la biomasa que a la abundancia numérica, se tendría que aceptar que las variaciones observadas reflejan en gran medida una realidad. Es así como la biomasa eucariótica es menor (4,4 veces) y la biomasa procariótica aún mucho menor (44 veces) en 1983 que 1975. Sin embargo, la diferencia más importante entre la biomasa de 1983 y la de 1975 se encuentra en la diferente contribución porcentual que conforman los componentes eucarióticos y procarióticos en estos dos años. En efecto, mientras que en 1975 el componente procariótico constituye el 81,15% de la biomasa total, en 1983 éste sólo constituye el 29,89%. Digno de mención es también el mayor porcentaje con que contribuye a la biomasa eucariótica el grupo Mollusca en 1983, i.e. 10,79%.

Si bien las diferencias entre las abundancias numéricas pueden en gran medida atribuirse tentativamente al diferente tamaño de tamiz utilizado en ambos muestreos, restaría todavía explicar la diferencia entre los niveles exhibidos por la biomasa eucariota y procariota en 1975 y 1983, la diferente proporción porcentual entre estos componentes y la mayor contribución a la biomasa total de Mollusca en 1983.

De acuerdo con MORITA *et al.* (1981) y MAIER y GALLARDO (en prensa, b), los principales elementos del componente procariótico del bentos del área son bacterias sulfurosas deslizantes del género *Thioploca* (GALLARDO, 1977a), organismos que medran sobre compuestos inorgánicos y orgánicos presentes en las aguas

Tabla 4. Datos bentónicos cuantitativos (abundancia numérica y biomasa $0,1 \text{ m}^{-2}$, para los grupos taxonómicos principales) obtenidos en el muestreo realizado el 14 de diciembre de 1975 entre los 50 y 65 m de profundidad entre los $36^{\circ}35'30''\text{S}$ – $73^{\circ}01'12''\text{W}$ y los $36^{\circ}41'48''\text{S}$ – $73^{\circ}01'24''\text{W}$, con draga Petersen $0,1 \text{ m}^2$ en fondo fangoso tamizado a través de una malla de $0,25 \text{ mm}$ de apertura (datos parcialmente publicados en Gallardo, 1977b, 1979)

	Estaciones			\bar{X}	D.S.	%
	1	2	4			
Abundancia numérica						
1. Polychaeta	4.205	4.712	4.377	4.431	257,83	96,28
2. Crustacea	48	4	20	45,6	—	0,99
3. Mollusca	124	138	43	131,1	—	2,84
4. Miscelánea	27	66	42	45,0	19,67	0,97
Total Eucariota	4.404	4.920	4.482	4.602	278,14	
Biomasa (g peso húmedo)						
1. Polychaeta	23,6789	9,9079	10,4130	14,6666	7,80	17,44
2. Crustacea	0,1526	0,0663	0,1211	0,1133	0,04	0,13
3. Mollusca	0,3397	0,3201	1,0141	0,5580	0,39	0,66
4. Miscelánea	0,5877	0,9288	0,0042	0,5069	—	0,60
Total Eucariota	24,7589	11,2231	11,5524	15,8448	7,71	18,83
5. Procariota	54,0000	44,2140	106,5560	68,2567	33,52	81,15
Total	78,7589	55,4371	118,1084	84,1015	31,67	

intersticiales reducidas de los sedimentos, resultantes de la degradación de materia orgánica procedente de las capas superficiales del mar. MORITA *et al.* (*op. cit.*) han postulado que el principal compuesto orgánico utilizado por *Thioploca* sería el metano. Esto ha sido puesto en duda por HENRICHS y FARRINGTON (1984). Investigaciones recientes (MAIER y GALLARDO, en prensa, a) señalan que el principal aceptor de electrones en el metabolismo de *Thioploca* es el H_2S y que estas bacterias en realidad pueden ser mixotróficas al utilizar sustratos orgánicos marcados en el laboratorio, bajo condiciones microaeróbicas.

Considerando que bajo las condiciones oceanográficas prevaletentes durante EN 1982–83 existían en el fondo sobre 100 m de profundidad condiciones más bien aeróbicas, puede postularse a la mayor oxigenación de las aguas como causa de la pobreza del componente procariótico. En este contexto es importante mencionar que la observación al microscopio de las vainas, en que normalmente se encuentran los tricomas en las especies del género *Thioploca*, reveló que éstas a menudo se encontraban vacías o con escasos tricomas. La motilidad de los tricomas de estas especies y su habilidad para buscar el medio ambiente más apropiado para sus requerimientos metabólicos, son conocidas (MAIER, 1974; MAIER y GALLARDO, en prensa, a). También se ha observado en acuarios con sedimentos el abandono de las vainas por parte de los tricomas, migración que podría atribuirse a la mayor concentración de oxígeno disuelto y/o a la disminución del contenido de H_2S en las aguas intersticiales del sedimento de los acuarios. Esta migración no siempre es total, encontrándose a veces vainas con tricomas vivos en sedimentos mantenidos en acuarios que han perma-

necido largo tiempo bajo estas condiciones. Puesto que las vainas de *Thioploca* son altamente refractarias a la degradación, éstas pueden permanecer en el sedimento vacías o sólo parcialmente ocupadas por tricomas; la simple determinación de la biomasa de filamentos no es suficiente para sugerir la existencia de un componente procariótico funcional en el bentos; es necesario, además, efectuar un examen microscópico de los mismos, especialmente si se sospecha la incursión sobre el fondo de aguas oxigenadas. Este examen microscópico debe efectuarse sobre filamentos colectados directa y cuantitativamente de la muestra bentónica, antes de ser tamizada, y fijados en formalina inmediatamente.

El efecto depresor de las aguas cálidas, pobres en nutrientes, característica de las aguas de EN, sobre la productividad fitoplanctónica, el aporte de materia orgánica particulada y la consiguiente generación de H_2S en el fondo, debe también considerarse en relación con la escasez del componente procariótico bajo las condiciones de EN 1982–83.

A su vez, la baja biomasa eucariótica encontrada en enero de 1983, en comparación con diciembre de 1975 y aun con la reportada por CARRASCO y GALLARDO (1983), podría explicarse por una posible disminución en la tasa de asentamiento de larvas en el fondo durante EN, posiblemente debido a la carencia de alimento suficiente y oportuno en el plancton. Finalmente, la ligeramente mayor biomasa de Mollusca, principalmente bivalvos, se debería precisamente a los más altos tenores (superiores al nivel disaeróbico) de oxígeno disuelto, favorables a estos organismos con conchas calcáreas (RHOADS y MORSE, 1971). En el muestreo de 1975, bajo condiciones normales de baja saturación de oxígeno en el fondo, los moluscos poseían una repre-

sentación insignificante en términos de biomasa, si bien se colectaron en el tamiz de malla fina numerosos individuos muy pequeños recién asentados en el fondo.

Agradecimientos. Esta investigación fue apoyada financieramente por la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción y CONICYT, como contrapartida a un convenio de cooperación establecido entre CONICYT y la National Science Foundation de los EE.UU. de N.A., en el contexto del Latin American Cooperative Program de esta última organización. El autor expresa su reconocimiento a estas instituciones y a su colaborador internacional Dr. Siegfried Maier, de la Ohio University, Athens, Ohio, U.S.A. También extiende sus agradecimientos a la tripulación y personal de apoyo del Departamento de Oceanología de la Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales de la Universidad de Concepción. Al Sr. B. Uccelletti, del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile se le agradece especialmente la gentileza de proveer al autor con datos oceanográficos de la Expedición Mar Chile XIV.

Bibliografía

- AHUMADA, R. y L. CHUECAS. 1979. Algunas características hidrográficas de la Bahía de Concepción (36°40'S/73°02'W) y áreas adyacentes, Chile. *Gayana* (Misc.) 8: 56 pp.
- AHUMADA, R., A. RUDOLPH y V. MARTINEZ. 1982. Circulation and fertility of water in Concepción Bay, Chile. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 16: 95–105.
- ARCOS, D. y R. WILSON. 1984. Upwelling and the distribution of chlorophyll *a* within the Bay of Concepción, Chile. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18: 25–35.
- BRANDHORST, W. 1963. Descripción de las condiciones oceanográficas en las aguas costeras entre Valparaíso y el Golfo de Arauco, con especial referencia al contenido de oxígeno y su relación con la pesca. Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura y Pesca, Labor. Oceanogr. Biol. Pesquera, Santiago, Chile, 55 pp.
- BRANDHORST, W. 1968. Anchoveta resources in northern Chile in relation to environmental conditions from January to February, 1965. *Arch. FischWiss.* 19 (2–3): 167–235.
- BRANDHORST, W. 1971. Condiciones estivales frente a la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 14 (3): 45–84.
- CARRASCO, F.D. y D.F. ARCOS. 1978. Estimación de la producción secundaria de *Paraprionospio pinnata* (Spionidae, Polychaeta) frente a Bahía de Concepción, Chile. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, S. Paulo 29: 245–248.
- CARRASCO, F.D. y D.F. ARCOS. 1984. Life history and production of a cold-temperate population of the sublittoral amphipod *Ampelisca araucana*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 14: 245–252.
- CARRASCO, F.D. y V.A. GALLARDO. 1983. Abundance and distribution of the macrobenthic infauna of the Gulf of Arauco, Chile. *Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol.* 68 (6): 825–838.
- GALLARDO, V.A. 1963. Notas sobre la densidad de la fauna bentónica en el sublitoral del norte de Chile. *Gayana* (Zool.) 10: 3–15.
- GALLARDO, V.A. 1976. On a benthic sulfide system on the continental shelf of north and central Chile. En: Proc. Intern. Symp. Upwell. Coquimbo, Chile 1975 (J.C. Valle, ed): 113–118.
- GALLARDO, V.A. 1977a. Large benthic microbial communities in sulfide biota under Peru-Chile subsurface countercurrent. *Nature*, Lond., 268: 331–332.
- GALLARDO, V.A. 1977b. On the discovery of a large microbial community living in the soft bottoms of the continental shelf off Chile and Peru. *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, Supl. 1: 23–30.
- GALLARDO, V.A. 1979. El bacteriobentos de la plataforma continental de la costa sur-occidental de Sudamérica: un reciente descubrimiento. En: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur. UNESCO, Montevideo: 259–267.
- GUNTHER, E.R. 1936. A report on oceanographical investigations in the Peru Coastal Current. *Discovery Rep.* 13: 107–276.
- HENRICH, S.M. y J.W. FARRINGTON. 1984. Peru upwelling region sediments near 15°S. I. Remineralization and accumulation of organic matter. *Limnol. Oceanogr.* 29 (1): 1–19.
- MAIER, S. 1974. Genus III. *Thioploca* Lauterborn, pp. 115–116. En: R. E. Buchanan and N. E. Gibbons (ed), *Bergey's manual of determinative bacteriology*, 8th ed. The Williams and Wilkins Co., Baltimore.
- MAIER, S. y V.A. GALLARDO. (En prensa a). Nutritional characteristics of two marine Thioplocas determined by autoradiography. *Can. J. Microbiol.*
- MAIER, S. y V.A. GALLARDO. (En prensa b). Description of *Thioploca araucae* sp. nov. and *Thioploca chileae* sp. nov. *Int. Syst. Bacteriol.*
- MORITA, R.Y., R. ITURRIAGA y V.A. GALLARDO. 1981. *Thioploca*: methylotroph and significance in the food chain. *Kieler Meeresforsch.*, Sonderh. 5: 384–389.
- RHOADS, D.C. y J.W. MORSE. 1971. Evolutionary and ecological significance of oxygen-deficient marine basins. *Lethaia* 4: 413–428.
- ROBLES, F.L.E. 1979. Watermasses and circulation in the S.E. Pacific and the «El Niño» event. Thesis, Univ. Wales, 2 vols.
- ROSENBERG, R., W.E. ARNTZ, E. CHUMAN DE FLORES, L.A. FLORES, G. CARBAJAL, I. FINGER y J. TARAZONA. 1983. Benthos biomass and oxygen deficiency in the upwelling system off Peru. *J. Mar. Res.* 41: 263–279.
- ROWE, G.T. y D.W. MENZEL. 1971. Quantitative benthic samples from the deep Gulf of Mexico with some comments on the measurements of deep-sea biomass. *Bull. Mar. Sci.* 21: 556–566.
- SILVA, N., R. ROJAS y T.R. FONSECA. 1983. Observations of the 1982–83 El Niño off Northern Chile. *Trop. Ocean-Atmos. Newsl.* 22: 5–6.
- STARESINIC, N. 1978. The vertical flux of particulate organic matter in the Peru coastal upwelling as measured with a freedrifting sediment trap. Ph.D. Thesis. Woods Hole Oceanographic Institution and Mass. Inst. Tech.