

*Condielmente al Dr. P. Pugh.*

*Sergio Palma*

Cienc. Tecnol. Mar, 20: 125-145, 1997

## **SIFONÓFOROS EPIPELÁGICOS DE LOS CANALES AUSTRALES CHILENOS (41° 30' - 46° 40' S)**

EPIPELAGIC SIPHONOPHORES FROM SOUTHERN CHILEAN INLETS  
(41° 30' - 46° 40' S)

SERGIO PALMA G.  
SERGIO ROSALES G.

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

### **RESUMEN**

Se analiza la ocurrencia, abundancia y distribución espacial de los sifonóforos epipelágicos colectados durante el crucero Cimar-Fiordo 1 efectuado, entre el 18 de octubre y 11 de noviembre de 1995, en los canales australes chilenos, entre Puerto Montt (41° 30' S) y Laguna San Rafael (46° 40' S), Chile. Las muestras de zooplancton se obtuvieron con redes Bongo en 103 estaciones oceanográficas, mediante pescas oblicuas desde 200 m a superficie. Se determinó un total de 11 especies de sifonóforos, 2 Physonectae y 9 Calycophorae, siendo las especies más abundantes *Muggiaea atlantica*, *Lensia conoidea* y *Pyrostephos vanhoeffeni*. Para esta área de canales australes chilenos se registran por primera vez las especies *Physophora hydrostatica*, *Vogtia pentacantha*, *V. serrata* y *Dimophyes arctica*.

La distribución espacial mostró dos zonas de mayor densidad de organismos en las zonas norte y sur del área de estudio, caracterizadas por aguas de origen estuarino de baja salinidad, separadas por una zona central de bajas densidades de organismos correspondientes al golfo Corcovado, donde prevalece la influencia de aguas oceánicas más salinas, que penetran por la boca del Guafo. Se determinaron relaciones significativas entre la abundancia de *M. atlantica* y los incrementos de salinidad y densidad del agua; la abundancia de *L. conoidea* y la disminución de oxígeno disuelto; la disminución de *Dimophyes arctica* y el incremento de temperatura, y disminución de salinidad y densidad del agua.

### **ABSTRACT**

The occurrence, abundance and spatial distribution of epipelagic siphonophores collected during the cruise Cimar-Fiordo 1 are described the cruise was conducted between the 18th of October and the 11th of November of 1995 in the southern Chilean channels, between Puerto Montt (41° 30' S) and San Rafael lagoon (46° 40' S), Chile. Zooplankton samples were collected with Bongo nets in 103 oceanographic stations. Oblique hauls were taken from a maximum depth of 200 m to the surface. A total of 11 species were identified: 2 Physonectae and 9 Calycophorae. The most abundant species were *Muggiaea atlantica*, *Lensia conoidea* and *Pyrostephos vanhoeffeni*. The species *Physophora hydrostatica*, *Vogtia pentacantha*, *V. serrata* and *Dimophyes arctica* are first records for this area of austral Chilean inlets.

The spatial distribution showed two zones of high density of organisms, north and south of the study area, corresponding to low salinity waters of estuarine origin. These zones are separated by a central zone of low density of organisms, corresponding to the Corcovado gulf, where the influence of oceanic saline waters entering by the Guafo mouth prevails. Significant relationships between the abundance and increasing or decreasing values of abiotic parameters were found: *M. atlantica* abundance showed affinity with increasing salinity and density of the water; *L. conoidea* relates to the decrease of dissolved oxygen; *Dimophyes arctica* lower densities were associated with increasing temperatures and waters of low salinity and density.

**Palabras claves:** Sifonóforos, abundancia, distribución geográfica, canales australes chilenos.

**Key words:** Siphonophores, abundance, geographic distribution, southern Chilean inlets.

Recibido para publicación: 13 de junio de 1997.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas interiores de los canales australes localizados entre Puerto Montt y la Laguna San Rafael presentan indudables perspectivas de investigación oceanográfica, debido a los procesos hidrodinámicos que ocurren en la región y sus efectos sobre la distribución de los organismos planctónicos en sus aguas. Además, es una zona que está siendo fuertemente intervenida por las actividades de acuicultura, forestales y turísticas que se efectúan en el área, especialmente en los sectores correspondientes a las aguas interiores de Chiloé y puerto Chacabuco.

Sin embargo, existe un número reducido de estudios zooplanctónicos en esta área, los cuales están referidos casi exclusivamente al seno Aysén y canales adyacentes. Estos estudios han contemplado el estudio de zooplancton durante el desarrollo del proyecto de introducción del salmón del Pacífico en esa región, por parte de la Agencia Internacional de Cooperación Japonesa y el Servicio Nacional de Pesca (Clasing y Chaparro, 1983; Hirakawa *et al.*, 1985; Hirakawa, 1986, 1988).

En estas investigaciones se ha dado especial relevancia al conocimiento de la composición específica y distribución geográfica de los copépodos, encontrándose además de las especies características de aguas chilenas, la presencia de algunas especies endémicas de aguas templadas y boreales del Pacífico Norte (Hirakawa, 1986, 1988). Para el resto de los grupos zooplanctónicos se entregan antecedentes globales sobre su distribución espacio-temporal en el período 1980-1983. Posteriormente, Antezana *et al.* (1992) señalan la presencia dominante de copépodos y estados larvales de organismos planctónicos y bentónicos en aguas del archipiélago de Chiloé, sin identificar las especies encontradas en la zona.

Con el objeto de incrementar el conocimiento taxonómico y ecológico sobre el plancton de la zona de canales, el presente trabajo estudia la identificación, distribución y abundancia de los sifonóforos en los

canales interiores, así como su relación con las condiciones oceanográficas de la zona. Al mismo tiempo, entrega la distribución de abundancia de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio. Estos resultados permitirán no sólo aportar nuevos antecedentes sobre la distribución geográfica de los sifonóforos en aguas de la costa chilena (Palma, 1977, 1986, 1994; Palma y Rosales, 1995), sino también incrementar el conocimiento de la biodiversidad planctónica en esas aguas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del Crucero Cimar-Fiordo 1 realizado, entre el 18 de octubre y el 11 de noviembre de 1995, con el buque oceanográfico AGOR. "Vidal Gormaz" de la Armada de Chile, se efectuaron 103 estaciones oceanográficas, en 91 de las cuales se tomaron muestras de zooplancton (Fig. 1), en el área de los canales australes localizados entre Puerto Montt (41° 30' S) y Laguna San Rafael (46° 40' S).

En cada una de estas estaciones se efectuaron pescas oblicuas de zooplancton con redes Bongo de 60 cm de diámetro de boca y 350 µm de abertura de malla, arrastradas entre los 200 m de profundidad y la superficie. En las estaciones donde la profundidad fue inferior a 200 m, la pesca se efectuó desde los 5 m del fondo. El volumen de agua filtrado por la red, se estimó mediante flujómetros instalados en cada una de sus bocas.

Para la conservación de los organismos colectados, las muestras de plancton se fijaron a bordo del buque con una solución de agua de mar con formalina al 5% neutralizada con tetraborato de sodio, para su posterior análisis en laboratorio. La biomasa zooplanctónica se estimó utilizando el método de desplazamiento de volumen por sedimentación, previa extracción de los organismos superiores a 10 mm, y el resultado se expresó en mililitros de plancton húmedo en 1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar filtrada (ml/1.000 m<sup>3</sup>).

De las muestras obtenidas se extrajeron los sifonóforos, los cuales fueron identifica-

dos sobre la base de trabajos taxonómicos específicos (Totton, 1965; Kirkpatrick y Pugh, 1984). El análisis cuantitativo del suborden Calycophorae se efectuó contabilizando el número de nectóforos superiores, mientras que para las especies del suborden Physonectae, el número de nectóforos presentes en la muestra se dividió por 10 para obtener un individuo, de acuerdo al criterio sugerido por Pugh (1984).

La densidad relativa de los sifonóforos así como de las especies dominantes fue estandarizada y expresada en número de individuos/1.000 m<sup>3</sup> de agua de mar, mientras que su representación gráfica se efectuó utilizando la escala métrica log<sup>2</sup> que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980).

Para el análisis de la estructura comunitaria de los sifonóforos se utilizó el índice de uniformidad de Pielou (J)

$$J = H'_{\text{obs}} / H'_{\text{máx}}$$

calculado por medio de la expresión de diversidad de Shannon-Weaver (H)

$$[H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)]$$

y además se empleó el índice de sobreposición de Horn (R)

$$(R = H'_{\text{máx}} - H'_{\text{obs}} / H'_{\text{máx}} - H'_{\text{mín}})$$

para agrupar las muestras de acuerdo a su similitud jerárquica (Ludwig y Reynolds, 1988; Sáiz, 1980).

Para el análisis de las relaciones entre las especies y el ambiente se calcularon los promedios ponderados de temperatura, salinidad, densidad y contenido de oxígeno disuelto, y se calculó además, la estabilidad de la columna de agua según la ecuación

$$E = -\sum \Delta \sigma_t / \Delta z$$

donde  $\sigma_t$  = densidad y  $z$  = profundidad.

## RESULTADOS

### Características hidrográficas

Las características hidrográficas de la zona de estudio fueron analizadas detalladamente por Silva *et al.* (1997). No obstante, para comprender la distribución de los organismos zooplanctónicos se presenta a continuación una breve descripción de las condiciones oceanográficas, que permiten dividir el área de estudio en tres zonas bien definidas (Fig. 1):

- a) Zona norte, comprendida entre el seno Reloncaví e islas Deserto: caracterizada por aguas de origen estuarino, con bajos valores de salinidad (<32,5 psu) que en superficie pueden llegar a 28 psu al interior del seno Reloncaví; las temperaturas fueron superiores a 10 °C y en este mismo seno pueden llegar a los 12 °C en superficie.
- b) Zona central, comprendida por las estaciones oceánicas, boca del Guafo y golfo Corcovado: caracterizada por aguas de origen oceánico, constituidas por la mezcla de aguas subantárticas y aguas de origen ecuatorial subsuperficial, con salinidades mayores de 32 psu y máximos de 34 psu en profundidad, y con temperaturas comprendidas entre 8 y 10 °C.
- c) Zona sur, que comprende todos los canales ubicados al sur del golfo Corcovado: caracterizada por aguas de origen estuarino, con salinidades menores de 32,5 psu y valores decrecientes hacia el sur, que presentaron un mínimo de 21 psu en el golfo Elefantes; las temperaturas fueron superiores a 9 °C y también disminuyeron hacia el sur del área de estudio.

### Distribución de la biomasa zooplanctónica

En general, la biomasa zooplanctónica estuvo determinada por la presencia predominante de copépodos, eufáusidos y quetognatos, el resto de los taxa se encontró en escasa abundancia. Los valores de biomasa fluctuaron entre un mínimo de 18,4 ml/1.000 m<sup>3</sup> en la estación 77, ubicada al este de la isla Elena en la

boca del seno Aysén, y un máximo de 1.625,8 ml/1.000 m<sup>3</sup> en la estación 22, ubicada al este de isla Talcán, en el canal Desertores. La distribución latitudinal de la biomasa mostró una marcada variabilidad en el área de estudio, encontrándose las mayores densidades en las zonas norte (seno Reloncaví y golfo de Ancud) y sur del área de estudio (canales Moraleda, Darwin, Puyuguapi y Aysén). Ambas zonas fueron separadas por una zona central de bajas densidades correspondiente al golfo Corcovado (Fig. 2).

En la zona norte, la biomasa media fue de 499,4 ml/1.000 m<sup>3</sup>, con valores que fluctuaron entre 55,9 y 1625,8 ml/1.000 m<sup>3</sup>. Las mayores densidades de organismos se registraron al interior del seno Reloncaví y en los alrededores de las islas Desertores; mientras que al interior de los esteros Comau y Reñihue las biomazas fueron muy bajas. La zona central, influenciada por las aguas oceánicas que penetran al interior del golfo Corcovado, presentó una biomasa media de 177,2 ml/1.000 m<sup>3</sup>, con rangos que fluctuaron entre 54,7 y 383,0 ml/1.000 m<sup>3</sup>. Se caracterizó por una pobreza generalizada, a excepción de las estaciones 25 y 26 localizadas en las proximidades de las islas Desertores. Finalmente, en la zona sur se observó un incremento en los valores de biomasa, que tuvieron una media de 246,9 ml/1.000 m<sup>3</sup> y que fluctuaron entre 18,4 y 649,5 ml/1.000 m<sup>3</sup>. Las mayores densidades de zooplancton se determinaron entre los 45° y 46° S, especialmente en la región central y sur del canal Moraleda y canales adyacentes.

#### Composición específica

El análisis taxonómico de las muestras zooplanctónicas permitió identificar un total de 11 especies de sifonóforos, todas ellas citadas por primera vez para los fiordos y canales de la zona estudiada. De las especies identificadas, 2 pertenecían al Suborden Physonectae: *Physophora hydrostatica* y *Pyrostephos vanhoeffeni*; y 9 al Suborden Calycophorae: *Vogtia pentacantha*, *V. serrata*, *Lensia conoidea*, *Muggiaea atlantica*, *Dimophyes arctica*, *Eudoxoides spiralis*, *Sphaeronectes gracilis*, *S. fragilis* y *Abylopsis tetragona*.

Las especies dominantes fueron, en orden decreciente de abundancia, *Muggiaea atlantica*, *Lensia conoidea* y *Pyrostephos vanhoeffeni*; de estas especies, *M. atlantica* fue la especie de más amplia distribución en la zona de estudio. Las especies restantes fueron muy escasas y varias de ellas aparecieron en una sola ocasión. Del conjunto de especies identificadas, se destaca la presencia de *Physophora hydrostatica*, *Vogtia pentacantha*, *V. serrata* y *Dimophyes arctica* que son citadas por primera vez para aguas de la costa chilena.

#### Distribución y abundancia

Los sifonóforos se encontraron en toda el área de estudio y presentaron un patrón de distribución muy similar al de la biomasa zooplanctónica, con máximos de abundancia en las zonas norte y sur, separadas en la zona central por una zona de menor abundancia correspondiente al golfo Corcovado. En la zona norte, las mayores densidades de organismos se determinaron en el seno Reloncaví, golfo de Ancud y cabeza de los canales Comau y Reñihue. En la zona central se determinaron las menores densidades, con una disminución de abundancia desde aguas oceánicas hacia aguas interiores del golfo Corcovado. En la zona sur, las mayores densidades se determinaron en el extremo sur del canal Moraleda y canales Jacaf y Puyuguapi; en esta zona se detectaron bajas cantidades de organismos en la transecta formada por el canal Darwin y seno Aysén. La ausencia de sifonóforos se detectó únicamente en la estación 70, situada a la entrada del canal Darwin (Fig. 3).

*Muggiaea atlantica* mostró, en general, una disminución de su abundancia de norte a sur en el área de estudio. En efecto, sus máximas densidades se determinaron en el golfo de Ancud y cabeza de los canales Comau y Reñihue, en este último se obtuvo un máximo de 2.455 ind/1.000 m<sup>3</sup>. En el golfo Corcovado se encontró en escasa abundancia, al igual que en las estaciones oceánicas situadas en la boca del Guafo. En la zona sur, se detectó una leve recuperación en la cantidad de *M. atlantica*, especialmente en los

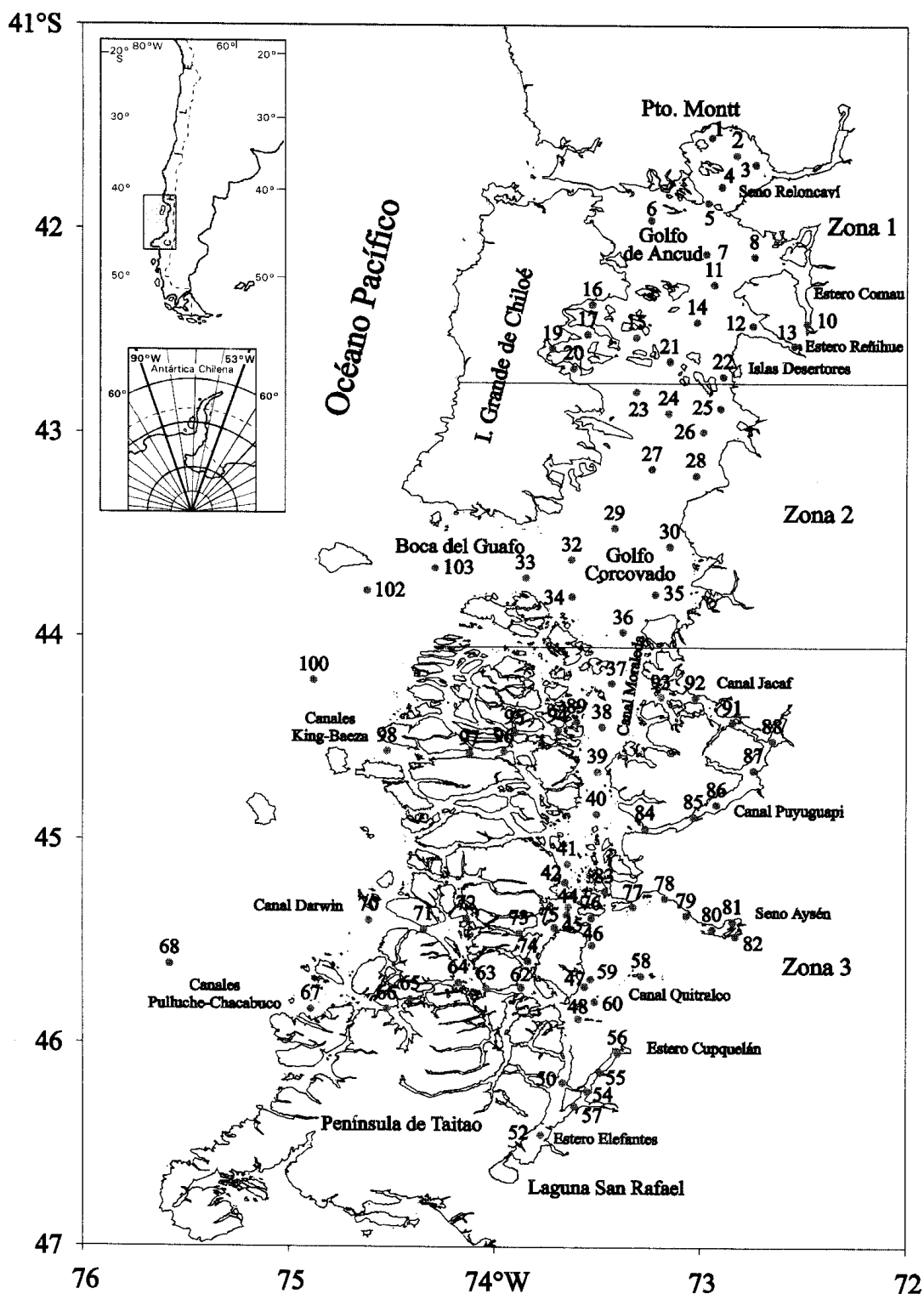


Figura 1: Posición de las estaciones de muestreo oceanográfico en el área de estudio.

Figure 1: Locations of oceanographic sampling stations in the study area.

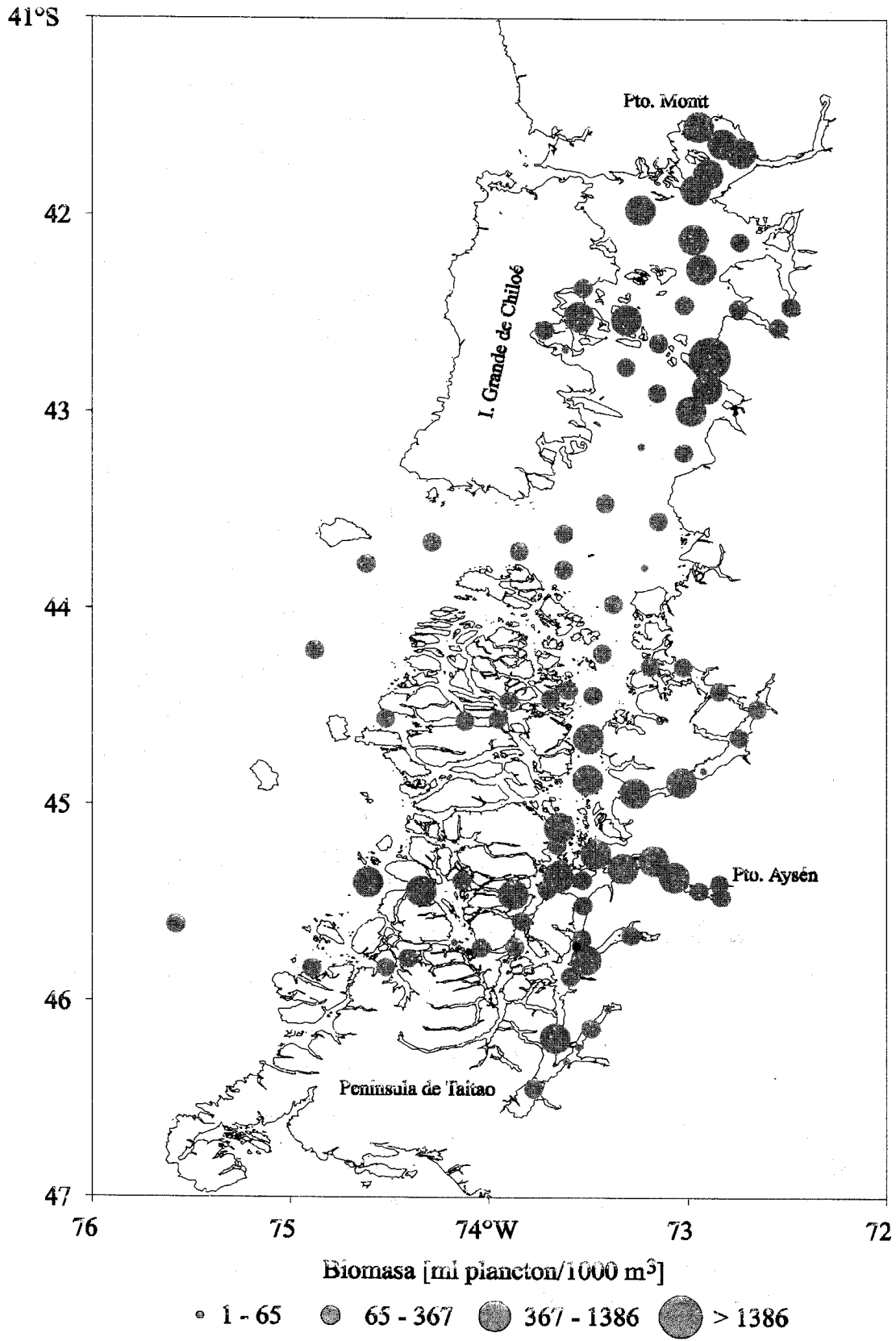


Figura 2: Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica en el área de estudio.

Figure 2: Spatial distribution of zooplankton biomass in the study area.

canales Moraleda y King-Baeza, así como en la cabeza de los canales Jacaf y Puyuguapi. Al sur de los 45° S se registró una fuerte disminución de abundancia, particularmente en los canales continentales, como seno Aysén, canales Quintralco y Cupquelán, y estero Elefantes, en varios de los cuales estuvo ausente (Fig. 4).

*Lensia conoidea* se distribuyó solamente en las zonas norte y sur del área de estudio. Se encontró en forma abundante al interior del seno Reloncaví, con un máximo de 1.561 ind/1.000 m<sup>3</sup> en la estación más costera (estación 1) y en el estero Reñihue. A pesar que se colectaron algunos ejemplares en las estaciones oceánicas frente a la boca del Guafo, no se encontraron individuos al interior del golfo Corcovado. En la zona sur, se registraron áreas de mayor densidad en los canales Jacaf, Puyuguapi, extremo sur del Moraleda, Costa y Pulluche (Fig. 5).

*Pyrostephos vanhoeffeni* presentó una distribución bastante irregular. En la zona norte se encontró en escasa cantidad en algunas estaciones. En la zona central se registró en escasa cantidad en el área oceánica frente a la boca del Guafo, pero estuvo ausente en todas las estaciones del golfo Corcovado. En la zona sur se encontró ampliamente distribuida, registrándose las mayores densidades en los canales King-Baeza, Jacaf, Puyuguapi y Cupquelán. La mayor cantidad de nectóforos se determinó en la boca del canal Jacaf, alcanzando un máximo de 922 ind/1.000 m<sup>3</sup> en la estación 93 (Fig. 6).

Las especies restantes fueron muy escasas y varias de ellas aparecieron en una sola ocasión. De estas especies, se destaca la presencia de *Dimophyes arctica* y *Abylopsis tetragona* que fueron las más frecuentes de este grupo y se distribuyeron principalmente desde la zona oceánica frente a la boca del Guafo hacia el interior del golfo Corcovado y boca del canal Moraleda (Fig. 7).

#### Riqueza específica

La riqueza específica fluctuó entre 1 y 6 especies de sifonóforos por muestra. Del

total de estaciones analizadas, en 20 estaciones se encontró 1 sola especie (21,9%), 2 en 27 (29,6%), 3 en 33 (36,2%), 4 en 8 (8,8%), 5 en 3 (3,3%) y 6 en 1 (1,1%), esta última correspondió a la estación 100, ubicada en el área oceánica. Estos resultados indican que esta zona tiene una escasa riqueza, ya que el 50% de las muestras contenían un máximo de dos especies de sifonóforos; estas estaciones se distribuyeron en el golfo Corcovado, boca del canal Moraleda, seno Aysén, canales Darwin y Pulluche, golfo Elefantes, y esteros Quintralco y Cupquelán. El resto de las áreas muestreadas presentaron entre tres y seis especies.

#### Uniformidad

Los resultados del cálculo de uniformidad mostraron que en el 52,7% de las estaciones analizadas, los valores de uniformidad fueron inferiores a 0,5 debido a que en esas estaciones se registró un máximo de dos especies. En cambio, las estaciones que tuvieron valores iguales o mayores de 0,75 se encontraron solamente en la boca del Guafo, canales King-Baeza, Jacaf y Puyuguapi, sector septentrional del canal Moraleda, boca del seno Aysén y cabeza del estero Quintralco. Los menores valores (<0,25), se determinaron en algunas estaciones del golfo Corcovado, cabeza de seno Aysén, canales Darwin, Pulluche y Costa, estero Cupquelán y golfo Elefantes (Fig. 8).

#### Agrupación de estaciones oceanográficas según el índice de Horn

Mediante la utilización del índice de superposición de Horn se formaron seis grupos de estaciones con características hidrográficas particulares y una similitud faunística igual o superior al 80% (Tablas I y II, Fig. 9). El Grupo 1 estuvo constituido por estaciones con rangos bajos de temperatura y altos de salinidad, propios de aguas oceánicas, y se caracterizó por la presencia conjunta de *D. arctica* y *M. atlantica* que aportaron un 56% y 29% respectivamente a este índice. El Grupo 2 reunió una gran cantidad de estaciones localizadas de norte a sur en el área de estu-

Tabla I. Rangos de los promedios ponderados de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, y de la estabilidad de la columna de agua. Profundidad: 0-200 m.

Table I. Mean range (weight values) of temperature, salinity, density and dissolved oxygen; and the stability of the sea water column between. Depth: 0-200 m.

Grupo	Temperatura		Salinidad		Densidad		Oxígeno		Estabilidad	
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.
0	8,68	9,78	32,44	33,78	24,99	26,21	4,63	5,97	7,63	12,02
1	8,86	9,37	33,54	33,81	25,93	26,21	4,21	4,70	7,07	10,39
2	9,43	10,30	29,30	33,37	22,53	25,77	3,84	6,32	0,23	70,15
3	9,61	9,86	31,13	33,08	23,98	25,49	2,78	5,82	1,47	88,97
4	9,41	11,08	27,49	33,29	21,02	25,68	2,55	6,14	5,59	312,40
5	9,51	9,67	29,40	33,40	22,65	25,78	3,92	4,94	28,06	47,88
6	8,63	9,67	23,49	26,78	18,17	20,60	4,91	6,81	18,01	67,42

Tabla II. Aporte promedio de las principales especies a cada grupo de estaciones oceanográficas formado mediante el índice de sobreposición de Horn.

Table II. Mean contribution of the main species to each group of oceanographic stations formed by the Horn index.

Especies	Grupo de estaciones oceanográficas					
	1	2	3	4	5	6
<i>Pyrostephos vanhoeffeni</i>	0,010	0,007	0,336	0,009	0,624	0,993
<i>Lensia conoidea</i>	0,006	0,101	0,093	0,753	0,256	0,000
<i>Muggiaea atlantica</i>	0,292	0,911	0,510	0,142	0,051	0,000
<i>Dimophyes arctica</i>	0,562	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000

dio, caracterizadas por la influencia predominante de aguas estuarinas de baja salinidad, dominado por *M. atlantica* (91%). El Grupo 3, formado por un pequeño número de estaciones situadas principalmente en el canal King-Baeza, caracterizado por amplios rangos de oxígeno disuelto, mostró la asociación de *M. atlantica* (51%) y *P. vanhoeffeni* (33%). El Grupo 4 estuvo compuesto por estaciones situadas en los senos Reloncaví y Aysén, canal Puyuguapi y extremo sur del área de estudio, caracterizado por aguas de mayor temperatura, baja salinidad y baja densidad, con predominio de *L. conoidea* (75%). El Grupo 5, constituido por cuatro estaciones situadas en la boca del canal Jacaf y cabeza del estero Quitralco, con aguas de temperatura relativamente más altas y bajos valores de oxígeno disuelto, caracterizado por *P. vanhoeffeni* (62%) y *L. conoidea* (25%). Finalmente, el Grupo 6 estuvo definido por las estaciones ubicadas

en el estero Cupquelán y golfo Elefantes, caracterizado por bajos valores de salinidad y densidad, y alta estabilidad de la columna de agua, que mostró un fuerte predominio de *P. vanhoeffeni* (99%).

Adicionalmente, se efectuó un análisis de correlación canónica entre los promedios ponderados de temperatura, salinidad, densidad, contenido de oxígeno disuelto, y estabilidad de la columna de agua versus la abundancia de cada especie de sifonóforo, expresada en  $\log(x+1)$ , dando como resultado valores significativos ( $\chi^2 = 180,6577$ , g.l. = 55, p-valor <0,05). De las cinco componentes canónicas tres fueron significativas al 5% (Tabla III). La primera componente mostró que el aumento en la abundancia de *M. atlantica* estuvo asociada a incrementos de salinidad y densidad del agua. La segunda componente indicó que la disminución en la abundancia de *D. arctica* estuvo asociada a incrementos de



temperatura, y disminución de la salinidad y densidad del agua. Por último, la tercera componente mostró que el aumento en la

abundancia de *L. conoidea* se relacionó con la disminución del contenido de oxígeno disuelto (Tabla IV).

Tabla III. Resultados del análisis de correlación canónica según la extracción sucesiva de variables canónicas. En negrita se indican las correlaciones significativas.

Table III. Results of the canonical correlation analysis by successive removal of canonical variates. Numbers in black indicate significant correlations.

Parámetros	Componente canónica				
	1	2	3	4	5
R Canónico	0,805	0,713	0,531	0,394	0,138
R <sup>2</sup> Canónico	0,648	0,509	0,282	0,155	0,019
$\chi^2$	180,658	97,726	41,235	14,909	1,522
g.l.	55	40	27	16	7
P-valor	<b>0,000001</b>	<b>0,00001</b>	<b>0,039</b>	0,531	0,982
Varianza explic. (%)	40,17	31,55	17,49	9,61	0,18

Tabla IV. Cargas canónicas para el período de estudio, considerando las cinco variables canónicas. En negrita se indican las componentes significativas.

Table IV. Canonical weights for the period of study. Numbers in black indicate significant components.

Variables	Componente canónica		
	1	2	3
Ambiente			
Temperatura	0,273	0,716	0,427
Salinidad	<b>0,819</b>	-0,512	0,211
Densidad	<b>0,807</b>	-0,544	0,190
Oxígeno	0,308	0,386	<b>-0,716</b>
Estabilidad	-0,499	0,286	0,422
log (x+1)			
<i>Physophora hydrostatica</i>	0,109	-0,096	-0,088
<i>Pyrostephos vanhoeffeni</i>	-0,485	-0,326	0,059
<i>Vogtia serrata</i>	-0,008	-0,318	0,083
<i>Vogtia pentacantha</i>	0,029	-0,305	0,113
<i>Lensia conoidea</i>	-0,117	-0,010	0,795
<i>Muggiaea atlantica</i>	<b>0,782</b>	-0,132	0,042
<i>Dimophyes arctica</i>	0,193	<b>-0,689</b>	0,032
<i>Eudoxoides spiralis</i>	0,146	0,055	-0,104
<i>Sphaeronectes gracilis</i>	0,006	0,105	-0,229
<i>Sphaeronectes fragilis</i>	0,292	0,321	0,420
<i>Abylopsis tetragona</i>	0,259	-0,326	0,203

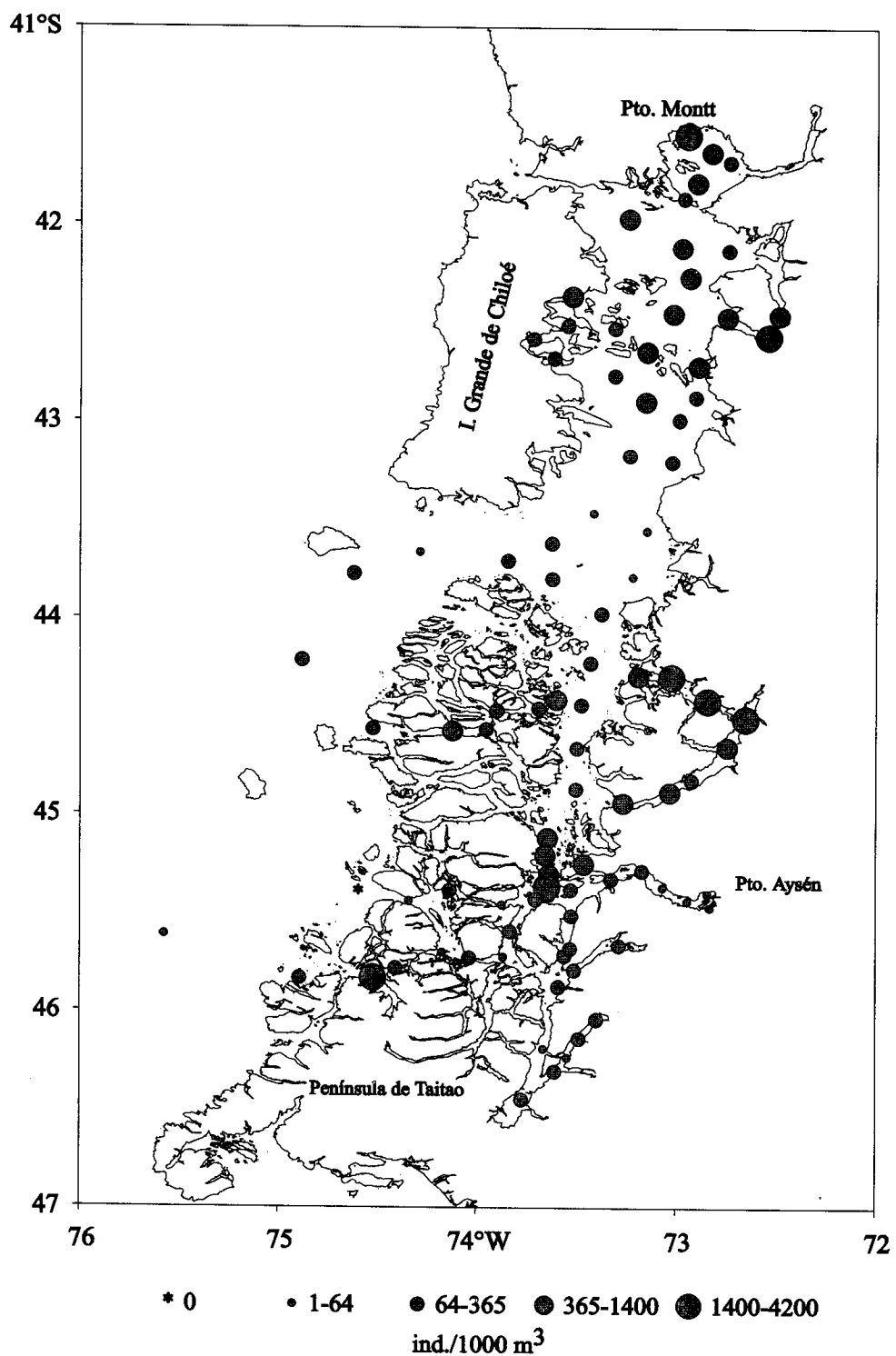


Figura 3: Distribución espacial y abundancia de los sifonóforos en el área de estudio.

Figure 3: Siphonophores spatial distribution and abundance in the study area.

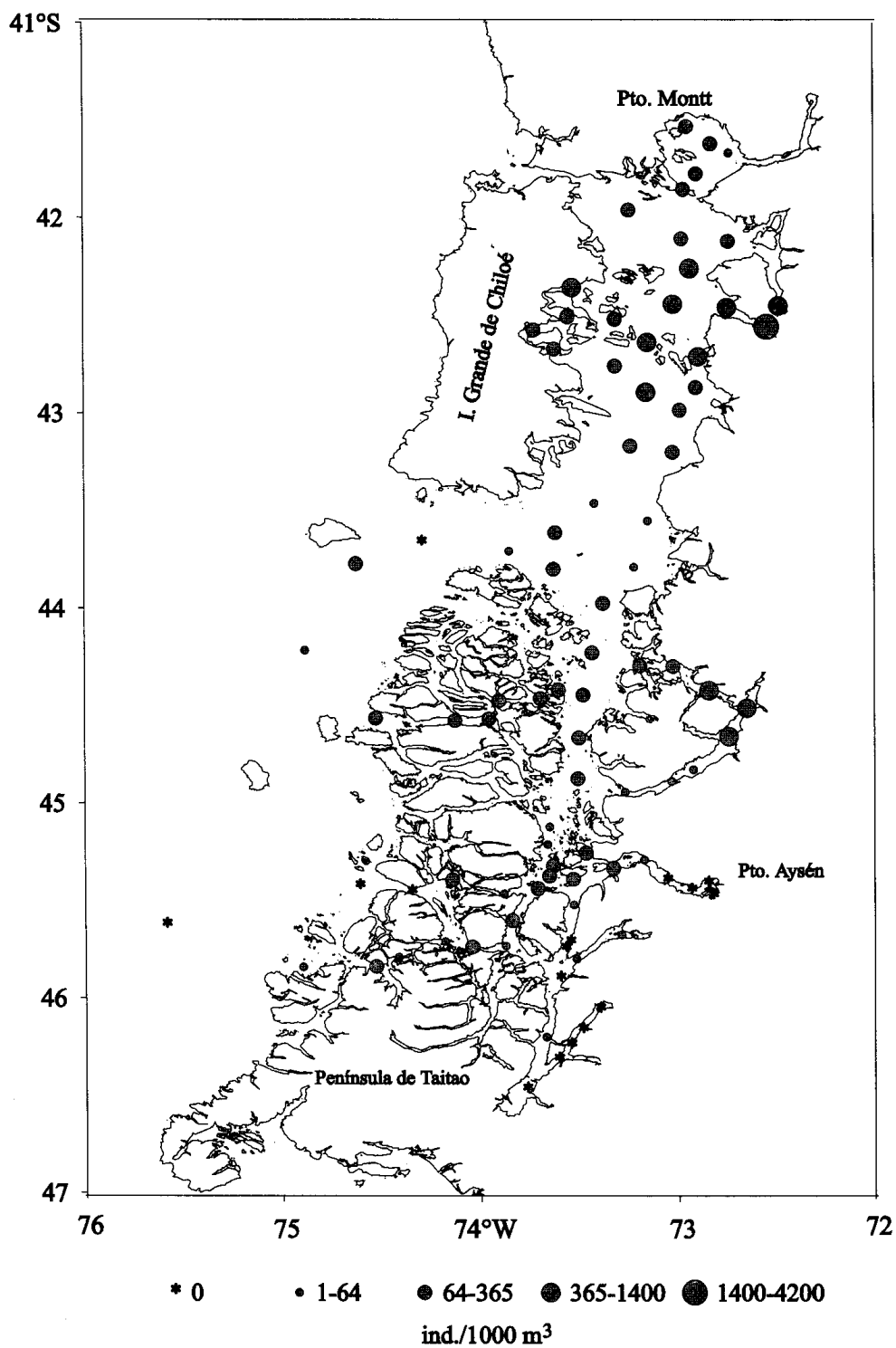


Figura 4: Distribución espacial y abundancia de *Muggiaea atlantica* en el área de estudio.  
 Figure 4: Spatial distribution and abundance of *Muggiaea atlantica* in the study area.

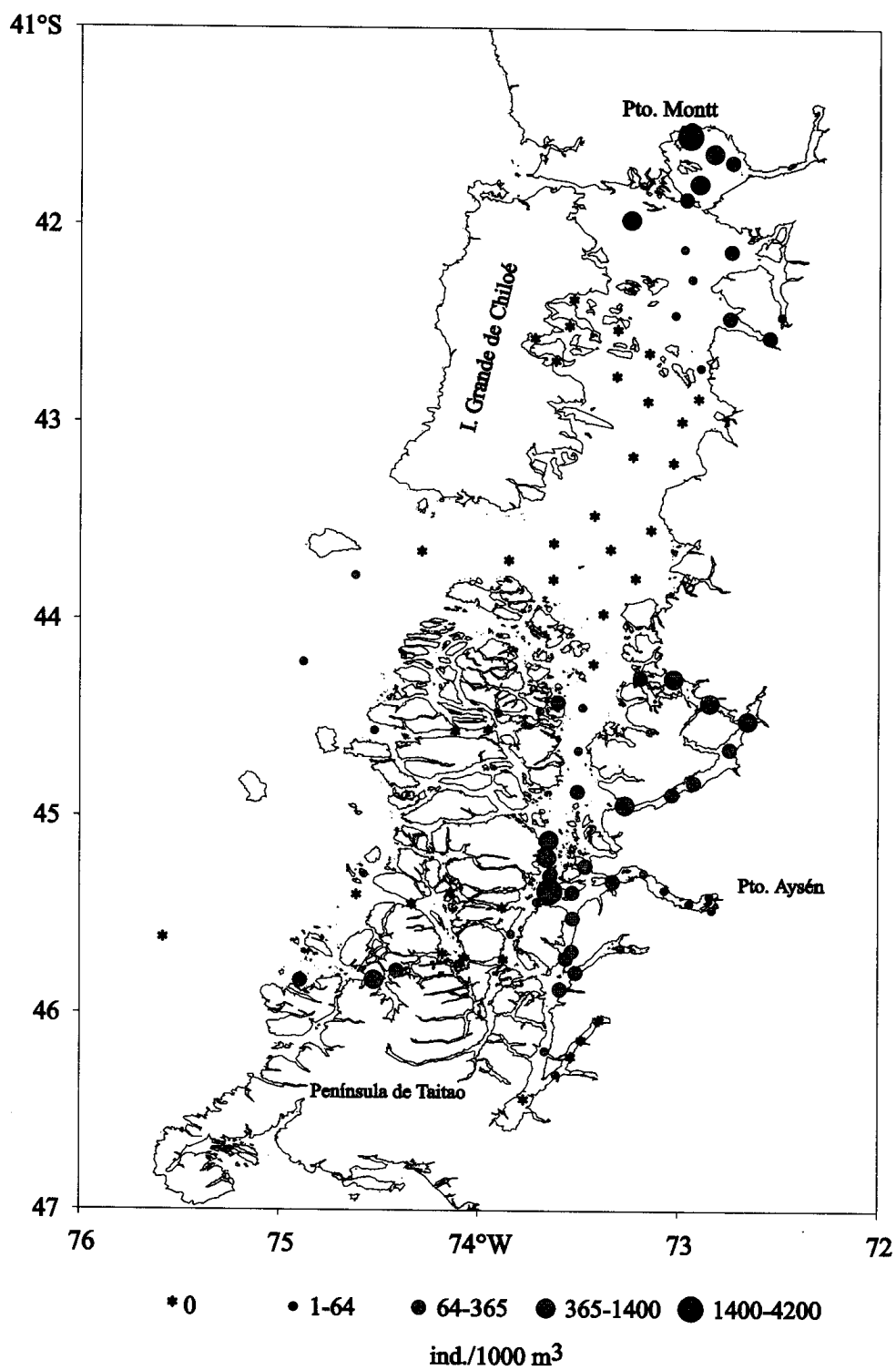


Figura 5: Distribución y abundancia de *Lensia conoidea* en el área de estudio.

Figure 5: Spatial distribution and abundance of *Lensia conoidea* in the study area.

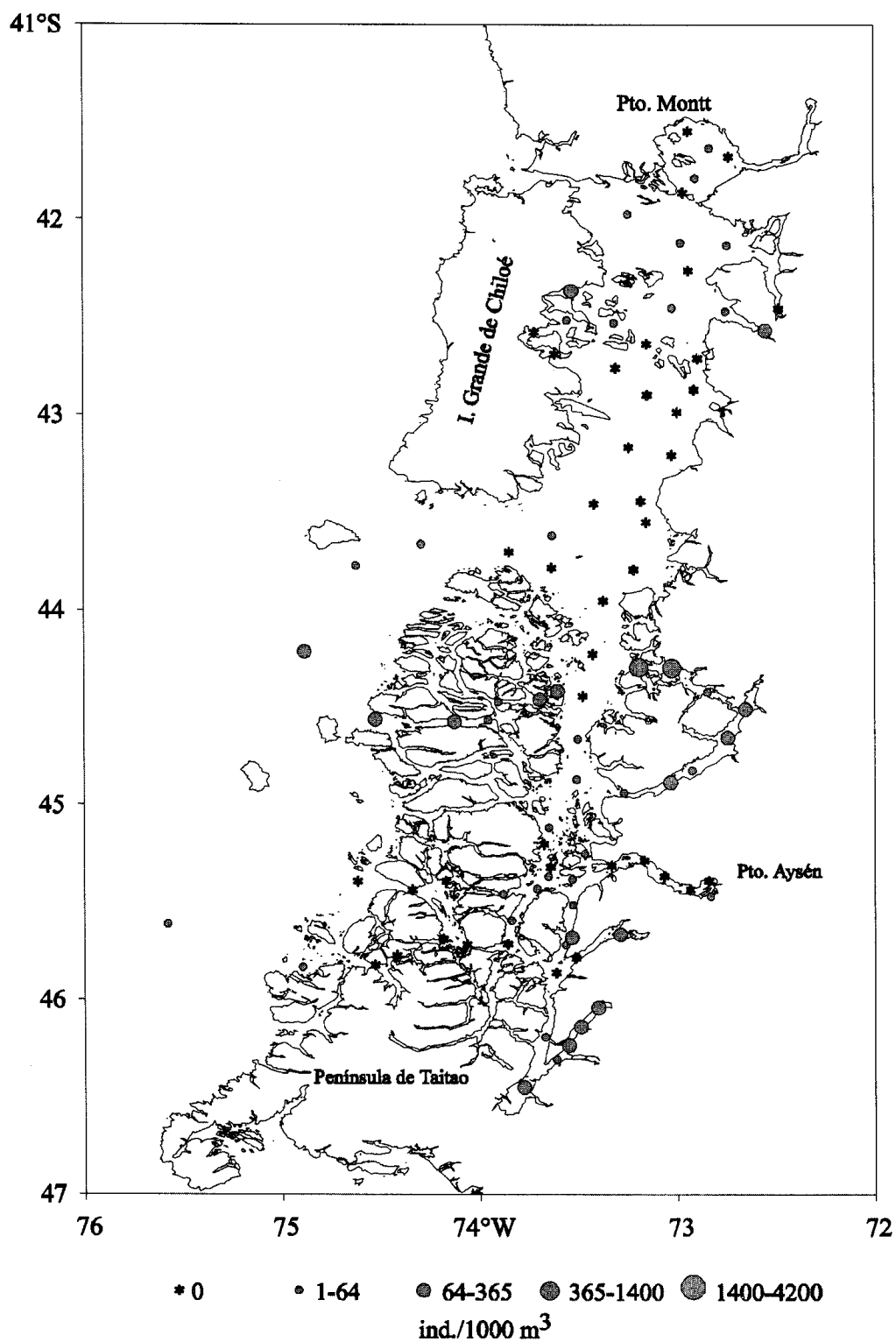


Figura 6: Distribución y abundancia de *Pyrostephos vanhoeffeni* en el área de estudio.

Figure 6: Spatial distribution and abundance of *Pyrostephos vanhoeffeni* in the study area.

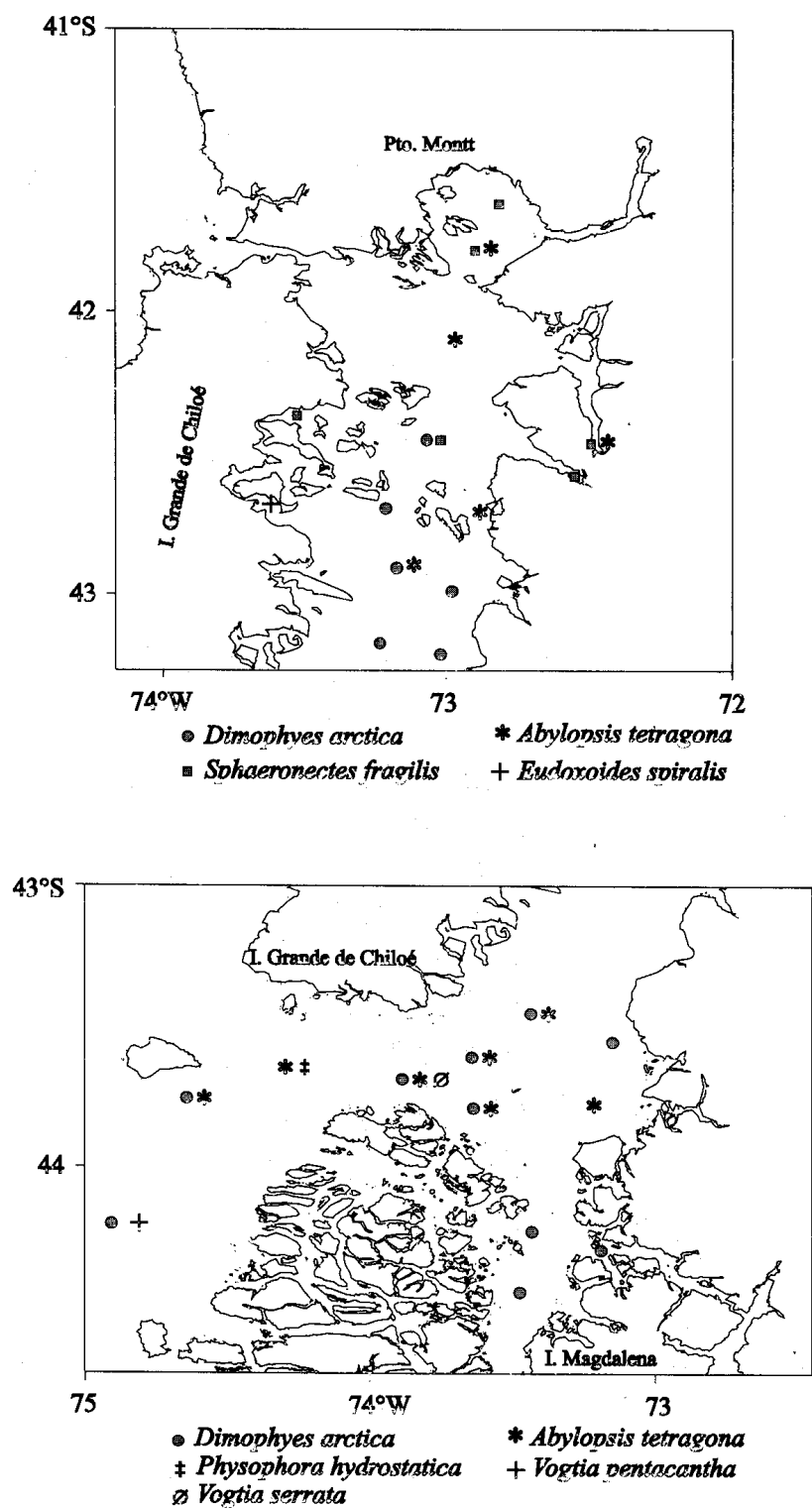


Figura 7: Distribución de las especies raras de sifonóforos en el área de estudio.

Figure 7: Spatial distribution of the occasional species of siphonophores in the study area.

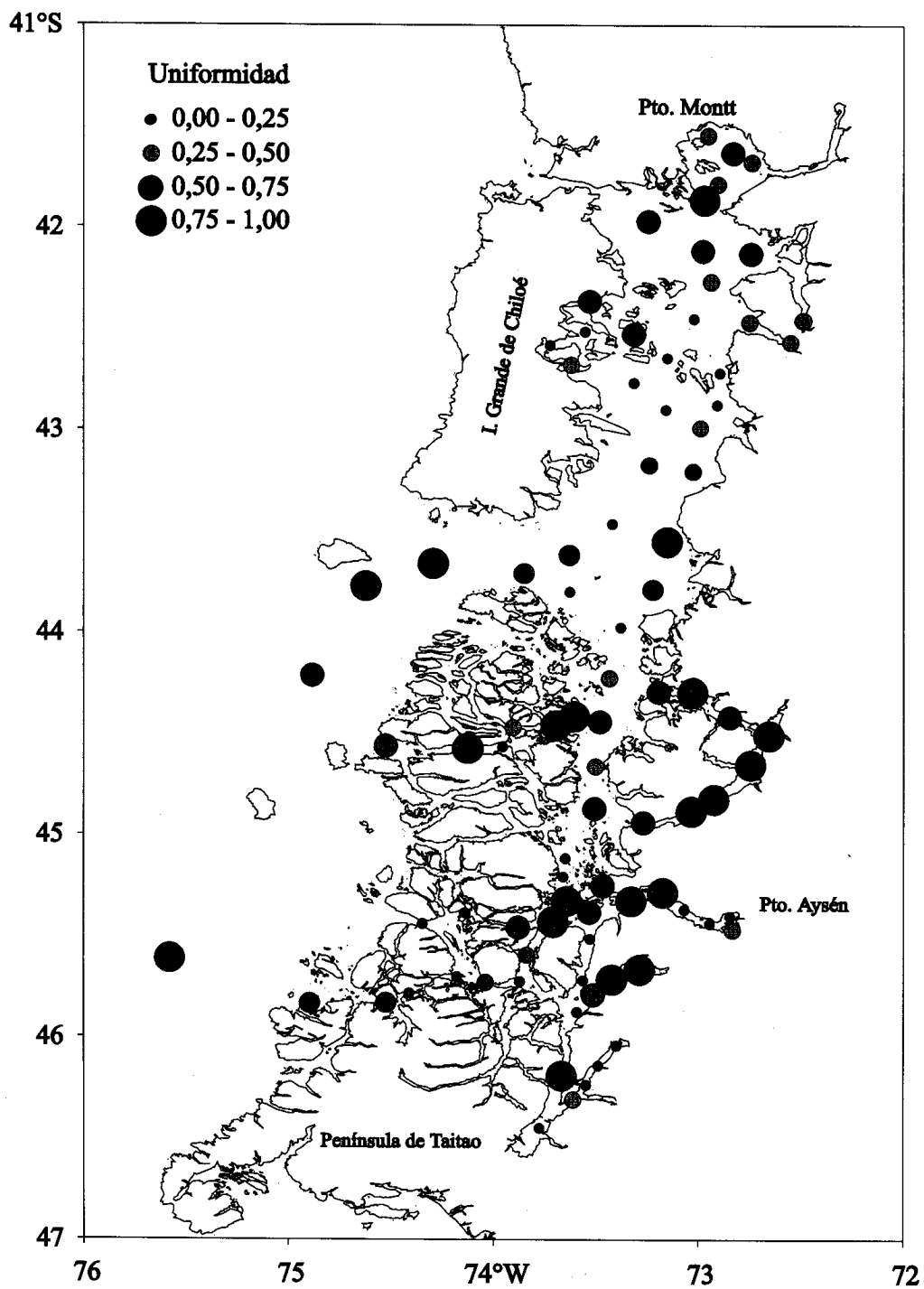


Figura 8: Distribución de los valores de uniformidad.

Figure 8: Distribution of evenness values.

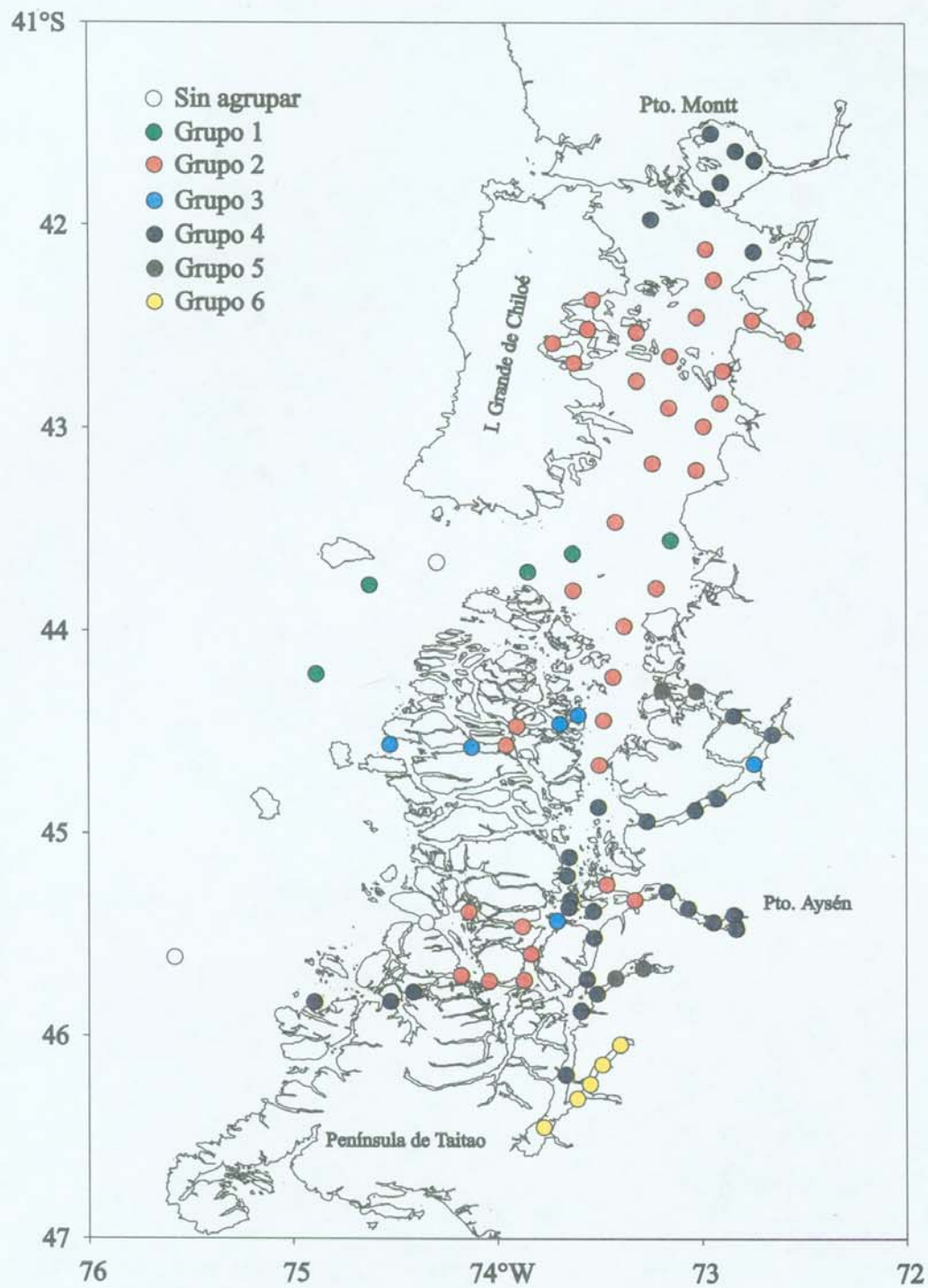


Figura 9: Agrupación de las estaciones oceanográficas según el índice de superposición de Horn.

Figure 9: Oceanographic stations grouping by Horn index.



## DISCUSIÓN

Diversos estudios han demostrado que la agregación de muchos organismos zooplanctónicos en zonas geográficas definidas, se debe a características hidrográficas locales y a factores tróficos que pueden explicar sus máximos de abundancia (Mackas *et al.*, 1985). Esta misma relación se puede observar en la distribución heterogénea que presenta la biomasa zooplanctónica y la abundancia de sifonóforos en los canales australes, donde se pudo apreciar claramente dos zonas extremas de mayor abundancia, situadas al norte y sur del golfo Corcovado, donde las condiciones ambientales son propias de aguas estuarinas, afectadas por aportes fluviales de agua dulce en la cabeza de los canales, senos y esteros. Ambas zonas están separadas por una zona central, donde se detectaron las menores densidades de organismos, que se encuentra afectada por el influjo de aguas oceánicas que penetran al golfo Corcovado, a través de la boca del Guafo (Silva *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 1997).

La zona norte, comprendida por el seno Reloncaví y golfo de Ancud, está sujeta a aportes de agua dulce del río Petrohué, que causan disminución de los valores de salinidad. Además, forma una cuenca que tiene intercambio restringido con el golfo Corcovado, debido al conjunto de islas Desertores, lo cual parece favorecer el incremento de la biomasa zooplanctónica y de los sifonóforos. En este sector se concentraron las mayores densidades de *L. conoidea* y *M. atlantica*.

La zona central, comprendida por la boca del Guafo y golfo Corcovado se caracterizó por una fuerte disminución en los valores de biomasa y abundancia de sifonóforos, debido al fuerte influjo y reflujo de aguas oceánicas más salinas que presentan un mayor intercambio entre aguas oceánicas y aguas interiores en este sector. En esta región se registraron bajas biomásas, bajas densidades de organismos, bajos valores de diversidad y presencia de especies ocasionales, típicas de aguas oceánicas como *Physophora hydrostatica*, *Vogtia pentacantha*, *V. serrata*, algunas de las cuales como *Dimophyes*

*arctica* y *Abylopsis tetragona*, aparecen en pequeña cantidad, pero ampliamente distribuidas al interior del golfo.

En la zona sur, se observó un incremento en los valores de biomasa y sifonóforos en la parte septentrional del canal Moraleda, así como en los canales Darwin, Puyuguapi y seno Aysén. Esta recuperación de la abundancia estaría asociada a las características estuarinas preponderantes en esta área. Según Silva *et al.* (1995, 1997), esta área presenta menores valores de temperatura y salinidad por efecto de los ríos que se encuentran en la cabeza de estos canales y senos.

Entre las especies de sifonóforos más relevantes en el área de estudio, se encuentra *Muggiæa atlantica* que tuvo una amplia distribución en el área, mostrando una disminución de abundancia en función del incremento de la latitud geográfica, posiblemente causada por la disminución en los valores de temperatura. Esta especie se distribuye a lo largo de la costa chilena asociada a las aguas subantárticas de la corriente de Humboldt, formando densas agregaciones en zonas costeras de la costa centro-sur del país (Palma, 1977, 1994; Palma y Rosales, 1995). A pesar de ser una especie cosmopolita, característica de aguas neríticas de regiones templadas y cálidas de los distintos océanos y mares (Alvaríño, 1971; Gili *et al.*, 1987; Pagès y Gili, 1992), llama la atención su presencia en aguas frías estuarinas de los canales más australes situados entre los 45° y 46° S.

*Lensia conoidea* se encontró en forma abundante en los extremos norte y sur del área de estudio. Sus mayores densidades registradas en el extremo sur del canal Moraleda, y canales Jacaf y Puyuguapi fueron asociadas mediante el análisis de correlación canónica a una disminución en la concentración del contenido de oxígeno disuelto, producto de la presencia de aguas de origen ecuatorial superficial en estos canales (Silva *et al.*, 1995, 1997). La abundancia de esta especie en los canales australes, con aguas de origen estuarino, se compara con su carácter predominante de la comunidad de sifonóforos en los primeros 50 m de pro-

fundidad en fiordos noruegos (Pagès *et al.*, 1996), de características geográficas similares a los canales chilenos. También es una especie cosmopolita, de características oceánicas y amplia distribución batimétrica, habitando aguas epipelágicas y batipelágicas (Gili *et al.*, 1987; Pagès y Gili, 1992). Para el resto de la costa chilena, *L. conoidea* ha sido registrada solo frente a la costa de Valparaíso, donde se encontró un sólo ejemplar (Palma, 1977).

*Pyrostephos vanhoeffeni* presentó una distribución bastante irregular, encontrándose principalmente distribuida en la zona sur del área de estudio, especialmente en áreas de baja salinidad y temperatura, como estero Cupquellán y golfo Elefantes. Al respecto, se trata de una especie característica de aguas antárticas y subantárticas, aunque también se ha encontrado en islas Malvinas y Georgias del Sur, entre los 50° y 60° S (Totton, 1965). Es probable que sea transportada por aguas subantárticas a aguas interiores de los canales australes. Esta especie ha sido registrada anteriormente, en una sola oportunidad, frente a la costa de Valparaíso (Palma, 1986).

En los canales interiores se determinó la presencia de especies de origen subantártico y antártico como *Pyrostephos vanhoeffeni* y *Dimophyes antarctica*, lo cual plantea interesantes problemas de carácter zoogeográfico, ya que en el caso de *P. vanhoeffeni*, esta especie ha logrado prosperar en canales interiores continentales, como Jacaf y Puyuguapi.

Las especies restantes fueron raras u ocasionales y varias de ellas aparecieron en una sola ocasión, destacando la presencia de *Physophora hydrostatica*, *Vogtia serrata*, *V. pentacantha* y *Dimophyes arctica* que son citadas por primera vez para aguas chilenas. Las especies del género *Vogtia* corresponden a organismos de aguas profundas que han sido señalados preferentemente para aguas entre los 200-500 m, pudiendo llegar incluso hasta los 4.000 m de profundidad como *V. serrata* (Kirkpatrick y Pugh, 1984).

De este grupo de especies ocasionales, se destaca la presencia de *D. arctica* por su am-

plia distribución desde la boca del Guafo hasta el golfo Corcovado, asociada a la penetración de aguas oceánicas de origen subantártico. La disminución de su abundancia fue relacionada con el incremento de temperatura, y disminución de salinidad y densidad del agua, razón por la cual se encontró ausente en la región norte y en la mayor parte de los canales situados en la zona sur del área de estudio. *D. arctica* también ha sido señalada como un componente significativo del macroplankton en fiordos suecos, donde presenta máximos invernales (Bamstedt, 1988). Se trata de una especie estenohalina, euritérica y euribática, de distribución bipolar, abundante en aguas epipelágicas de latitudes altas, y meso y batipelágica en aguas de latitudes medias, aunque su presencia es más frecuente en aguas frías (Totton, 1965; Alvaríño, 1971; Bamstedt, 1988; Pagès y Gili, 1992).

La mayor parte de las especies raras de sifonóforos estuvo asociada al aporte de aguas oceánicas de mayor salinidad que penetran a los canales interiores, las cuales al parecer son incapaces de sobrevivir en aguas estuarinas, tal es el caso de *Physophora hydrostatica*, *Sphaeronectes gracilis*, *Abylopsis tetragona*, *Eudoxoides spiralis*, que son más frecuentes en aguas templadas de la costa chilena y además, son de amplia distribución en todos los océanos (Alvaríño, 1971; Pagès y Gili, 1992; Palma, 1994; Palma y Rosales, 1995).

En consecuencia, estos registros permiten aumentar el rango de distribución geográfica e incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad de los sifonóforos en aguas chilenas. A la vez, la presencia de algunas especies como *P. vanhoeffeni* plantea interesantes problemas de carácter zoogeográfico, ya que a pesar de su distribución subantártica, ha logrado prosperar en canales interiores alejados de la influencia oceánica, como los esteros Quitralko y Cupquellán.

Finalmente, de los resultados obtenidos se observa que este grupo de carnívoros gelatinosos presenta una amplia distribución en

la zona de canales, presentándose en algunas áreas en altas densidades. Sin embargo, es necesario investigar su distribución batimétrica, para determinar a que profundidades se encuentran las mayores densidades de organismos, considerando la mezcla de agua que ocurre en las capas superficiales al interior de los canales australes.

### CONCLUSIONES

En el área de estudio se determinaron 11 especies de sifonóforos, de las cuales *Physophora hydrostatica*, *Vogtia pentacantha*, *V. serrata* y *Dimophyes arctica* se citan por primera vez para aguas de la costa chilena.

La comunidad de sifonóforos mostró una baja diversidad específica, caracterizada por la abundancia de *Muggiaea atlantica*, *Lensia conoidea* y *Pyrostephos vanhoeffeni*, las cuales presentaron una amplia distribución geográfica en el área de estudio.

Según la distribución de abundancia del zooplancton y de los sifonóforos en particular, se determinaron dos zonas de mayor densidad de organismos en las partes norte y sur asociadas a aguas de carácter estuarino, separadas por una zona central de menor abundancia asociada a aguas oceánicas, constituidas por la mezcla de aguas subantárticas y aguas de origen ecuatorial subsuperficial.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Capitán de Fragata Sr. José Valdivia, oficiales y tripulación del buque oceanográfico AGOR. "Vidal Gormaz" de la Armada de Chile y a los técnicos muestreadores participantes en esta campaña. Además, agradecen la contribución del Proyecto FONDEF 2-41 al desarrollo de esta investigación. Al mismo tiempo, agradecen al Sr. Helmuth Sievers del Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso, quien facilitó los datos de temperatura y salinidad; al Sr. Nelson Silva, de la Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Católica de Valparaíso, quien facilitó los datos de contenido de oxígeno; y al Sr. Raúl Ulloa por su colaboración en la confección de algunas figuras incluidas en el texto.

### REFERENCIAS

- Alvariño, A. 1971. Siphonophores of the Pacific with a review of the world distribution. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 6: 1-432.
- Antezana, T., V. Dellarossa, A. Zúñiga and A. Rosas. 1992. Features of the pelagic environment of Chilean fjords. pp. 459-466. In: V. Gallardo, O. Ferretti and H. Moyano. Oceanografía en Antártica. Centro EULA, Univ. Concepción, 545 pp.
- Bamstedt, U. 1988. The macrozooplankton community of Kosterfjorden, western Sweden. Abundance, biomass, and preliminary data on the life cycles of dominant species. Sarsia, 73: 107-124.
- Clasing, E. y O. Chaparro. 1983. Resultados de muestras zooplanctónicas de los canales de la región de Aysén. Introduction into Aysén Chile of Pacific Salmon. Informational Brief, 1: 11-41.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. Acta Oceanogr. Pacífico, 1(1): 137-145.

Gili, J. M., F. Pagès y T. Riera. 1987. Distribución de las especies más frecuentes de sifonóforos calicóforos en la zona norte del Mediterráneo occidental. *Inv. Pesq.*, 51(3): 323-338.

Hirakawa, K. 1986. A new record of the planktonic copepod *Centropages abdominalis* (Copepoda, Calanoida) from patagonian waters, southern Chile. *Crustaceana*, 51(3): 296-299.

Hirakawa, K. 1988. New records of the North Pacific coastal planktonics copepods, *Acartia omorii* (Acartiidae) and *Oithona davisae* (Oithonidae) from southern Chile. *Bull. Mar. Sci.*, 42(2): 337-339.

Hirakawa, K. 1989. Planktonic copepods from Aysen Fjord and adjacent waters, southern Chile. *Proc. Nipr. Symp. Polar. Biol.*, 2: 46-50.

Hirakawa, K., A. Zama y E. Cárdenas. 1985. Seasonal distributions of zooplankton in Aysén Fjord and adjacent waters, Southern Chile. Introduction into Aysén Chile of Pacific Salmon. Informational Brief, 14: 1-36.

Kirkpatrick, P. A. and P. R. Pugh. 1984. Siphonophores and Velellids. Synopsis of the British Fauna, 29. 154 pp.

Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, Inc., New York, 335 pp.

Mackas, D. L., K. L. Denman and M. R. Abbot. 1985. Plankton patchiness: biology in the physical vernacular. *Bull. Mar. Sci.*, 37: 652-674.

Pagès, F. and J. M. Gili. 1992. Siphonophores (Cnidaria, Hydrozoa) of the Benguela Current (southeastern Atlantic). *Sci. Mar.*, 56(Supl.1): 65-112.

Pagès, F., H. González and S. González. 1996. Diet of the gelatinous zooplankton in Hardangerfjord (Norway) and potential predatory impact by *Atlanta digitale* (Trachymedusae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 139: 69-77.

Pagès, F., P. R. Pugh and J. M. Gili. 1994. Macro and megaplanktonic cnidarians collected in the eastern part of the Weddell gyre during summer 1979. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 74: 873-894.

Palma, S. 1977. Contribución al estudio de los sifonóforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos ecológicos. *Mem. II Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol.*, Cumaná, 2: 119-133.

Palma, S. 1986. Sifonóforos fisonektes colectados frente a punta Curaumilla, Valparaíso. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 14: 69-78.

Palma, S. 1994. Distribución del macroplancton gelatinoso en un área de desove de peces frente a la costa central de Chile (32°-33° S). *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso, 29(1): 23-45.

Palma, S. y S. Rosales. 1995. Composición, distribución y abundancia estacional del macroplancton de la bahía de Valparaíso. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 23: 49-66.

Pugh, P. R. 1984. The diel migrations and distribution within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 7. Siphonophores. *Prog. Oceanogr.*, 13: 461-489.

Sáiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. *Arch. Biol. Med. Exp.*, 13: 387-402.

Silva, N., C. Calvete y H. Sievers. 1997. Características oceanográficas físicas, químicas y circulación general para algunos canales entre Puerto Montt y Laguna San Rafael, Chile (Crucero Cimar-Fiordo 1). *Cienc. Tecnol. Mar*, 20: 23-106.

Silva, N., H. Sievers y R. Prado. 1995. Características oceanográficas y una proposición de circulación, para algunos canales australes de Chile entre 41° 20' S y 46° 40' S. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 30(2): 207-254.

Totton, A. 1965. A synopsis of the Siphonophora. *Brit. Mus. Nat. Hist.*, London, 230 pp.