

Grupos principales del zooplancton durante El Niño 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California

Bertha E. Lavaniegos E.^{1,2} y Enrique González-Navarro³

- 1 Departamento de Ecología, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Apdo. Postal 2732. 22800 Ensenada, Baja California, MEXICO. Fax: 52(61)750545. berlav@cicese.mx
- 2 Marine Life Research Group, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, Ca. 92093-0227. USA
- 3 Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Apdo. Postal 19-B. 23080 La Paz, Baja California Sur, MEXICO. egonzal@calafia.uabcs.mx

Recibido 14-I-1999. Corregido 12-III-1999. Aceptado 12-IV-1999.

Abstract: The structure by groups of zooplankton (generally Class or Order) from the San Lorenzo Channel, Gulf of California is described during 1990 and the ENSO 1992-93. The samples were collected with a bongo net of 300 and 500 μm of mesh width. Significant differences in abundances estimated with the two kinds of meshes were found in ten zooplankton groups. Per example, copepods, chaetognaths and siphonophores were underestimated between 21 and 34% with the 500 μm net, compared to the 300 μm . Other groups of smaller size, as appendicularians, thecosomes, foraminiferans and radiolarians, were underestimated in more than 50%. For the meroplankton, bivalve larvae had a mean abundance 96% lower with the 500 μm net. The comparison between spring-summer samples (from the 300 μm net) of 1990 and 1992 indicated a lower incidence of appendicularians and thaliaceans in 1992, while the ostracods increased. These changes may be due to the warming of water by the ENSO 1992-93, a surface temperature 2°C higher was observed in August 1992 compared to August 1990.

Key words: zooplankton, ENSO, El Niño, Gulf of California, abundance, capture efficiency

Palabras clave: zooplankton, ENSO, El Niño, Golfo de California, abundancia, eficiencia de captura

El Niño es un evento climático que ocurre en forma irregular e involucra la interacción de la atmósfera con el océano. Debido a su componente atmosférico, la Oscilación del Sur, el fenómeno se denomina El Niño/Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés). El desarrollo del ENSO, en su fase de calentamiento del océano, se propaga del ecuador a los polos, y sus principales manifestaciones físicas son: el incremento de la corriente costera que fluye hacia el norte, el hundimiento de la termoclina, la elevación del nivel del mar y un aumento de la temperatura superficial (Simpson 1983, Huyer y Smith 1985, Rienecker y Mooers 1986).

Una de las consecuencias biológicas que se manifiestan por El Niño, es la disminución de la biomasa del zooplancton. Este hecho se

encuentra bien documentado para el ENSO 1957-58 (Smith 1971, 1985, Colebrook 1977), el ENSO 1982-83 (McGowan 1984, 1985) y el ENSO 1992-93 (Hayward *et al.* 1994) en la Corriente de California. En el Golfo de California no es posible establecer aún cual es el patrón de variación del volumen de zooplancton, ya que sólo se cuenta con observaciones aisladas (Jiménez y Lara 1988, Lavaniegos y Lara 1990).

El volumen de zooplancton es ampliamente usado como una medida indirecta de la producción secundaria. Sin embargo, debido al alto contenido de agua intersticial y a la pérdida de fluidos corporales con el tiempo de preservación (Ahlstrom y Thraikill 1963), es un estimador poco preciso. Hay evidencias de que

gran parte de la variabilidad en biomasa observada en la Corriente de California es causada por cambios bruscos en las poblaciones de organismos de consistencia gelatinosa (Smith 1971, 1985, Colebrook 1977), los cuales tienen un alto contenido de agua. Los patrones de variación de otros grupos del zooplancton no necesariamente disminuyen durante el ENSO, e incluso pueden sufrir un incremento, como se ha observado con la biomasa de los eufáusidos (Smith 1985, Brinton & Reid 1986). Por lo tanto, conocer la estructura del zooplancton es importante para poder interpretar los efectos del ENSO, ya que permite obtener información general sobre el funcionamiento de las redes tróficas del ecosistema pelágico. El objetivo del presente estudio es describir la estructura del zooplancton basándose en sus principales táxones (generalmente Clase u Orden) en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California, colectado con dos tipos de red, durante un periodo afectado por El Niño 1992-93 en comparación con un año (1990) con condiciones climáticas "promedio".

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio: El Canal de San Lorenzo (24.37°N 110.33°W) comunica a la Bahía de La Paz con el Golfo de California, en su porción sudeste. En su parte media el canal tiene una profundidad de 50 m y fondo arenoso (Cruz *et al.* 1990). Se han medido sus corrientes de marea (Obeso y Jiménez 1989) y su estructura termohalina durante la temporada de verano (Jiménez *et al.* 1994). Algunos estudios ecológicos realizados en la Bahía de La Paz han evaluado la comunidad planctónica y su variación estacional, para la zona sudeste de la bahía (Signoret y Santoyo 1980) y el Canal de San Lorenzo (Lavaniegos y López 1997). La abundancia y distribución de eufáusidos y la producción larvaria de *Nyctiphanes simplex* han sido analizadas para toda el área de la bahía (Silva-Dávila y Palomares-García 1998). Lavaniegos y López (1997) también analizaron la composición de ácidos grasos del plancton para dicha zona.

Recolección y análisis: Se realizaron colectas mensuales de zooplancton de febrero a agosto de 1990, de mayo a noviembre de 1992 y en enero de 1993, mayormente durante el día. Las muestras fueron recolectadas en una sola estación ubicada en el Canal de San Lorenzo. Se efectuaron arrastres oblicuos de 30 m de profundidad a la superficie, con red bongo de 60 cm de diámetro y redes de 300 y 500 µm de luz de malla. El volumen de agua filtrada se midió con flujómetro.

El volumen de zooplancton se determinó según el método del volumen desplazado (Smith y Richardson 1979). Se tomaron alícuotas de 12.5 ml con una pipeta Stempel. En la primera alícuota, todos los organismos fueron contados e identificados a diferentes niveles taxonómicos. Se revisaron alícuotas adicionales hasta completar 1/8 de la muestra original, para contabilizar grupos no registrados en la primera alícuota. Se identificaron los siguientes grupos del holozooplancton: radiolarios (Clase Radiolaria), foraminíferos (Orden Foraminifera), sifonóforos (Orden Siphonophora), medusas (Clase Hydrozoa excepto sifonóforos), ctenóforos (Phylum Ctenophora), tecosomados (Orden Thecosomata), gimnosomados (Orden Gymnosomata), heterópodos (Suborden Heteropoda), poliuetos (Clase Polychaeta), cladóceros (Orden Cladocera), ostrácodos (Subclase Ostracoda), copépodos (Subclase Copepoda), misidáceos (Orden Mysidacea), anfípodos (Orden Amphipoda), eufáusidos (Orden Euphausiacea), decápodos pelágicos (Orden Decapoda), quetognatos (Phylum Chaetognata), apendicularias (Orden Appendicularia) y tunicados (Clase Thaliacea). Se consideraron dentro de los decápodos pelágicos a los penéidos, carídeos, larvas de sergéstido y de langostilla (*Pleuroncodes planipes*). Del meroplancton se contaron nueve categorías de larvas de invertebrados: cifonauta (Phylum Bryozoa), larvas de moluscos bivalvos (Clase Pelecypoda) y cefalópodos (Clase Cephalopoda), trocófora de poliueto (Clase Polychaeta), nauplio de cirripedio (Subclase Cirripedia), larvas de estomatópodo (Subclase Hoplocarida), larvas de decápodos anomuros (In-

fraorden Anomura) y braquiuros (Infraorden Brachyura) y larvas de equinodermo (Phylum Echinodermata).

Cada nectóforo de sifonóforo se contó como un individuo. Previo al análisis estadístico, los datos de abundancia fueron transformados, para normalizarlos, usando la función $\log(x+1)$, donde x = individuos/m³. Se realizó un análisis de varianza de una vía para comparar log-abundancias entre los dos tipos de redes utilizadas. También se compararon log-abundancias entre años, seleccionando solamente muestras de primavera-verano de la red de 300 μ m de luz de malla.

El porcentaje de escape (E) de la red de 500 μ m se estimó mediante: $E = (A_1 - A_2) 100 / A_1$; donde A_1 es la abundancia media logarítmica obtenida con la red de 300 μ m y A_2 , la abundancia media logarítmica de la red de 500 μ m. Estos análisis se realizaron en forma independiente para cada grupo de organismos.

Se determinó la temperatura superficial con un termómetro de cubeta. La temperatura y salinidad a 10, 20, 30 y 40 m de profundidad se midieron con una sonda portátil marca Kahlsico, únicamente durante el periodo 1992-93.

RESULTADOS

Condiciones climáticas: Las temperaturas superficiales en los meses de mayo a julio fueron muy similares en 1990 y 1992 (Fig. 1). Sin embargo en agosto de 1992 se observó una temperatura superficial 2°C más alta que en agosto de 1990. El resto del verano de 1992 permaneció entre los 28°-29°C.

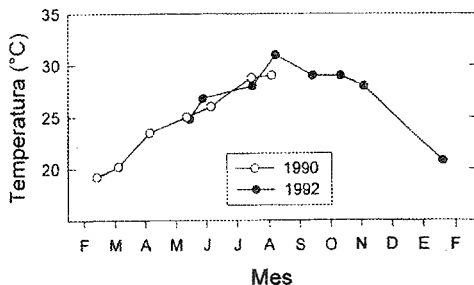


Fig. 1. Temperatura superficial mensual en el Canal San Lorenzo durante 1990 y 1992-93.

Únicamente se tienen datos de temperatura en columna de agua para 1992 (Fig. 2a). Dicho perfil vertical mostró una marcada estratificación de julio a noviembre. La salinidad fue mayor en los primeros 20 m de profundidad con máximos de 35.2 psu de junio a septiembre y un descenso de 0.4 ppt en octubre (Fig. 2b). A 40 m de profundidad el descenso en salinidad de julio a octubre llegó a ser de 1.0 ppt.

Volumen de zooplancton: Aunque los valores de la red de 300 μ m fueron ligeramente más bajos que los de la red de 500 μ m, no se encontró diferencia estadística entre los dos tipos de redes. Por lo tanto, si se incluyesen todas las muestras analizadas, podemos asumir para la zona un volumen de 284 ± 85 ml/1000 m³ (media intervalo de confianza al 95%). Durante 1990 los volúmenes de zooplancton presentaron un pico inicial en febrero (436 y 409 ml/1000 m³ para las redes de 300 y de 500 μ m de luz de malla). Decrecieron en marzo y abril a niveles inferiores a 100 ml/1000 m³, para incrementarse posteriormente hasta un volumen máximo en junio (Fig. 3a). Durante 1992 no se dispone de datos para el invierno, pero durante primavera y verano, los volúmenes de zooplancton se mantuvieron relativamente bajos (entre 99 y 297 ml/1000 m³). En enero de 1993 se elevó la biomasa por arriba de los 600 ml/1000 m³.

Estructura del zooplancton: Los copépodos, decápodos, quetognatos y apendicularias se encontraron en todas las muestras analizadas. Ocho grupos holoplánticos más ocurrieron en el 80 a 95% de las muestras (Anexos 1 y 2). Sin embargo algunos, como los poliquetos (Tomopteridae) y gimnosomados (*Desmopterus*) estuvieron ausentes en las muestras recolectadas con la red de 500 μ m y aparecieron sólo en unas cuantas de la red de 300 μ m. Dentro del meroplancton, las larvas de estomatópodos tuvieron una ocurrencia regular en las muestras pero con muy baja abundancia.

El grupo más abundante fue el de los copépodos, seguido por los quetognatos y las apendicularias. El orden de abundancia de los grupos subsecuentes varía según se consideren

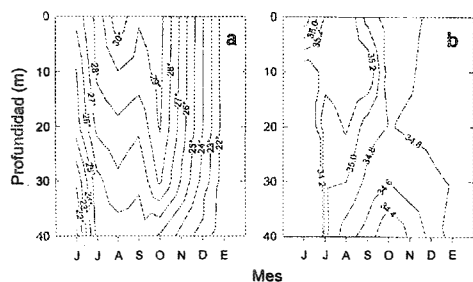


Fig. 2. Perfiles verticales de temperatura (a) y salinidad (b) en el Canal San Lorenzo durante 1992-93.

muestras de una u otra red. Dado que las diferencias de abundancia entre redes fueron más notables que las interanuales, se analizará primeramente el primer factor.

Diferencias entre redes: La abundancia total (Fig. 3b) y por grupos fue regularmente mayor en las muestras colectadas con la red de 300 μm de luz de malla (Anexo 1). Estadísticamente, fue significativamente en siete grupos del holozooplankton y en un grupo merozooplántico (Cuadro 1). La diferencia entre redes es obviamente debida al escape de los organismos de menor talla a través de la red de 500 μm . El escape fue superior al 50% en el caso de las apendicularias, tecosomados, foraminíferos, radiolarios, ostrácodos y misidáceos (Fig. 4). Muchos organismos del meroplankton no fueron capturados por la red de 500 μm . Los copépodos, quetognatos y sifonóforos, que fueron los de mayor densidad en la red de 300 μm , tuvieron un escape del 21-34% con la otra red. La estructura de la comunidad cambia sensiblemente según se consideren las capturas de una u otra red. Por ejemplo, los tunicados y decápodos resultaron de mayor importancia numérica que las apendicularias y sifonóforos en la captura de la red de 500 μm .

Diferencias entre años: Para comparar las diferencias entre años se seleccionaron solamente los meses de primavera y verano, tratando de evitar un sesgo estacional. Solamente cuatro grupos resultaron significativamente diferentes (Cuadro 2). Las apendicularias, tunicados y larvas de poliquetos fueron más abundantes en 1990, mientras que los ostrácodos lo fueron en 1992. El descenso de las apendicularias

es notable, ya que fue el tercer grupo más denso en las capturas con red de 300 μm . Los ostrácodos, mantuvieron abundancias relativamente altas en todas las colectas de 1992 comparadas con una baja densidad en el invierno y ausencia en primavera-verano de 1990.

DISCUSIÓN

La señal del ENSO 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, se observó en agosto de 1992, cuando la temperatura superficial del mar fue 2°C más alta que en agosto de 1990. Aunque se trata de un dato mensual, la anomalía térmica es consistente con las mediciones realizadas por Fernández *et al.* (1994) para la parte sur del Golfo de California en agosto de 1992. Estos autores mencionan que las características termohalinas correspondieron a la presencia significativa de agua tropical al interior del golfo, debido probablemente a la ocurrencia de El Niño. También el registro de temperatura superficial en el muelle fiscal de La Paz, dentro del periodo 1989-1996, indicó el desarrollo de anomalías positivas durante 1992 (Lavaniegos y González-Navarro, en prensa).

Entre los efectos biológicos que produce el ENSO sobre el zooplankton se han reportado la presencia de especies de afinidad tropical en zonas templadas (Glynn 1961, Jiménez y

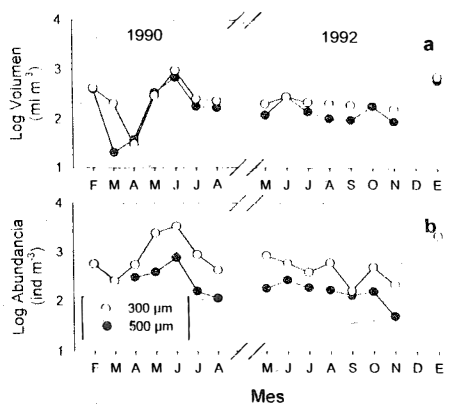


Fig. 3. Variación mensual de volumen (a) y abundancia total (b) del zooplankton colectado con redes de 300 y 500 μm de luz de malla.

CUADRO 1

Abundancia media \pm intervalo de confianza al 95% por grupos de zooplancton colectados con redes de 300 y 500 μm de luz de malla y la probabilidad resultante del análisis de varianza entre redes

Grupos	300 μm (n=15)	500 μm (n=12)	p
Foraminíferos	0.81 0.22	0.26 0.16	<.001*
Radiolarios	0.54 0.28	0.09 0.11	.007*
Medusas	0.42 0.17	0.42 0.20	.993
Sifonóforos	1.26 0.22	0.83 0.30	.017*
Tecosomados	0.96 0.28	0.44 0.2	.007*
Gimnosomados	0.06 0.08	0	.173
Heterópodos	0.37 0.22	0.25 0.15	.345
Poliquetos	0.09 0.09	0	.058
Cladóceros	1.24 0.55	0.83 0.46	.249
Ostrácodos	0.31 0.18	0.12 0.14	.089
Copépodos	2.40 0.22	1.68 0.15	\leq .001*
Anfípodos	0.41 0.25	0.29 0.21	.451
Misidáceos	0.31 0.22	0.09 0.13	.100
Eufáusidos	1.21 0.44	0.79 0.53	.187
Decápodos	1.23 0.19	1.12 0.23	.410
Quetognatos	1.86 0.2	1.47 0.22	.008*
Apendicularias	1.57 0.30	0.74 0.26	<.001*
Tunicados	1.21 0.51	0.98 0.45	.486
Larvas bivalvos	0.29 0.14	0.01 0.03	.001*
Larvas cefalópodos	0.03 0.04	0	.132
Larvas poliquetos	0.14 0.11	0.08 0.13	.478
Nauplios cirripédios	0.20 0.23	0	.107
Larvas anomuros	0.08 0.10	0	.123
Larvas braquiuros	0.95 0.25	0.66 0.32	.121
Larvas estomatópodos	0.33 0.14	0.31 0.10	.769
Cifonautas briozoarios	0.15 0.14	0.01 0.03	.057
Larvas equinodermos	0.39 0.31	0.22 0.25	.353
TOTAL	2.81 0.21	2.29 0.19	.001*

* Indica una significancia <0.05 . Los datos fueron transformados a logaritmos.

Lara 1988, Lavaniegos *et al.* 1989, Palomares y Gómez 1996) o de especies afines a aguas templado-cálidas en zonas frías (Karinén *et al.* 1985, Miller *et al.* 1985, Brinton y Reid 1986). Otros niveles taxonómicos, como los denominados grupos principales del zooplancton, han sido poco explotados como indicadores climáticos (Colebrook 1977, Smith 1985, Lavaniegos y Lara 1990). Sería de gran utilidad poder describir el impacto de los cambios climáticos desde la perspectiva de los principales taxa que componen la comunidad. Esto requiere un menor grado de especialización que la identificación de especies, y aunque no son indicadores tan finos como estas, permiten visualizar la trama trófica de la comunidad. Por ejemplo, en la Cuenca del Sur de California, la disminución del volumen de zooplancton durante el ENSO

1957-59 se debió a una disminución dramática de tunicados (salpas, pirosoomas y doliolidos) y apendicularias (Smith 1971). El primero de estos grupos se incrementó cinco veces de 1955 a 1956, declinando posteriormente hasta casi desaparecer entre 1957 y 1959 (Smith 1985). La misma tendencia fue observada en la zona frente a Baja California, con incrementos en la temperatura superficial de 2 a 4°C a lo largo de toda la Corriente (Smith 1985). En el Canal de San Lorenzo, se observó la misma tendencia decreciente de tunicados y apendicularias (Cuadro 2) durante el ENSO 1992, respecto al año de 1990. La contribución de estos grupos a la biomasa total podría parecer poco importante, al no haber mostrado esta última una diferencia interanual significativa. No obstante, implica un cambio sustancial en la comunidad

CUADRO 2

Abundancia media \pm intervalo de confianza al 95% por grupos de zooplancton durante 1990 y 1992 y la probabilidad resultante del análisis de varianza entre años.

Grupos	1990 (n=4)	1992 (n=4)	p
Foraminíferos	0.77 0.63	0.76 0.57	.960
Radiolarios	0.46 0.85	0.46 0.60	.999
Medusas	0.42 0.48	0.43 0.20	.952
Sifonóforos	1.40 0.85	1.06 0.45	.305
Tecosomados	1.40 0.76	1.04 0.79	.329
Gimnosomados	0.03 0.09	0	.356
Heterópodos	0.68 0.63	0.36 0.69	.320
Poliquetos	0.13 0.40	0.17 0.26	.794
Cladóceros	1.43 2.16	1.57 0.54	.844
Ostrácodos	0	0.53 0.22	<.001*
Copépodos	2.64 0.67	2.44 0.27	.401
Anfípodos	0.62 1.37	0.24 0.28	.421
Misidáceos	0.30 0.36	0.19 0.44	.586
Eufáusidos	1.46 1.77	1.22 1.37	.741
Decápodos	1.33 0.66	1.39 0.29	.794
Quetognatos	2.02 0.37	1.89 0.25	.382
Apendicularias	2.20 0.60	1.46 0.54	.027*
Tunicados	2.21 0.71	1.07 1.24	.045*
Larvas bivalvos	0.42 0.30	0.31 0.61	.641
Larvas cefalópodos	0	0.07 0.14	.165
Larvas poliquetos	0.16 0.20	0	.038*
Nauplios cirripédios	0.13 0.40	0.08 0.26	.780
Larvas anomuros	0.19 0.39	0	.167
Larvas braquiuros	1.25 1.01	0.69 0.24	.133
Larvas estomatópodos	0.29 0.29	0.33 0.39	.765
Cifonautas briozoarios	0.25 0.29	0.22 0.71	.909
Larvas equinodermos	0	0.13 0.41	.356
TOTAL	3.13 0.65	2.78 0.22	.157

* Indica una significancia <0.05 . Los datos fueron transformados a logaritmos. Solo se utilizaron datos del periodo mayo-agosto de las muestras colectadas con red de 300 μm .

del Canal de San Lorenzo, ya que el tipo de herbívoros estuvo más fuertemente dominado por crustáceos durante 1992. En un periodo posterior al evento de 1992-93, durante la primavera 1994, los doliólidos y las apendicularias volvieron a ser herbívoros abundantes, compitiendo por alimento con los copépodos y cladóceros (Lavaniegos y López 1997), en forma similar a como lo fueron en 1990. Estos cambios afectan la dinámica pelágiaca y por ende, los procesos de producción biológica. La influencia de los tunicados es importante en el Canal de San Lorenzo, el cual está recibiendo continuamente la influencia del Golfo de California. Sin embargo, en áreas más protegidas de la bahía, los copépodos parecen dominar en la comunidad a lo largo del año, como fue ob-

servado para la costa sudeste de la Bahía de La Paz (Signoret y Santoyo 1980). Estos autores encontraron algunos ejemplares del doliólido *Doliolum denticulatum*, pero en general la ocurrencia de tunicados fue pobre durante el periodo de mayo 1975 a marzo de 1976. La presencia de apendicularias, observada por estos autores, fue más consistente en las cuatro estaciones del año, pero siempre en abundancias inferiores a 5%.

El hecho de no haber observado una diferencia interanual significativa en el volumen de zooplancton en el presente estudio, podría atribuirse al incremento de otros organismos, los cuales estarían compensando la disminución de tunicados. Por ejemplo, en un estudio complementario al presente, sobre el efecto del

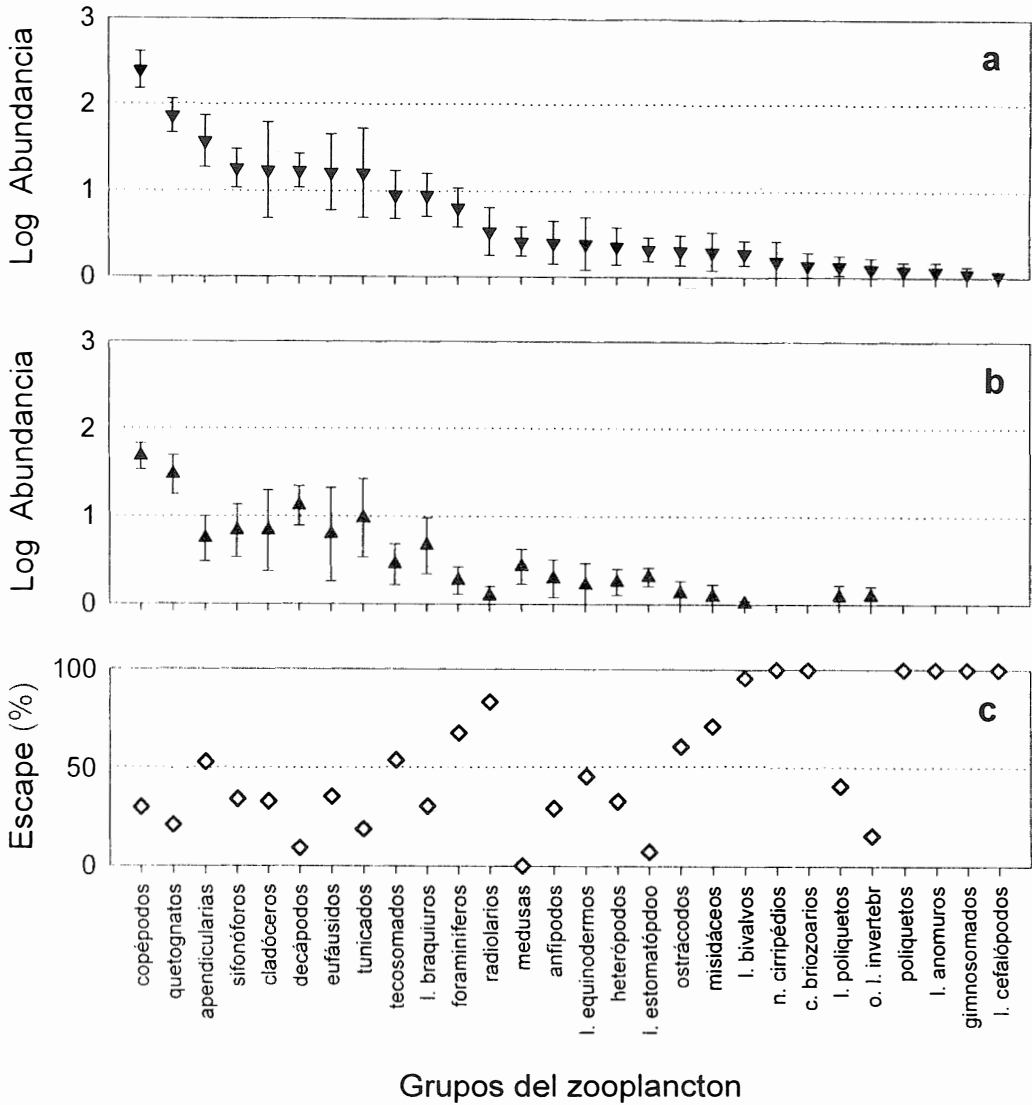


Fig. 4. Media logarítmica de la abundancia \pm intervalo de confianza al 95% para los grupos de zooplancton colectados con redes de 300 (a) y 500 (b) μm de luz de malla. También se muestra el porcentaje de escape (c). Los grupos están ordenados según la tendencia decreciente observada en la red de 300 μm . (Datos originales en ind m^{-3})

ENSO 1992-93 en la comunidad de copéodos del Canal de San Lorenzo, se observó un incremento de *Undinula vulgaris* durante el pico del evento (Lavaniegos y González-Navarro, en prensa). Este fue uno de los copéodos más grandes presentes en la zona de estudio.

Aparentemente el ENSO en el Golfo de California no tiene un efecto negativo en la productividad del ecosistema pelágico. Por ejemplo, durante marzo de 1982 y 1983, se en-

contraron concentraciones altas de clorofila *a* y una elevada productividad primaria (Valdez y Lara 1987, Lara y Valdez 1988), mientras que en marzo-abril de 1985, cuando el sistema se recupera del ENSO, estos parámetros presentaron un descenso (Lara *et al.* 1993). Respecto a la biomasa de zooplancton, también se registraron volúmenes altos en el golfo durante el ENSO 1982-83 (Jiménez y Lara 1988, Lavaniegos y Lara 1990), cuando se les compara

con otras zonas. Sin embargo, no existe suficiente información relativa a la biomasa de zooplancton del golfo para periodos no afectados por el ENSO, por lo que no es posible establecer aún cual es el patrón de cambio de este parámetro durante El Niño, en relación con un promedio histórico en la zona.

Por otro lado, la comparación entre diferentes zonas se dificulta por los tipos de redes usadas por diferentes autores (ver Lavaniegos y Lara 1990). Como se observó en el presente estudio, varios de los grupos del zooplancton mostraron abundancias significativamente superiores con la red de luz de malla más pequeña (Cuadro 1). La pérdida o escape de los organismos a través de la red se ha documentado desde el siglo pasado (ver revisión de Vannucci 1968). La capacidad de retención de redes cuya luz de malla de 125 a 333 μm son más indicadas para capturar apropiadamente la fracción del mesozooplancton (Ohman y Wilkinson 1989, Kršinić & Lucić 1994, Koppelman & Wikert 1997). Dicha fracción puede llegar a constituir más de un tercio de la biomasa total (Ohman y Wilkinson 1989). Infortunadamente, muchas de las colecciones existentes, por ejemplo la de CalCOFI, que incluye muestras de la zona de Baja California, se han recolectado con redes de 505 μm , que son más adecuadas para recolectar macrozooplancton. La cantidad de estas fracciones también está en función de la localidad estudiada. Por ello, los estudios comparativos entre tipos de redes, como el del presente estudio, resultan de utilidad al normar un criterio cuantitativo de los organismos no capturados, es decir, subestimados por nuestras recolecciones de antaño. Los datos de abundancia por grupos de zooplancton de Jiménez y Lara (1988) para marzo de 1983, y de Lavaniegos y Lara (1990) para marzo de 1984, son especialmente útiles para hacer esta comparación con los del presente estudio, ya que usaron una red de 333 μm en varios puntos del Golfo de California. Estos autores observaron una baja abundancia de tunicados, comparada con la de copépodos y cladóceros. Por lo tanto parece que los tunicados son un grupo sensiblemente afectado por el ENSO. La mayoría de los grupos que sufrieron escape a

través de la red, son organismos de talla pequeña, como en el caso de los radiolarios, foraminíferos, tecosomados (*Limacina*), apendicularias y larvas de bivalvos. En el caso de los sifonóforos, copépodos y quetognatos, las tallas son variables, así que los organismos de pequeño tamaño fueron los que sufrieron un escape sustancial a través de la red. Por ello se recomienda el uso de una malla de 300 μm en una zona costera como el Canal de San Lorenzo.

Se requiere un número mucho mayor de datos sobre la biomasa y estructura del zooplancton en diferentes periodos temporales para el Golfo de California, antes de poder establecer el patrón de variabilidad de estos parámetros. Recientemente se ha puesto en claro que dichos patrones de variabilidad deben ser analizados en la perspectiva de una escala temporal más amplia, ya que existen evidencias de que el ecosistema pelágico no sólo presenta ciclos estacionales y "disturbios interanuales" tipo El Niño, sino que podría estar oscilando a escalas decadales (Aebischer *et al.* 1990, CPR Survey Team 1992, Roemich y McGowan 1995a,b).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la participación de estudiantes y técnicos en el trabajo de campo. El financiamiento de esta investigación provino de la Secretaría de Educación Pública a través del proyecto "Biología y ecología de importancia comercial de la Bahía de La Paz" de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (convenio DGICSA 90-01-405).

RESUMEN

Se describe la estructura del zooplancton por grupos (generalmente Clase u Orden) del Canal de San Lorenzo, Golfo de California, durante 1990 y en el ENSO 1992-93. Las muestras fueron recolectadas con redes bongo de 300 y 500 μm de luz de malla. Se encontraron diferencias significativas en las abundancias estimadas

con las dos clases de malla para diez grupos de zooplancton. Por ejemplo, los copépodos, que-tognatos y sifonóforos fueron subestimados en 21 a 34% con la red de 500 μm , comparada con la de 300 μm . Otros grupos de menor talla, como las apendicularias, tecosomados, foraminíferos y radiolarios, fueron subestimados más de 50%. Dentro del meroplancton, las larvas de bivalvos presentaron una abundancia media 96% mas baja con la red de 500 μm . La comparación de muestras de primavera-verano (con la red de 300 μm) entre 1990 y 1992 indicó una menor incidencia de apendicularias y tunicados en 1992, mientras que los ostrácodos se incrementaron. Estos cambios podrían ser debidos al calentamiento del agua observado durante el ENSO 1992-93, ya que se observó una temperatura superficial 2°C más alta en agosto de 1992 comparada con agosto de 1990.

REFERENCIAS

- Aebischer, N.J., J.C. Coulson & J.M. Colebrook. 1990. Parallel long-term trends across four marine trophic levels and weather. *Nature* 347:753-755.
- Ahlstrom, E.H. & J.R. Thraikill. 1963. Plankton volume loss with time of preservation. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 9:57-73.
- Brinton, E. & J.L. Reid. 1986. On the effects of interannual variations in circulation and temperature upon the euphausiids of the California Current. *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.* 49:25-34.
- Colebrook, J.M. 1977. Annual fluctuations in biomass of taxonomic groups of zooplankton in the California Current, 1955-1959. *Fishery Bull.* 75:357-368.
- CPR Survey Team. 1992. Continuous plankton records: the North Sea in the 1980's. *ICES mar. Sci. Symp.* 195:243-248.
- Cruz, R., A. Mendoza & C. Martínez. 1990. Profundidades y formas de la Bahía de La Paz. *Geonotas, Depto. Geología, Univ. Autón. Baja California Sur, México*, 1.
- Fernández, M.E., M.A. Monreal & A. Molina. 1994. Thermohaline structure and geostrophic flow in the Gulf of California, during 1992. *Ciencias Marinas* 20:267-286.
- Glynn, P.W. 1961. The first recorded mass stranding of pelagic red crabs, *Pleuroncodes planipes*, at Monterey Bay, California, since 1859 with notes on their biology. *Calif. Fish & Game* 47:97-101.
- Hayward, T. L., A.W. Mantyla, R.L. Lynn, P.E. Smith & T.K. Chereskin. 1994. The state of the California Current in 1993-1994. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 35:19-35.
- Huyer, A. & R.L. Smith. 1985. The signature of El Niño off Oregon, 1982-1983. *J. Geophys. Res.* 90:7133-7142.
- Jiménez, A.R., M. Obeso, M.A. Alatorre, S. Troyo y H. García. 1994. Hidrología de la Bahía de La Paz. *Oceanología, Unidad Educ. Ciencia Tecnología del Mar, México* 1:115-131.
- Jiménez, L.C. & J.R. Lara. 1988. Zooplankton biomass and copepod community structure in the Gulf of California during the 1982-1983 El Niño event. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 29:122-128.
- Karinen, J.F., B.L. Wing & R.R. Straty. 1985. Records and sightings of fish and invertebrates in the eastern Gulf of Alaska and oceanic phenomena related to the 1983 El Niño event. p. 253-267. *In* W. Wooster & L. Fluharty (eds.). *El Niño North. Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean. Washington Sea Grant Program.* Seattle.
- Koppelman, R. & H. Wikert. 1997. Deep Arabian Sea mesozooplankton distribution. *Intermonsoon, October 1995. Mar. Biol.* 129:549-560.
- Kršinic, F. & D. Lucic. 1994. Mesozooplankton sampling experiments with the 'Adriatic' sampler: Differences of catch between 250 and 125 μm mesh netting gauze. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 38:113-118.
- Lara, J.R., R. Millán, J.L. Lara & C. Bazán. 1993. Phytoplankton productivity and biomass by size classes, in the central Gulf of California during spring 1985. *Ciencias Marinas* 19:137-154.
- Lara, J.R. & J.E. Valdez. 1988. Size fraction biomass and primary productivity in the Gulf of California during spring 1984. *Ciencias Marinas* 14:1-14.
- Lavaniegos, B.E. & E. González-Navarro. 1999. Cambios en la comunidad de copépodos durante el ENSO 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California. *Ciencias Marinas*: (en prensa).

- Lavaniegos, B.E. & J.R. Lara. 1990. Zooplankton of the Gulf of California after the 1982-1983 El Niño event: Biomass distribution and abundance. *Pacific Science* 44:297-310.
- Lavaniegos, B.E., J.R. Lara & E. Brinton. 1989. Effects of "El Niño" 1982-1983 event upon the euphausiid populations of the Gulf of California. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 30:73-87.
- Lavaniegos, B.E. & D. López. 1997. Fatty acid composition and community structure of plankton from the San Lorenzo Channel, Gulf of California. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 45:845-854.
- McGowan, J.A. 1984. The California El Niño, 1983. *Oceanus* 27:48-51.
- McGowan, J.A. 1985. El Niño 1983 in the Southern California Bight. p. 166-184. *In* W.Wooster & L. Fluharty (eds.). *El Niño North. Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean.* Washington Sea Grant Program. Seattle.
- Miller, C.B., H.P. Batchelder, R.D. Brodeur & W.G. Pearcy. 1985. Response of the zooplankton and ichthyoplankton off Oregon to the El Niño event of 1983. p. 185-187. *In* W.Wooster & L. Fluharty (eds.). *El Niño North. Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean.* Washington Sea Grant Program. Seattle.
- Obeso, M. y A.R. Jiménez. 1989. Propagación de la constituyente m2 de la marea en la Bahía de La Paz, B.C.S., México, mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico. *Inves. Mar., Centro Interdisc. Cienc. Marinas, Inst. Politéc. Nal., México* 4:140-301.
- Ohman, M.D. & J.R. Wilkinson. 1989. Comparative standing stocks of mesozooplankton and macrozooplankton in the southern sector of the California Current System. *Fish. Bull.* 87:967-976.
- Palomares, R. & J. Gómez. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, Mexico, during El Niño 1983-84. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 43:583-595.
- Rienecker, M.M. & C.N.K. Mooers. 1986. The 1982-1983 Niño off Northern California. *J. Geophys. Res.* 91:6597-6608.
- Roemich, D. & J. McGowan. 1995a. Climatic warming and the decline of zooplankton in the California Current. *Science* 267:1324-1326.
- Roemich, D. & J. McGowan. 1995b. Sampling zooplankton: Correction. *Science* 268:352-353.
- Signoret, M. & H. Santoyo. 1980. Aspectos ecológicos del plancton de la Bahía de La Paz, B.C.S. *An. Centro Cienc. Mar Y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* 7:217-248.
- Silva-Dávila, R. & J.R., Palomares-García. 1998. Unusual larval growth production of *Nyctiphanes simplex* in Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *J. Crustacean Biol.* 18:490-498.
- Simpson, J.J. 1983. Large-scale thermal anomalies in the California Current during the 1982-83 El Niño. *Geophys. Res. Letters* 10:937-940.
- Smith, P.E. 1971. Distributional atlas of zooplankton volume in the California Current region, 1951 through 1966. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Atlas* 13.
- Smith, P.E. 1985. A case history of an Anti-El Niño to El Niño transition on plankton and nekton distribution and abundances. p. 121-142. *In* W.Wooster & L. Fluharty (eds.). *El Niño North. Niño effects in the eastern subarctic Pacific Ocean.* Washington Sea Grant Program. Seattle.
- Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para la prospección de huevos y larvas de peces pelágicos. *FAO Documentos Técnicos de Pesca* 175.
- Valdez, J.E. & J.R. Lara. 1987. Primary productivity in the Gulf of California: Effects of El Niño 1982-1983 event. *Ciencias Marinas* 13:34-50.
- Vannucci, M. 1968. Loss of organisms through the meshes. p. 77-86. *In* D.J. Tranter & J.H. Fraser (eds.). *Zooplankton sampling.* Unesco, Paris.

ANEXO 1

Abundancia (ind m⁻³) de los grupos zooplanctónicos colectados con red de 300 µm de luz de malla

Grupos	9002	9003	9004	9005	9006	9007	9008	9205	9206	9207	9208	9209	9210	9211	9301
holoplancton															
Foraminíferos	3	0	10	4	15	7	1	4	2	3	18	4	17	11	26
Radiolarios	3	0	0	0	7	8	0	5	1	0	5	1	12	4	43
Medusas	1	<1	<1	3	0	3	2	1	3	1	1	2	13	0	5
Sifonóforos	18	42	58	117	27	20	5	4	11	9	25	3	18	28	9
Tecosomados	13	1	3	21	108	22	6	56	3	7	7	2	5	1	8
Gimnosomados _j	0	0	0	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Heterópodos	4	1	2	15	4	2	1	6	3	0	0	0	0	0	0
Poliquetos	1	0	0	0	2	0	0	1	0	<1	<1	0	0	0	0
Cladóceros	0	1	192	344	429	2	0	73	20	16	73	2	1	3	450
Ostrácodos	1	<1	0	0	0	0	0	3	3	3	1	3	9	1	1
Copépodos	216	109	223	534	1456	334	142	430	336	199	193	52	187	69	1112
Anfípodos	1	1	1	0	77	1	1	1	0	1	1	1	2	1	4
Misidáceos	1	19	0	0	2	2	1	0	1	3	0	0	0	0	8
Eufáusidos	89	36	6	1	700	60	81	42	52	4	13	1	3	4	0
Decápodos	3	5	6	11	16	88	11	16	42	18	26	16	43	13	20
Quetognatos	170	8	37	98	221	64	84	45	97	93	85	35	57	54	244
Apendicularias	25	9	4	540	110	143	71	49	8	31	4	8	49	19	65
Tunicados	0	0	2	741	108	91	87	1	20	2	115	18	18	0	91
Meroplancton															
Larvas bivalvos	1	1	1	3	2	1	1	6	0	<1	1	0	0	0	2
Larvas cefalópodos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<1	0	0	0	0	1
Larvas poliquetos	1	0	0	<1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	3
Nauplios cirriped.	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	27
Larvas anomuros	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas braquiuros	3	22	12	2	91	34	9	6	2	4	5	4	21	1	11
Larvas estomatóp.	<1	<1	0	0	1	2	1	2	1	0	2	2	5	4	1
Cifonautas briozoa.	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	7	0	0	0	0
Larvas equinoder.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	42	8	14
Otras larvas invert.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0
total	563	258	562	2436	3382	888	433	855	607	395	618	163	502	220	2189
Rastros ctenóforos	+			+		+									
Cistos dinoflagelados	5	1	0	0	15	12	0	134	0	2	10	0	18	3	138

LAVANIEGOS & GONZÁLEZ: Grupos principales del zooplancton

ANEXO 2

Abundancia (ind m-3) de los grupos zooplanctónicos colectados con red de 500 µm de luz de malla.

Grupos	9004	9005	9006	9007	9008	9005	9006	9207	9208	9209	9210	9211
holoplancton												
Foraminíferos	4	0	0	0	0	1	1	3	1	2	2	1
Radiolarios	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0
Medusas	0	1	8	4	0	5	<1	3	1	1	3	1
Sifonóforos	32	44	15	6	0	3	4	4	7	4	7	1
Tecosomados	0	0	12	9	2	0	3	2	3	3	1	1
Heterópodos	1	3	2	3	0	1	2	0	1	0	0	1
Cladóceros	156	35	62	1	<1	7	6	3	16	1	<1	0
Ostrácodos	0	0	<1	0	0	0	1	4	0	<1	1	0
Copépodos	62	68	152	38	35	49	95	39	24	34	31	27
Anfípodos	0	0	17	<1	<1	1	<1	1	0	0	2	1
Misidáceos	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0
Eufáusidos	0	1	340	30	0	75	27	3	3	1	<1	1
Decápodos	7	1	12	22	26	7	46	8	27	9	18	9
Quetognatos	38	10	60	14	37	22	67	91	34	33	30	5
Apendicularias	2	36	10	5	4	3	1	5	3	4	18	<1
Tunicados	1	193	44	13	1	0	12	5	38	18	17	1
meroplancton												
Larvas bivalvos	0	0	0	<1	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas poliquetos	0	0	4	<1	0	0	1	0	0	0	0	0
Larvas braquiuros	5	1	36	8	1	5	0	11	3	2	18	0
Larvas estomatópodos	<1	1	1	1	1	1	1	<1	1	1	5	1
Larvas equinodermos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	3	1
Otras larvas inverteb.	0	0	0	0	<1	0	1	0	3	0	1	0
total	306	394	774	157	110	181	268	187	167	131	157	47
Rastros ctenóforos										+		

(Las muestras correspondientes a 9002, 9003 y 9301 no se encontraban disponibles).