

XXVII CONGRESO DE CIENCIAS DEL MAR
Iquique, 28 al 31 de mayo 2007

**Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica y sifonóforos
en relación con las condiciones oceanográficas entre
Puerto Montt y la boca del Guafo**

Daniela Soto & Sergio Palma

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 1020, Valparaíso, Chile

Se analiza la distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica y sifonóforos colectados en 35 estaciones oceanográficas distribuidas entre Puerto Montt y la boca del Guafo, en primavera 2004. Las muestras se obtuvieron mediante pescas oblicuas y estratificadas con redes Bongo desde 200 m a superficie, identificándose un total de ocho especies. La abundancia de las especies más frecuentes (*Muggiaea atlantica*, *Sphaeronectes gracilis*, *Pyrostephos vanhoeffeni* y *Lensia conoidea*) se relacionó con la distribución de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Además, se efectuó un análisis geoestadístico para comparar la variabilidad temporal de las especies más frecuentes entre 1995 y 2004 en esta misma área. La biomasa presentó altos valores en la zona norte, especialmente en el seno de Reloncaví y golfo de Ancud, coincidente con lo registrado en 1995. La especie predominante, *M. atlantica*, presentó una estructura homogénea de gran extensión con focos de mesoescala de alta densidad en toda el área de estudio. Mediante análisis geoestadístico se estimó una alta variabilidad de su abundancia en toda el área de estudio entre 1995 y 2004, en respuesta a su notorio incremento de abundancia registrado en primavera de 2004, lo cual fue confirmado por diferencias significativas obtenidas con el test de Mann-Whitney. Se observó que la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica y las especies colectadas es función de procesos continuos y autocorrelacionados, pero con alta variabilidad a pequeña escala debida a procesos que no pueden ser observados con la escala resolutive de este estudio.

Financiamiento: Proyecto CONA-C10F 04-11.

Distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica y sifonóforos en relación a las condiciones oceanográficas entre Puerto Montt y la boca del Guafo

Daniela Soto & Sergio Palma

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 1020, Valparaíso, Chile
e-mail: danielasotog@yahoo.com; spalma@ucv.cl

Desde 1995 se ha desarrollado un programa sistemático de investigaciones oceanográficas en la región de fiordos y canales australes entre Puerto Montt y el cabo de Hornos, en el cual los estudios sobre zooplancton se han centrado en la composición específica, distribución espacial y vertical en determinados periodos del año (Palma & Rosales, 1997; Palma & Silva, 2004). Sin embargo, para entender la evolución de cualquier población en el tiempo, es preciso comparar los resultados obtenidos en diferentes periodos del año y en diferentes años (Raymont, 1983).

Una alternativa factible es el análisis estacional y espacial de la distribución de organismos zooplanctónicos mediante aproximaciones en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Una característica importante de los SIG es que sostienen una combinación y visualización de diferentes capas de información, mejorando la capacidad para describir y modelar la distribución de organismos planctónicos (González & Marín, 1998). Sin embargo, para efectuar una comparación de la distribución de variables en ambientes acuáticos hay que considerar que estas no se distribuyen aleatoriamente, sino más bien de una forma estructurada en espacio y tiempo (Mackas *et al.*, 1985). La forma de agregación zooplanctónica más frecuente, es la distribución en parches donde la probabilidad de encontrar un organismo es mayor en las proximidades donde ya existe otro, y disminuye a medida que se alejan de él. Esto último permite considerar la distribución en parches como un proceso con continuidad espacial que sigue patrones de variabilidad. Esto se puede resolver mediante técnicas geoestadísticas, que permiten estimar patrones espaciales de parámetros biológicos y ambientales, y construir mapas de abundancia de organismos (Simard *et al.*, 1992).

En la primavera de 2004 se realizaron 35 estaciones oceanográficas comprendidas entre Puerto Montt (41°30'S) y boca del Guafo (43°30'S). En esta área se efectuaron pescas oblicuas y

estratificadas con redes Bongo de 60 cm de diámetro de boca con 350 µm desde 200 m a superficie. Para comparar la distribución geográfica de la biomasa zooplanctónica y distribución de los sifonóforos obtenidos en los cruceros de primavera de 1995 y 2004, se utilizó el Data Report de ambos cruceros y los resultados de Palma & Rosales (1997) y Silva *et al.* (1997).

De las muestras analizadas se identificaron ocho especies de sifonóforos: *Abylopsis tetragona*, *Dimophyes arctica*, *Eudoxoides spiralis*, *Lensia conoidea*, *Muggiaea atlantica*, *Pyrostephos vanhoeffeni*, *Sphaeronectes gracilis* y *S. fragilis*. *M. atlantica* fue la especie predominante constituyendo el 94% de los sifonóforos, seguida de *S. gracilis* (3%) y *P. vanhoeffeni* (2%). Las especies restantes aportaron solo el 1% del total. Las especies más frecuentes (> 30%), fueron *M. atlantica* (100%), *S. gracilis* (65,5%), *P. vanhoeffeni* (42,9%) y *L. conoidea* (31,4%).

La biomasa zooplanctónica presentó altos valores en la zona norte, especialmente en seno de Reloncaví y golfo de Ancud, resultados coincidentes con los registrados en 1995, cuando las máximas densidades se determinaron en el seno de Reloncaví (Palma & Rosales, 1997; Palma & Silva, 2004). Sólo en la zona norte del área de estudio no detectaron diferencias importantes entre ambas primaveras (Fig. 1a), lo cual fue confirmado por los valores significativos del test de Mann-Whitney (Tabla 1).

La especie predominante fue *M. atlantica* que en su distribución espacial presentó una estructura homogénea de gran extensión, con focos de mesoescala de alta densidad en toda el área. Este comportamiento podría estar relacionado con su carácter eurohalino y euritermo (Montcaleano & Niño, 1979; Palma & Silva, 2004). Este carácter se reflejó en la ausencia de correlación con las variables ambientales, ya que además, tiene una amplia distribución en el estrato epipelágico (0-200 m). Al comparar las abundancias registradas entre las primaveras de 1995 y 2004, se pudo observar una alta variabilidad en respuesta a su notorio incremento durante 2004 (Fig. 1b).

S. gracilis y *P. vanhoeffeni* presentaron una distribución similar, mostrando las mayores densidades de individuos en las estaciones situadas al sur de las islas Desertores, con focos de mesoescala de densidad media en las zonas de mayor influencia oceánica. Esto fue corroborado por la correlación positiva de estas especies con la salinidad.

S. gracilis solo se capturó en el crucero de 2004, por lo tanto su comparación con la primavera de 1995 no fue posible. Por su parte, la distribución *P. vanhoeffeni* no fue concordante con lo registrado en la primavera de 1995 (Palma & Rosales, 1997). Esta especie se encontró fundamentalmente en la zona norte, en áreas de baja salinidad y estuvo ausente al sur de las islas Desertores. Esto se evidenció por cambios superiores al 40% (Fig. 1c) y diferencias significativas entre ambos cruceros al sur de los 43°S (Tabla 1).

Los cambios en la distribución de abundancia de *L. conoidea* fueron menores y se restringieron al extremo occidental del golfo de Ancud. A diferencia de las otras especies, sus variaciones se debieron a la fuerte disminución de abundancia detectada en primavera de 2004 (Fig. 1d).

En general, se observó que la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica y los sifonóforos durante ambas primaveras (1995-2004), es función de procesos continuos y autocorrelacionados. Sin embargo, la estabilización del modelo se alcanza en grandes distancias considerando la amplia extensión de la zona de estudio, situación que también se detecta en los elevados rangos de autocorrelación para la mayoría de las especies. Por otra parte, la variabilidad a pequeña escala fue generalmente alta (> 40%) considerando la variabilidad total detectada, esto significa que la variación a pequeña escala no estaría totalmente cubierta por el modelo ajustado. Esto podría conducir a una sobreestimación del diámetro de los procesos autocorrelacionados, mezclando parches de pequeña dimensión debido fundamentalmente a que los procesos involucrados no podrían ser observados con la escala resolutive utilizada en estos cruceros.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo y financiamiento del Proyecto CONA-C10F 04-11 que permitió efectuar este estudio.

REFERENCIAS

- González, A. & V.H. Marín. 1998. Distribution and life cycle of *Calanus chilensis* and *Centropages brachiatus* (Copepoda) in Chilean coastal waters: a GIS approach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 165: 109-117.
- Mackas, D.L., K.L. Denman & M.R. Abbot. 1985. Plankton patchiness: biology in the physical vernacular. *Bull. Mar. Sci.*, 37: 652-674.
- Montcaleano, A. & L. Niño. 1979. Celentéreos planctónicos de la bahía Cartagena, descripciones y notas ecológicas. *Bull. Mus. Mar.*, 9: 37-96.
- Palma, S. & S. Rosales. 1997. Sifonóforos epipelágicos de los canales australes chilenos (41°30'-46°40'S). *Cienc. Tecnol. Mar*, 20: 125-145.
- Palma, S. & N. Silva. 2004. Distribution of siphonophores, chaetognaths, euphausiids and oceanographic conditions in the fjords and channels of southern Chile. *Deep-Sea Res. II*, 51: 513-535.
- Raymont, J.E.G. 1983. *Plankton and productivity in the ocean*. Pergamon Press, New York, 824 pp.
- Simard, Y., P. Legendre, G. Lavoie & D. Marcotte. 1992. Mapping, estimating biomass, and optimizing sampling programs for spatial autocorrelated data: Case study of the northern shrimp (*Pandalus borealis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* Vol. 49: 32-45.

Silva, N., C. Calvete & H. Sievers. 1997. Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre Puerto Montt y Laguna San Rafael (Crucero Cimar-Fiordo 1). Cienc. Tecnol. Mar, 20: 23-106.

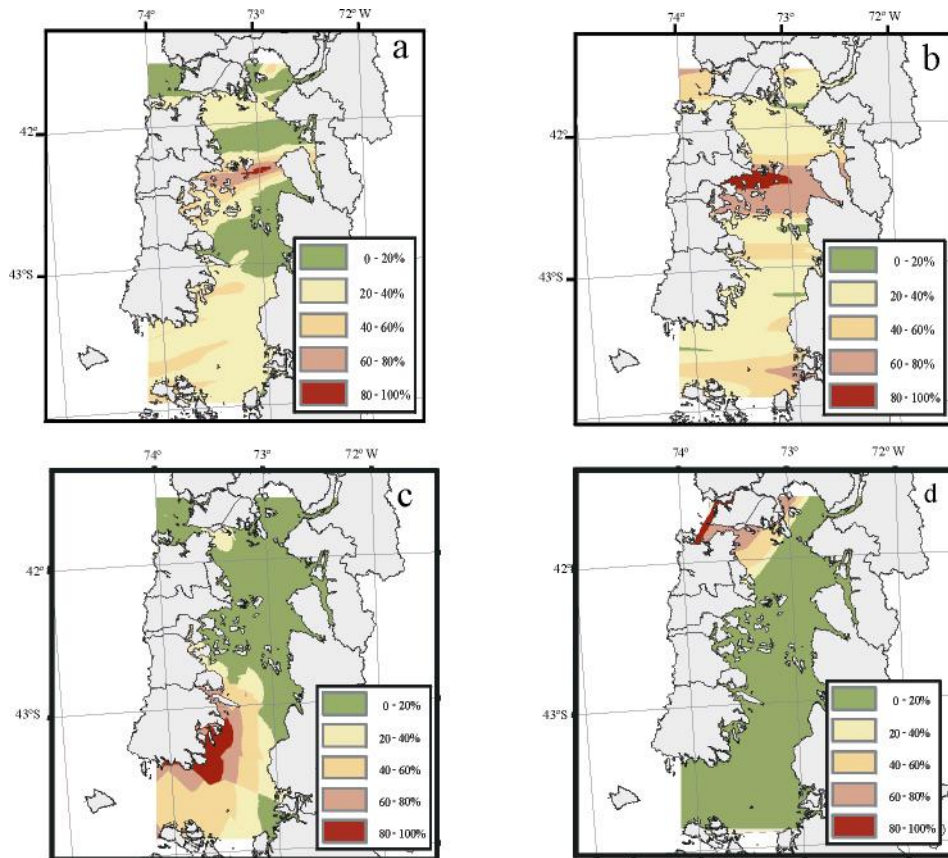


Figura 1. Porcentaje de cambio entre las primaveras de 1995 y 2004. a) biomasa zooplanctónica, b) *Muggiaea atlantica*, c) *Pyrostephos vanhoeffeni*, d) *Lensia conoidea*.

Tabla 1. Resultados del test de Mann-Whitney para las variables biológicas con $p = 0,15$. Los valores significativos se indican en negritas.

Zona	Variables	Biomasa	<i>Muggiaea atlantica</i>	<i>Pyrostephos vanhoeffeni</i>	<i>Lensia conoidea</i>
Norte	n	23	23	23	23
	U	61,0	2,0	61,0	12,0
	Z	0,248069	3,90709	0,248069	3,286920
	p	0,804081	0,000093	0,784146	0,001013
Central	n	26	26	26	26
	U	45,0	7,0	111,0	105,0
	Z	-2,00594	-3,96045	0,04157	0,29099
	p	0,044863	0,000075	0,960482	0,771056
Sur	n	15	15	15	15
	U	0,0	0,0	6,0	25,0
	Z	-3,18198	-3,18198	-2,47487	-2,23570

p	0,001463	0,001463	0,013329	0,813654
---	-----------------	-----------------	-----------------	----------