

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS RECIENTES DEL
ESTRECHO DE MAGALLANES, Y CANALES AUSTRALES
CHILENOS CIMAR 3 FIORDOS (52° - 56°S)

RECENT BENTHIC FORAMINIFERA FROM MAGELLAN STRAIT AND
SOUTHERNMOST CHILEAN CHANNELS, CIMAR 3 FIORDOS (52° - 56° S)

Tatiana Hromic M.¹

ABSTRACT

Results of taxonomic analysis and community structure of benthic foraminifers collected during CIMAR 3 FIORDOS expedition (1997, 1st. Stage), Comité Oceanográfico Nacional (CONA) were presented.

A total of 33 samples of marine sediment from estrecho de Magallanes and southernmost channels and fjords, Chile (52° - 56° S) were analyzed.

Abundance, density, species richness, diversity, equity and multivariate analysis, hierarchical cluster analysis and MDS of foraminiferal data resulted in the recognition of five biofacies without a clear geographic distribution patterns.

It was studied 22.016 specimens (428 specimens/gram) and classified in 6 suborders, 79 genera and 170 species. The suborder Rotaliina was the most abundant (44 % species and 93,3% specimens). Dominant species are *Cibicides dispars* (18,8%), *Discanomalina vermiculata* (10%), *Angulogerina angulosa* (9%) and *Buccella frígida* (8%) and the most distributed *Nonionoides grateloupi* (50% of stations), *Angulogerina angulosa* (47%), *Cassidulinoides parvus* (44%) and *Quinqueloculina seminula* (42%). Similarity percentage analysis showed 10 taxa defining groups.

Key words: Magallanes, benthic foraminifera, biodiversity, community structure, CIMAR 3 FIORDOS.

¹ Laboratorio de Micropaleontología, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile. tatiana.hromic@umag.cl

RESUMEN

Se dan a conocer los resultados del análisis taxonómico y estructura comunitaria de los foraminíferos bentónicos recolectados durante la expedición oceanográfica CIMAR 3 FIORDOS (1997, 1ª Etapa) organizada por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA).

Se analizaron 33 muestras de sedimento marino superficial recolectadas con draga McIntyre, en canales y fiordos situados en y al sur del Estrecho de Magallanes (52° - 56° S), Chile. Se entrega abundancia, densidad, riqueza específica, diversidad y equidad. Además se incluye los resultados de los análisis multivariados de conglomerados y MDS.

Se recolectó un total de 22.016 ejemplares (428 ejemplares /gramo), los que se clasificaron en 6 Subórdenes, 79 géneros y 170 especies. El suborden con mayor representación fue Rotaliina con 44% de las especies y 93% de los ejemplares. Las especies dominantes en el área fueron *Cibicides dispars* (18,8%) y *Discanomalina vermiculata* (10%) y *Angulogerina angulosa* (9%) y las más frecuentes: *Nonionoides grateloupi* (50% de las estaciones), *Angulogerina angulosa* (47%), *Cassidulinoides parvus* (44%), *Quinqueloculina seminula* (42%),

Se reconocieron 5 biofacies, sin un claro patrón de distribución geográfica.

Palabras clave: Magallanes, foraminíferos bentónicos, biodiversidad y estructura comunitaria, CIMAR 3 FIORDOS.

INTRODUCCIÓN

Unos pocos autores han puesto su atención en los foraminíferos bentónicos de canales y fiordos patagónicos australes (42° - 56°S). Entre las primeras investigaciones se encuentran los datos proporcionados por Brady (1884) quien estudió la fauna foraminiferológica de muestras obtenidas en el área norte de los canales durante la expedición Challenger. Posteriormente, los trabajos de Marchant (1993), Zapata y Moyano (1997), Ishman & Martínez (1995), Violanti *et al.* (2000) entre otros y en último término la serie de estudios realizados por Hromic (1996, 1996², 1997³, 1998⁴ y 1999 a la fecha) la mayoría de los cuales fueron hechos al alero de las expediciones organizadas por el Comité

Oceanográfico Nacional (CONA), han contribuido a delinear el conocimiento base de los foraminíferos bentónicos que habitan en esta región. Fuera del territorio chileno, se destacan los trabajos de Lena (1967) quien dio a conocer los taxa de aguas someras de Ushuaia (canal Beagle) y de Thompson (1978) que registra la fauna de isla de los Estados (Atlántico).

Dentro del Programa CIMAR FIORDOS del Comité Oceanográfico Nacional (CONA), en 1997, se organizó la expedición CIMAR 3 FIORDOS a la zona de canales y fiordos australes, comprendida entre 52°S y 56°S. Durante dicha expedición se visitó el estrecho de Magallanes y diversos canales y fiordos al sur del Estrecho.

Para esta zona se han descrito variados sustratos con texturas que no muestran correlación con la profundidad. Se han encontrado tanto gravas y arenas como sedimentos finos (limos y arcillas) en zonas someras (100 - 200m) y profundas (300 - 1000m). Los sedimentos finos predominan en fondos cercanos a glaciares en donde pueden llegar al 100% de material limo-arcilloso, en cambio, las gravas y arenas son más abundantes en las zonas más expuestas, costeras. Por otra parte, se ha observado que en zonas ricas en gravas y arena se registran bajos valores de MOT y en sedimentos finos valores altos (Silva 2006). El área se encuentra influenciada por importantes masas de agua, aguas subantárticas

² Hromic, T. 1996. Foraminíferos bentónicos de Campos de Hielo Sur, Parte 1: Canales Baker y Messier. Actas Jornadas Ciencias del Mar, Concepción, Chile.

³ Hromic, T. 1997. Análisis taxonómico y distribución de los foraminíferos bentónicos del Estrecho de Magallanes, extraídos durante la campaña Joint Magellan "VICTOR HENSEN" (1994) y su relación con la microfauna antártica. Actas IBMANT 97, Seminario Taller Internacional A. Wegener Institute (AWI) y Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

⁴ Hromic, T. 1998. Foraminíferos y Biodiversidad. XVIII Congreso de Ciencias del Mar, Iquique, Chile. Actas de Resúmenes

del Pacífico de la corriente del Cabo de Hornos, subantárticas del Atlántico (ASAA) y Agua Dulce que al mezclarse forman Aguas Estuarinas y aguas subantárticas modificadas (ASAAM) (Valdenegro & Silva 2003).

El objetivo de este trabajo está orientado a conocer la composición de foraminíferos bentónicos presentes entre los 52° y 56°S, su frecuencia, densidad, riqueza específica, equidad y diversidad y definir biofacies que se pueden evidenciar a través del análisis de conglomerados, lo que permitirá completar los datos obtenidos en otras expediciones, a la zona de canales y fiordos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se visitó un total de 33 estaciones, durante la campaña oceanográfica CIMAR 3 FIORDOS (1996), organizada por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA) a los canales y fiordos australes entre 52°- 56°S, Chile (Tabla 1; Fig.1).

En cada una de ellas se extrajo una muestra de sedimento marino superficial con draga McIntyre

y se conservó en frío. En el laboratorio se apartó 50 gramos de cada una de ellas, se lavó (tamiz 63 micras), secó y pesó (Boltovskoy 1965). Se extrajo todos los foraminíferos bajo lupa binocular, los que fueron pegados en reglillas por especie. Posteriormente, se identificaron hasta nivel genérico, siguiendo a Loeblich & Tappan (1988) y Decrouez (1989) y hasta el nivel específico, el catálogo de Ellis & Messina (1940 *et seq.*) y literatura del área (Brady 1884, Barker 1960, Hromic 2001, 2002, 2005; Hromic *et al.* 2006, Violanti *et al.* 2000, Marchant 1993, Zapata *et al.* 1995, Boltovskoy *et al.* 1980).

Para los análisis comunitarios, los foraminíferos fueron contados y a partir de estos datos, se construyó una matriz de valores absolutos de abundancia (MA). Debido a la gran diferencia de peso de las muestras que se produce al lavar los sedimentos, estos resultados se estandarizaron, transformando la matriz (MA) a ejemplares por gramo (MEG), la que a continuación, se transformó a raíz cuarta para dar mayor peso a los taxa raros y disminuir el peso de los taxa dominantes (Clarke & Warwick 1994).

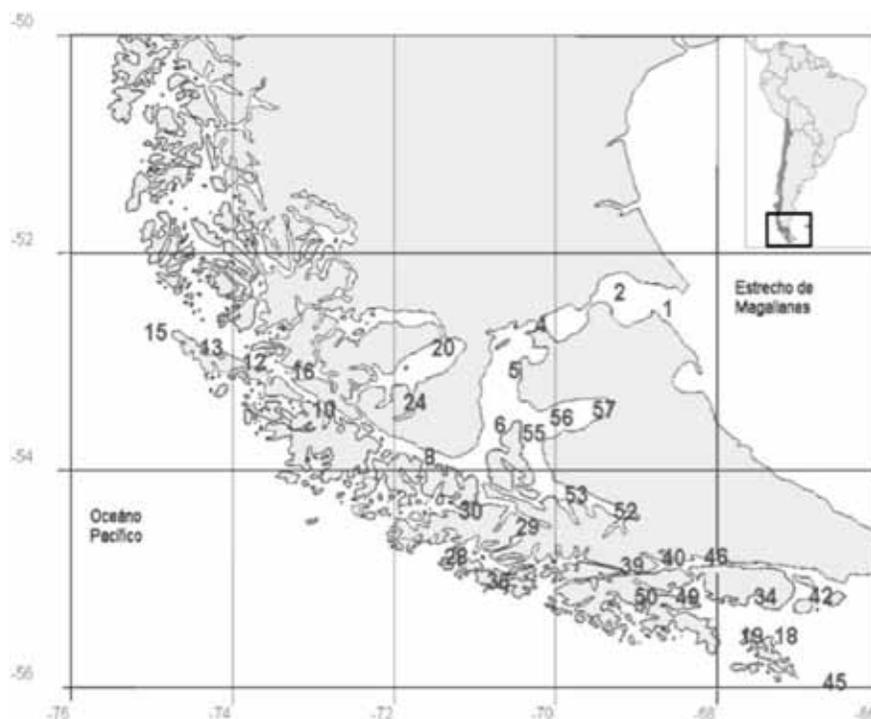


Fig. 1. Localización de las estaciones en que se recolectaron muestras.

Tabla 1. Lista, localidad, coordenadas geográficas y profundidad de las muestras analizadas en este estudio.

	Número de Estación	Área Geográfica	Latitud Sur	Longitud Oeste	Prof. (m)
1	CIM 3 ST 1	Estrecho Magallanes	52°27,40'	68°35,00'	70
2	CIM 3 ST 2	Estrecho Magallanes	52°19,40'	69°12,20'	40
3	CIM 3 ST 4	Estrecho Magallanes	52°41,10'	70°10,20'	41
4	CIM 3 ST 5	Estrecho Magallanes	53°3,60'	70°32,80'	88
5	CIM 3 ST 6	Estrecho Magallanes	53°16,50'	70°41,20'	177
6	CIM 3 ST 8	Estrecho Magallanes	53°51,80'	71°32,00'	260
7	CIM 3 ST 10	Estrecho Magallanes	53°33,70'	72°28,68'	404
8	CIM 3 ST 12	Cabo Tamar	52°58,60'	73°48,60'	604
9	CIM 3 ST 13	Islas Parker	52°46,80'	74°11,80'	204
10	CIM 3 ST 15	Boca Occ. Estrecho	52°44,40'	74°55,60'	90
11	CIM 3 ST 16	Golfo Xaultegua	53°8,65'	73°4,70'	411
12	CIM 3 ST 18	Nassau	55°27,40'	67°29,40'	66
13	CIM 3 ST 19	Nassau	55°23,20'	67°29,30'	77
14	CIM 3 ST 20	Seno Otway	52°52,30'	71°22,90'	54
15	CIM 3 ST 24	Silva Palma	53°21,30'	71°47,60'	130
16	CIM 3 ST 28	Canal Ballenero	54°47,00'	71°9,70'	650
17	CIM 3 ST 29	Seno Agostini	54°27,50'	70°25,50'	197
18	CIM 3 ST 30	Canal Magdalena	54°24,30'	71°01,90'	144
19	CIM 3 ST 32	Nassau	55°35,70'	67°04,90'	73
20	CIM 3 ST 34	Ba. Windhond	55°13,50'	67°29,60'	65
21	CIM 3 ST 36	Canal Ballenero	54°55,70'	70°42,30'	120
22	CIM 3 ST 39	Punta Yamana	54°58,60'	68°59,90'	210
23	CIM 3 ST 40	Canal Murray	54°53,30'	68°26,20'	136
24	CIM 3 ST 42	Paso Richmond	55°11,50'	66°46,30'	52
25	CIM 3 ST 45	Nassau	55°40,30'	66°57,50'	86
26	CIM 3 ST 46	Canal Beagle	54°52,10'	67°58,20'	201
27	CIM 3 ST 50	Seno Ponsonby	55°7,00'	68°52,80'	40
28	Cim 3 ST 52	Seno Almirantazgo	54°24,50'	69°11,30'	110
29	CIM 3 ST 53	Seno Almirantazgo	54°12,80'	69°51,60'	290
30	CIM 3 ST 54	Canal Whiteside	53°52,70'	70°15,40'	280
31	CIM 3 ST 55	Ba. Inútil	53°36,30'	70°16,00'	270
32	CIM 3 ST 56	Ba. Inutil	53°32,60'	69°54,70'	50
33	CIM 3 ST 57	Ba. Inútil	53°27,70'	69°30,60'	45

Las diferencias y semejanzas en la estructura comunitaria foraminiferológica entre muestras, se evidenciaron aplicando técnicas estadísticas univariadas y multivariadas. Se describió la composición faunística, densidad (ejemplares/gramo= N), riqueza de taxa (S), frecuencia (n° de estaciones en la que registraron cada una de las especies), diversidad (Índice de Shannon-Wiener, H') y equidad (Índice de Pielou, J') (Magurran 1988).

Posteriormente, se construyó la matriz de similitud (MS) aplicando el índice de Bray-Curtis. Los datos se presentaron en un dendrograma utilizando SIMPROF, y se evaluó los grupos formados mediante la técnica MDS (Escalamiento Multidimensional) (Clarke 1993, Clarke & Green 1988, Ludwig & Reynold

1988). La bondad de ajuste se verificó teniendo en consideración el stress (Kruskal & Carmone 1971) que mide la calidad de la representación. Las especies indicadoras fueron identificadas mediante el análisis de similitud porcentual (SIMPER), efectuado sobre la MEG (Clarke & Warwick 1994) y que calcula los porcentajes de similitud/disimilitud intra e inter grupos, respectivamente.

Para verificar si los resultados del análisis de conglomerados y MDS, entregaban diferencias estadísticamente significativas, en la composición de especies, se aplicó el procedimiento ANOSIM (Análisis de Similitudes), de una vía a un nivel de semejanza del 5%. Para todos los cálculos se utilizó el programa PRIMER v.6.0 (Clarke & Gorley, 2006).

Tabla 2. Riqueza de especies y densidad según suborden, Se indican las especies dominantes dentro de cada suborden.

SUBORDEN	Nº especies	%	Densidad (ejemplares/gramo)	%	Especies dominantes dentro del suborden	%
Textulariina	28	17	9	2	<i>Alveolophragmium orbiculatum</i>	13
					<i>Ammobaculites americanus</i>	12
					<i>Gaudryina subglabrata</i>	10
Rotaliina	75	44	399,2	93	<i>Cibicides dispars</i>	20
					<i>Discanomalina vermiculata</i>	11
					<i>Angulogerina angulosa</i>	9
Lagenina	37	22	4,9	1	<i>Lenticulina orbicularis</i>	12
					<i>Lagena dístoma</i>	9
					<i>Lagena substriata</i>	7,7
Miliolina	24	14	13,1	3	<i>Quinqueloculina seminula</i>	49
					<i>Sigmoidinella tenuis</i>	12
					<i>Pyrgoella sphaera</i>	10
Robertinina	4	2	1,6	0,4	<i>Robertina</i> sp.	35
					<i>Hoeglundina elegans</i>	32
					<i>Robertina ártica</i>	30
Spirillinina	2	1,2	0,2	0,1	<i>Patelinella corrugata</i>	100
Total	170	100	428	100		

RESULTADOS

Composición faunística

Se recolectó un total de 22.016 ejemplares de foraminíferos bentónicos los que se clasificaron en 6 subórdenes, Textulariina, Rotaliina, Lagenina, Miliolina, Robertinina y Spirillinina. El suborden con mayor número de especies y ejemplares fue Rotaliina (44% y 399 ejemplares/gramo) y el más pobremente representado fue Spirillinina (Tabla 2).

El análisis de la representatividad de las especies a nivel de suborden, permitió determinar que 16 especies (57%) del suborden Textulariina, 14 (19%) de Rotaliina, 19 (51%) de Lagenina, 8 (33%) de Miliolina y 3 (75%) de Robertinina (100%), superaron el 2% de representación.

Las especies más abundantes (> 2%) pertenecieron todas al suborden Rotaliina. Cabe destacar que a pesar de las numerosas especies (170) que se identificaron, sólo 12 superaron el 2%, es decir el 93% de las especies fueron raras en el área.

Con respecto a la frecuencia, sólo un 10% de las especies (todas calcáreas) alcanzaron una amplia distribución geográfica, la cual no superó la mitad de las estaciones (~30 - 50%). Ellas fueron: *Nonionoides grateloupi* (50% de las estaciones), *Angulogerina angulosa* (47%), *Cassidulinoides*

parvus (44%), *Quinqueloculina seminula* (42%), *Globocassidulina rossensis* (39%), *Discorbina isabelleana* (36%), *Ehrenbergina pupa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Lenticulina orbicularis* y *Melonis affine* (33% respectivamente), *Discanomalina vermiculata* y *Elphidium macellum* (31%) y finalmente, *Globobulimina notovata*, *Cibicides ornatus*, *Planulina wellerstorfi*, *Uvigerina asperula* y *U. brunnensis* (28%). Entre estas especies, *A. angulosa*, *G. rossensis*, *C. dispars*, *D. isabelleana*, *D. vermiculata*, *G. subglobosa* y *E. macellum* están además, entre las especies dominantes (Tabla 3).

Tabla 3. Lista de especies dominantes en el área y sus frecuencias.

Especies dominantes	Abundancia %	Frecuencia (nº estaciones)
<i>Cibicides dispars</i>	19	14
<i>Discanomalina vermiculata</i>	10	11
<i>Angulogerina angulosa</i>	9	17
<i>Buccella frigida</i>	7	5
<i>Angulogerina carinata</i>	5	9
<i>Ammonia beccarii</i>	4	4
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	3	12
<i>Cibicides refulgens</i>	3	9
<i>Globocassidulina rossensis</i>	3	14
<i>Discorbina isabelleana</i>	3	13
<i>Cibicides aknerianus</i>	2	5
<i>Elphidium macellum</i>	2	11

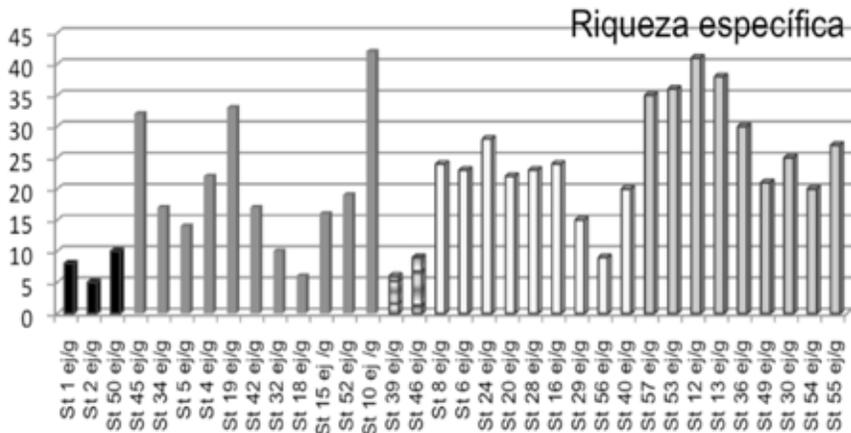


Fig. 2. Número de especies de foraminíferos identificadas durante CIMAR 3 FIORDOS por muestra. Los tonos de las barras corresponden a los grupos definidos por el análisis de conglomerado (negro= grupo 1; gris oscuro= grupo 4; achurado= grupo 3; gris claro= grupo 2 y gris medio= grupo 5).

Riqueza específica

Se identificaron 170 especies de foraminíferos bentónicos en el área de estudio. La mayor riqueza se registró en las muestras N° 10 (42 especies), N° 12 (41 especies) y N° 13 (38 especies), situadas cerca de la boca occidental del Estrecho de Magallanes. En cambio, las muestras más pobres en número de especies fueron N° 1 (8 especies) y N° 2 (5 especies) en la boca oriental del estrecho, N° 39 (punta Yamana) y N° 18 (bahía Nassau) con 6 especies cada una. La riqueza específica por muestra se presenta en la figura 2.

El grupo N° 5, generado por el análisis de conglomerados presentó la mayor riqueza específica

promedio 30,3 especies, mientras que el grupo N° 3, solo 7,5 especies promedio (Fig. 3).

Densidad

Los ca. de 22.000 ejemplares recolectados en esta expedición correspondieron a 428 ejemplares/gramo. En la gráfica de densidades por muestra (Fig. 4) se puede observar que en 4 muestras se observó un número excesivamente alto de especies comparado con la densidad promedio 265 ejemplares/gramo (exceptuando estas muestras). Las muestras N° 10, con 3.551 especímenes, N° 12, con 2.726 (cerca de la boca occidental del estrecho de Magallanes), N° 32, con 1.940 y N° 19 con 5.577 foraminíferos

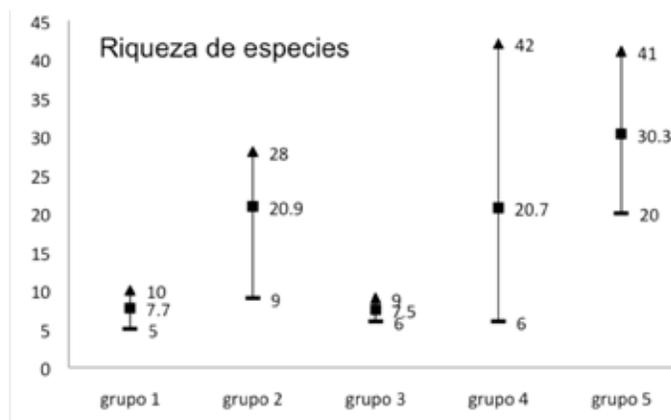


Fig. 3. Riqueza específica promedio, máxima y mínima registrada en los grupos generados en el análisis de conglomerados.

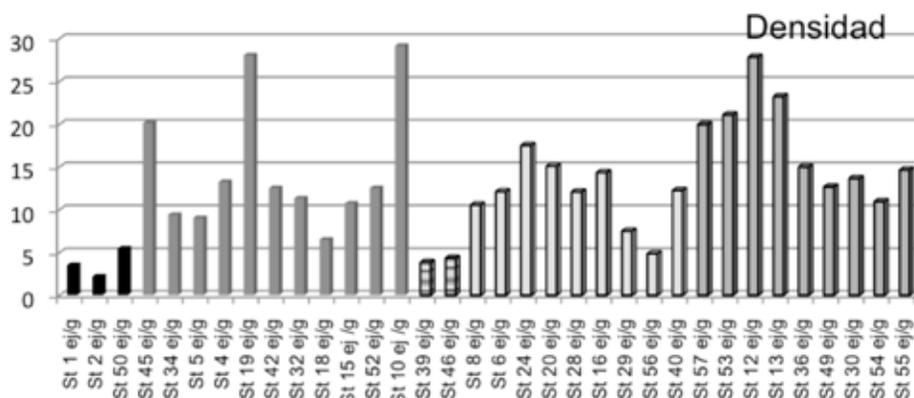


Fig. 4. Número de ejemplares de foraminíferos bentónicos recolectados durante CIMAR 3 FIORDOS, por muestra. Los tonos de las barras corresponden a los grupos definidos por el análisis de conglomerado (negro= grupo 1; gris oscuro= grupo 4; achurado= grupo 3; gris claro= grupo 2 y gris medio= grupo 5).

(cerca del cabo de Hornos), podrían considerarse anómalas en la zona considerando el promedio.

El análisis comparativo de la densidad según las biofacies definidas por el análisis de conglomerados muestra que el grupo 4 tienen la mayor densidad, y el grupo 1 la densidad más baja (Fig. 5).

Diversidad

En el 91 % de las muestras el índice de diversidad fue ≥ 2 , observando en las muestras N° 57, 53,

12, 13 y 10 un índice de 4. Las muestras en que se observó la diversidad más baja fueron N°2, N°39, N°1, N°18, siendo el índice no inferior a 1,5 (Fig. 6).

Equidad

La aplicación del índice de Pielou permitió verificar cifras altas, cercanos a 1 en prácticamente todas las muestras, ello refleja que hay pocos taxones dominantes en la comunidad. El índice más bajo (0,95) se alcanzó en dos muestras N° 19, Nassau,

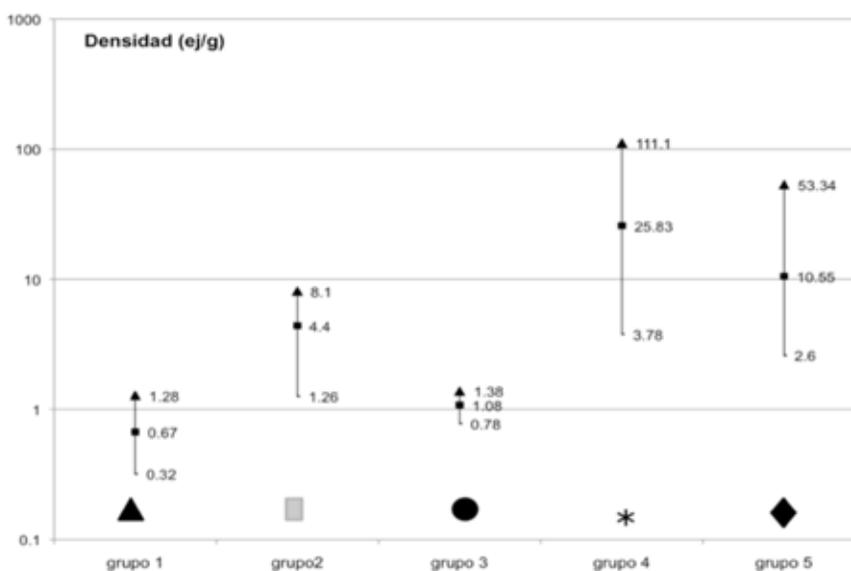


Fig. 5. Densidad promedio, máxima y mínima observada en los grupos generados en el análisis de conglomerados.

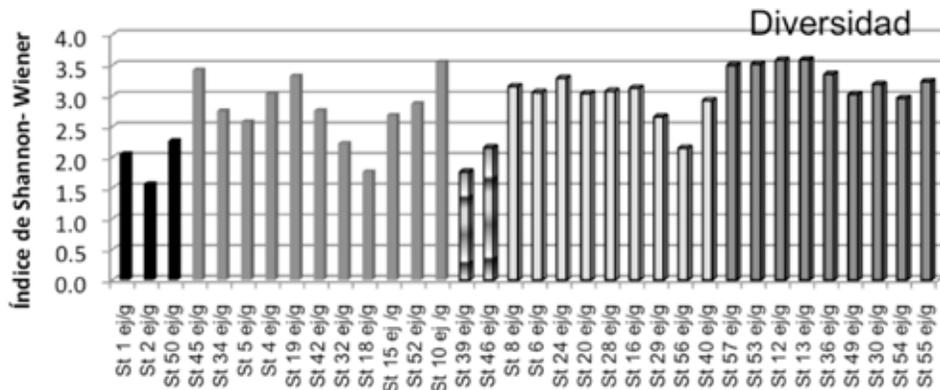


Fig. 6. Diversidad obtenida en cada una de las muestras recolectadas en CIMAR 3 FIORDOS. Los tonos de las barras corresponden a los grupos definidos por el análisis de conglomerado (negro = grupo 1; gris medio = grupo 4; achurado = grupo 3; gris claro = grupo 2 y gris oscuro = grupo 5).

Cabo de Hornos y N° 10 estrecho de Magallanes, lo que podría interpretarse como una tendencia a una mayor uniformidad entre los taxones. Los resultados de los cálculos de la homogeneidad se muestran en la figura 7.

Análisis de conglomerados

Para definir los agrupamientos, los datos fueron analizados mediante un análisis jerárquico de conglomerados. Los resultados señalan que las muestras se reunieron con un porcentaje de

similitud débil (~20 - 40%), formando 5 asociaciones faunísticas, que no permiten identificar un patrón de distribución geográfica. Reúne muestras de localidades distantes en las que no se puede identificar con claridad un elemento ambiental común.

El grupo 1 reunió las muestras N°1, N°2, situadas en la boca oriental del estrecho de Magallanes y N°50, en las cercanías del cabo de Hornos.

El grupo N°2 asoció las muestras N°8, N°6, N°24, N°20, N°56, N°16 y N°29, en el entorno de la península de Brunswick, en el estrecho de

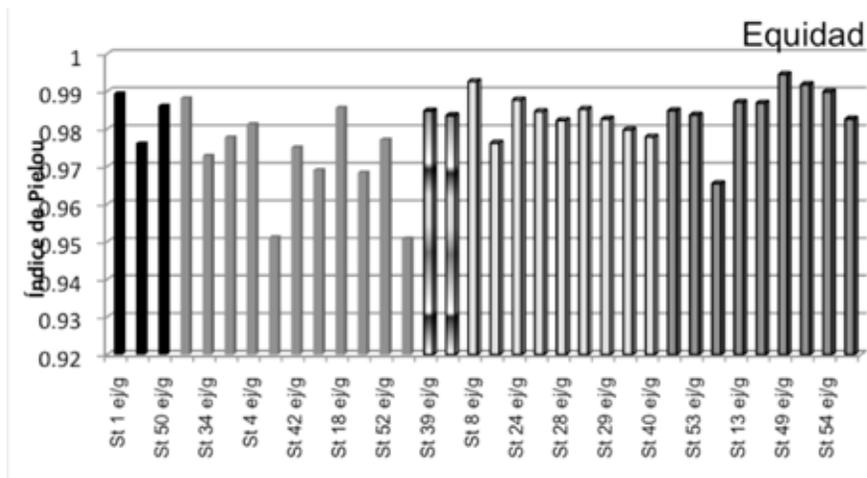


Fig. 7. Equidad calculada para cada una de las muestras de CIMAR 3 FIORDOS. Los tonos de las barras corresponden a los grupos definidos por el análisis de conglomerado (negro = grupo 1; gris medio = grupo 4; achurado = grupo 3; gris claro = grupo 2 y gris oscuro = grupo 5).

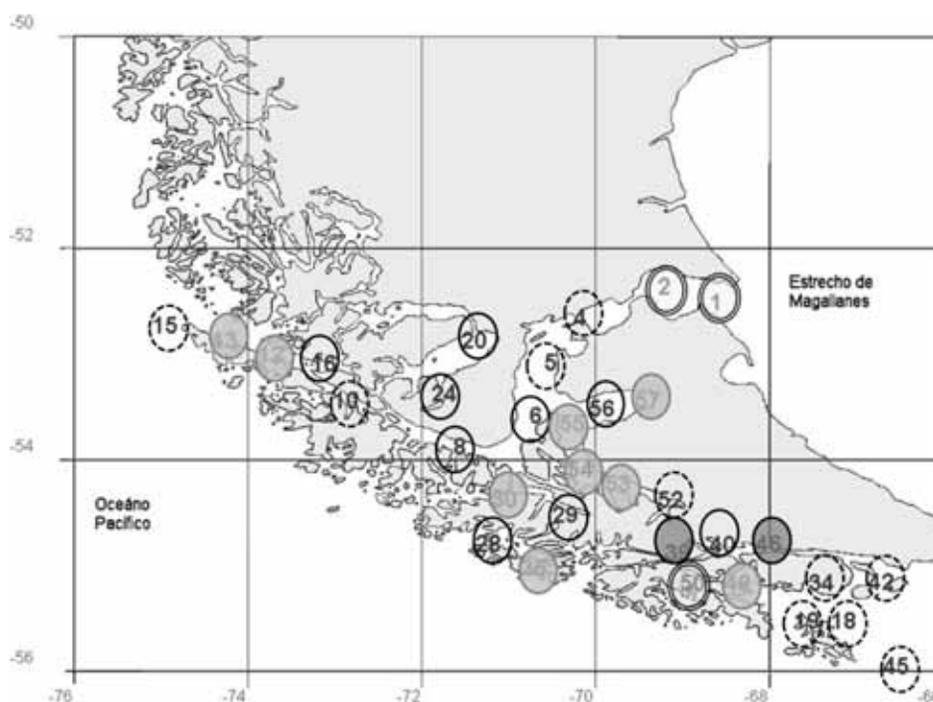


Fig. 8. Mapa que muestra la relación geográfica de las muestras según el agrupamiento del análisis de conglomerados (borde doble: grupo 1; borde negro: grupo 2; borde negro y relleno gris: grupo 3; borde punteado: grupo 4 y borde y relleno gris: grupo 5).

Magallanes, con la muestra N°40, recolectada en el canal Beagle y con la N°28 en el canal Ballenero.

El grupo 3 estuvo formado por sólo dos muestras, N°39 situada en Punta Yámana, canal Beagle y N°46 en el canal Beagle.

El grupo 4 es un conjunto de muestras de localidades muy diversas: N°18, N°19, N°32, N°34, N°42 y N°45, situadas en las cercanías de cabo de Hornos; N°10 y N°15 sobre el estrecho de Magallanes más cercano a la boca occidental, N°4 y N°5, en las cercanías de la boca oriental del estrecho y finalmente N°52 situada en la cabeza del seno Almirantazgo.

El grupo 5 se conformó con las muestras N°55, N°53, N°54 y N°57 extraídas en bahía Inútil y seno Almirantazgo; N°12 y N°13 boca occidental del estrecho; N°30 canal Magdalena y N°36 canal Ballenero (Figs. 8 y 9).

El análisis de escalamiento multidimensional (MDS) validó el análisis de conglomerados. Las muestras N°36 y N°49 (grupo 3) claramente formaron un grupo, igual que sucedió con las muestras N°1, N°2 y N°50 (grupo 1). Las otras muestras si bien tienden a formar 3 grupos estos no están tan

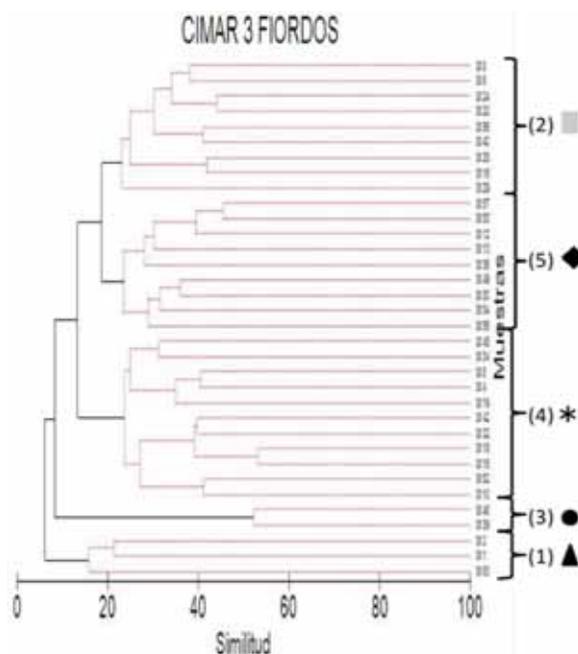


Fig. 9. Dendrograma que muestra los resultados obtenidos al agrupar las estaciones jerárquicamente. Los números entre paréntesis indican el grupo y la simbología de los grupos corresponde a la utilizada para el MDS.

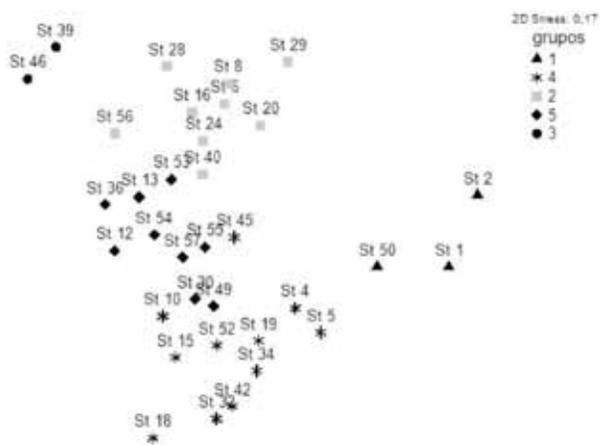


Fig. 10. Ordenamiento de las muestras recolectadas en Cimar 3 Fiordos usando el método de escalamiento multidimensional no paramétrico (MDS) y los grupos entregados por el análisis de Conglomerados como factor. El stress 0,17 indica que la representación bidimensional es buena y es congruente con el análisis de conglomerados (St=muestra).

bien definidos, lo que sugiere mayor similitud entre las especies de los grupos, se pudo observar como la muestra N° 10 (St.10) y N°45 del grupo N°4, se entremezclan en el grupo N°5 (Fig. 10).

Similitud

El análisis SIMPER fue utilizado para identificar los foraminíferos que más contribuyeron a la tipificación de los grupos. La similitud al interior de los grupos, se muestran en la Tabla 4.

Solo una especie *B. peruviana* (100%) es responsable de la similitud en el grupo 1.

En el grupo 2, nueve especies de las cuales 7 son calcáreas, contribuyen al 70%. Los taxa calcáreos más significativos fueron *N. grateloupi* (21%) y *Cassidulinoides parvus* (10%). Entre los arenáceos destaca *A. orbiculatum* que contribuye con el 7%.

En el grupo 3 la similitud viene determinada por la presencia de 3 especies calcáreas *U. asperula* (37%), *P. pupoides* (25%) y *N. grateloupi* (21%), que aportaron al 83% de la similitud.

El grupo 4 comprende el mayor número de muestras y fue definido por 9 especies calcáreas entre las destacan: *C. dispars* (18%), *D. isabelleana* (11%) y *Q. seminula* (7%).

El grupo 5, fue tipificado por 12 especies, todas calcáreas que contribuyeron al 55% de la si-

militud. Las especies que más contribuyeron fueron *P. wuellerstorfi* (8%) y *A. angulosa* (8%).

El análisis de significancia estadística ANOSIM brindó un R global de 0,774 a un nivel de $p = 0,1\%$ lo que confirma la validez de los grupos.

Disimilitud

SIMPER permitió también identificar las especies que discriminaron los grupos. Una decena de especies fueron relevantes para separar las biofacies: *Nonionoides grateloupi*, *Buccella peruviana*, *Angulogerina angulosa*, *Uvigerina asperula*, *Cassidulinoides parvus*, *Cibicides*

Tabla 4. Resultados del análisis SIMPER (PRIMER v.6), intragrupo, mostrando los porcentajes de similitud, las especies tipificadoras por grupo y el porcentaje de contribución de cada una de ellas.

Grupo	% similitud	Principales especies que contribuyen	% contribución
Grupo 1	18	<i>B. peruviana</i> .	100
Grupo 2	29	<i>N. grateloupi</i>	21
		<i>C. parvus</i>	10
		<i>A. angulosa</i>	8
		<i>A. orbiculatum</i>	7
		<i>U. brunensis</i>	7
		<i>O. tener</i>	6
		<i>L. ochracea</i>	5
		<i>B. notovata</i>	33
		<i>A. carinata</i>	
Grupo 3	52	<i>U. asperula</i>	37
		<i>P. pupoides</i>	25
		<i>N. grateloupi</i>	21
Grupo 4	27	<i>C. dispars</i>	18
		<i>D. isabelleana</i>	11
		<i>Q. seminula</i>	7
		<i>G. rossensis</i>	7
		<i>C. aknerianus</i>	6
		<i>D. vermiculata</i>	6
		<i>C. variabilis</i>	5
		<i>G. subglobosa</i>	5
		<i>Epistomella sp</i>	4
Grupo 5	27	<i>P. wuellerstorfi</i>	8
		<i>A. angulosa</i>	8
		<i>C. ornatus</i>	5
		<i>G. rossensis</i>	5
		<i>M. pompilioides</i>	5
		<i>A. carinata</i>	4
		<i>C. refulgens</i>	4
		<i>D. isabelleana</i>	3
		<i>E. pupa</i>	3
		<i>Q. seminula</i>	3
		<i>P. sphaera</i>	3
		<i>N. grateloupi</i>	3

Tabla 5. Porcentajes de disimilitud entre los grupo formados y las especies discriminantes entre grupo.

Grupo 1- Grupo 2 = 95%	Grupo 2- Grupo 3 = 85%	Grupo 3- Grupo 4 = 98%
<i>Nonionoides grateloupi</i> (6%) <i>Buccella peruviana</i> (5%) <i>Angulogerina angulosa</i> (4%)	<i>U. asperula</i> (5%) <i>C. parvus</i> (4%) <i>A. angulosa</i> (4%)	<i>C. dispars</i> (6%) <i>Uvigerina asperula</i> (5%) <i>D. isabelleana</i> (4%)
Grupo 1- Grupo 3 = 100%	Grupo 2- Grupo 4 = 92%	Grupo 3- Grupo 5 = 90%
<i>U. asperula</i> (11%) <i>B. peruviana</i> (9%) <i>N. grateloupi</i> (8%)	<i>Cibicides dispars</i> (4%) <i>Nonionoides grateloupi</i> (3%) <i>Discorbina isabelleana</i> (3%)	<i>Angulogerina angulosa</i> (4%) <i>U. asperula</i> (3%) <i>P. wellerstorfi</i> (3%)
Grupo 1- Grupo 4 = 92%	Grupo 2- Grupo 5 = 81%	
<i>Cibicides dispars</i> (6%) <i>Discorbina isabelleana</i> (4%) <i>D. vermiculata</i> (4%)	<i>Angulogerina angulosa</i> (2%) <i>N. grateloupi</i> (2%) <i>A. carinata</i> (2%)	
Grupo 1- Grupo 5 = 94%		Grupo 4- Grupo 5 = 82%
<i>Angulogerina angulosa</i> (4%) <i>Buccella peruviana</i> (4%) <i>Planulina wuellerstorfi</i> (3%)		<i>Cibicides dispars</i> (3%) <i>Angulogerina angulosa</i> (3%) <i>D. vermiculata</i> (3%)

dispars, *Discorbina isabelleana*, *Planulina wuellerstorfi*, *Discanomalina vermiculata* y *Angulogerina carinata*. Porcentajes inferiores al 10% de contribución revelan que son muchas las especies que intervienen en la disimilitud. Los resultados se muestran en la tabla 5.

DISCUSIÓN

El estudio de los foraminíferos bentónicos de canales y fiordos patagónicos se ha relacionado principalmente con el conocimiento de la composición faunística de diferentes sectores. Marchant (1993), Ishman & Martínez (1995), Zapata & Moyano (1997), Violanti *et al.* (2000), Hromic (2001, 2005, 2007, 2009a y b, 2011a, b y c), Hromic *et al.* (2006) y Hromic & Zúñiga (2003, 2005) entre otros, han entregado antecedentes sobre la presencia de numerosos taxa en muestras aisladas, pero a la fecha no existe un análisis global de la microfauna presente en los canales.

En este trabajo se entregan los resultados de la composición foraminiferológica de la región más austral de los canales y se comparan de manera general, con los datos de otras expediciones. Todas las especies dominantes en esta área, fueron calcáreas, siendo *Cibicides dispars*, *Discanomalina vermiculata*, *Angulogerina angulosa* y *Buccella*

frigida, las más abundantes. Para la discusión se tomarán como referencia sólo estas especies ya que el resto presenta abundancias inferiores a 4%.

C. dispars es una especie epifaunal, que se adhiere al sustrato, y se asocia a ambientes de alta energía (Ishman & Martínez 1995). Kaiho (1994) señala que *Cibicides* y especies en general con caparazón relativamente grandes, con paredes delgadas, planoconvexas, biconvexas, redondeadas, trocoespirales y epifaunales son indicadoras de ambientes óxicos (> 2 ml/l O₂). Murray (1991) concuerda en que *Cibicides* es epifaunal y vive adherido a sustratos duros, en aguas temperado-frías, entre 0 y 2000m, en la plataforma y zona batial. Sobre *Discanomalina vermiculata* no hay muchos antecedentes en la literatura, pero dado su estructura trocoespiralada es probable que sea una especie que se adhiere al sustrato, indicando ambientes turbulentos. *Angulogerina angulosa* es una forma alargada y por ser cercana a *Trifarina*, taxa en el cual se le clasificó en algún momento, se acepta aquí, que tiene características similares, que es infaunal, de vida libre, que habita en fangos y arenas, entre 0 - 400 m, en plataforma y zona batial superior. *Buccella* es también un taxa infaunal, habita en sedimentos lodosos, en aguas temperado-frías, plataforma interna de 0 - 100 m o zona batial superior (Murray 1991).

C. dispars no es una especie desconocida en canales y fiordos, se recolectó previamente entre los 41° - 44°S, en donde se presentó como la segunda especie dominante (8,9 %) en 32 muestras obtenidas durante el crucero CIMAR 10 FIORDOS. Hromic (2011c, en prensa) señala que le acompañaron *Ammonia beccarii* (21%), *Bulimina marginata* (9%) y *Uvigerina bifurcata* (5%). *Discanomalina vermiculata* contribuyó con el 1% de los ejemplares. En una segunda expedición: CIMAR 11 FIORDOS (2005) a esta misma área (42° - 44°S), se recolectaron 25 muestras en donde predominaron *Nonionella auris* (33%), *U. bifurcata* (13%), *Bulimina patagonica* (9%) y *Globobulimina notovata* (5%); *C. dispars* solo alcanzó el 1% y *D. vermiculata* estuvo ausente, probablemente porque las muestras fueron recolectadas en sectores más bien costeros, en donde la circulación es reducida (Sievers & Silva 2006). Por otra parte, Hromic (op. cit.) señala que la alta presencia de *N. auris* podría ser indicadora de ambientes disóxicos, no adecuados para *C. dispars*, que se restringiría a ambientes más abiertos, más oxigenados. Finalmente, en una tercera expedición al área, CIMAR 12 FIORDOS, *C. dispars* alcanzó el 2% y *Discanomalina vermiculata* el 0,2%, lo que se explica de igual manera, muestras costaneras con menor circulación o más lenta, de agua. Hromic & Zúñiga (2005) encontraron *C. dispars* (15%) y unos pocos ejemplares de *D. vermiculata* y *A. angulosa* (1% c/u) en 12 muestras de sedimentos obtenidos aguas someras entre los 42° y 47°S, en donde predominaba *A. beccarii*, una especie conocida como halotolerante (Murray 1991). Ello sugiere que *C. dispars* es capaz de adaptarse a bajos niveles de salinidad pero no de oxígeno. Estudios realizados en el fiordo Comau (~42°,5' S- 74,5°W), registraron escasos ejemplares de *C. dispars* (1%) aun cuando se le encontró en el 67% de las estaciones (Hromic 2009a).

C. dispars fue también recolectado durante la expedición CIMAR 8 FIORDOS en la zona comprendida entre boca del Guafo y golfo de Penas (43° - 46°S). En esta ocasión, se extrajeron 20 muestras de sedimento superficial en las que dominó ampliamente esta especie (35%) y alcanzó también la mayor distribución (90% de las estaciones). Se le encontró acompañado de *Rhabdammina abyssorum* (7,4 %), *Cassidulina laevigata* (4,3 %) y *Discorbis berthelothi* (4%). *Discanomalina vermiculata* (2%) fue rara en el área, solo se encontraron unos pocos

ejemplares muy localizados de *A. angulosa* (Hromic 2007). Esta última especie está vinculada a las aguas del Pacífico (Hromic *et al.* 2006, Ingle *et al.* 1980). La región visitada durante CIMAR 8 FIORDOS corresponde a los canales costeros, perpendiculares a la cordillera, con grandes masas de agua circulando desde y hacia el océano (Sievers & Silva 2006), lo que explicaría la abundante presencia de especies que se adhieren al sustrato. Durante el crucero CIMAR 13 FIORDOS se extrajeron 21 muestras en este mismo sector (43,5° y 46,5°S), pero en las aguas interiores, registrándose la presencia de escasas *C. dispars* (3%) y *D. vermiculata* (0,1%), en cambio dominaron formas infaunales como *U. bifurcata* (19%), *Globobulimina notovata*, *Nonionella auris* (10 - 20%) y *Uvigerina asperula* (5 -10%) (Hromic 2011b (en prensa)

En canales y fiordos de más al sur (47° - 54°S) golfo de Penas- boca occidental del estrecho de Magallanes, Hromic (*et al.* 2006) analizaron la distribución de los foraminíferos bentónicos recolectados durante la expedición CIMAR 2 FIORDOS. En las 51 muestras de sedimento analizadas la presencia de *C. dispars* (0,3%) fue muy escasa, en cambio se registra un aumento de *D. vermiculata* (5%), siendo dominantes los taxa calcáreos *Globocassidulina rossensis* (14%) y *Angulogerina angulosa* (13%) y algunos textuláridos como, *Textularia pseudogrammen*, *Alveolophragmiun orbiculatum*, *Recurvoides scitullum* y *Labrospira kosterensis*. Estas diferencias se explican por un mayor aporte de aguas oceánicas al interior de los canales, y que corresponde a dos masas distintas, la del norte ASAA de 50 - 150m y la del sur, ASAA de 75 - 100m (Sievers & Silva 2006), la influencia de los aportes de agua de los Campos de Hielo y por la fisiografía propia de la zona (Hromic *et al.* 2006). Una nueva expedición al área (CIMAR 14 FIORDOS, 47° - 50°S), evidenció el predominio de *Uvigerina bifurcata* (14%), *Recurvoides scitullum* (9%), *Melonis affinis* (7%) *Cassidulinoides parkerianus* (5%) siendo las especies con mayor distribución *Globobulimina notovata* presente en 14 de 27 estaciones; *U. bifurcata* y *Recurvoides contortus* (en 11 de las 27 estaciones c/u); *Melonis affinis*, *Cyclammina cancellata* e *Involutina tenuis* en 10 de las 27 estaciones respectivamente. *Cibicides dispars* aportó el 2% y *D. vermiculata* el 2% (Hromic 2011a). Estos resultados son consistentes con los anteriores.

Zapata & Alarcón (1988), estudiaron los foraminíferos del estrecho de Magallanes dando a conocer, en muestras extraídas desde < 50m de profundidad la presencia de *C. dispars*, *D. vermiculata* y *A. angulosa*, sin informar sus abundancias. Violanti *et al.* (2000) estudiaron también 26 muestras extraídas en el estrecho de Magallanes en las que identificaron 132 especies, señalando que en el estrecho la distribución de los foraminíferos tiene una fuerte correlación con el tipo de sustrato, los patrones de circulación del agua y la profundidad. En la zona oriental del estrecho, (Atlántico- 2ª Angostura) caracterizada por arenas gruesas describe una asociación con bajo número de especies y dominada por *Buccella peruviana* lo que es consistente con los resultados de este estudio (St. N°1 y N°2). Los autores describen una zona central, desde Punta Arenas - a Carlos III, subdividida en tres horizontes batimétricos, cuyos foraminíferos están fuertemente relacionados con la fauna de las Provincias Cabo de Hornos y Atlántica. En esta zona dominaron formas de *Cibicidoides* spp. y destacan que *Cibicides dispars* es un taxa dominante en la plataforma atlántica y propia de las corrientes de las Malvinas (Boltovskoy *et al.* 1980). En este trabajo, *C. dispars* está mejor representado en muestras obtenidas en el área de bahía Nassau (cabo de Hornos), en donde conforma hasta el 60% de los ejemplares en algunas muestras (N°19), en las muestras N°10 y N°15, se extrajeron 2% y 4% respectivamente, cercanas a la boca occidental y en las muestras N°4 (12%) y N°5 (33%) cercanas a la boca oriental. Ciertamente también se le encuentra en algunas muestras de bahía Inútil- Seno Almirantazgo en porcentajes inferiores al 9%. Ahora bien si solo se consideran las muestras recolectadas en el estrecho, los resultados concuerdan con los hallazgos de Violanti *et al.* (2000). Una tercera zona, desde Carlos III y la boca occidental del Estrecho, alberga una asociación faunística con elementos planctónicos y con foraminíferos procedentes del Pacífico, como *G. crassa*, *E. pupa*, *C. parkerianus*, *T. angulosa*, lo que concuerda con este estudio.

Hromic (2009b) analizó las mismas muestras que se estudian en este trabajo, con el objeto de determinar la distribución batimétrica, delineando tres tramos principales: 0-150 en donde en los primeros 50 m destacan *B. elegantissima* (14%), *D. berthelothi* (10%) y *B. frigida* (17%). Estos datos son concordantes con los que entrega Lena (1967)

para el canal Beagle, en aguas someras, registra la presencia abundante *B. frigida* y *B. elegantissima*. Zúñiga - Rival (2006) estudió muestras del intermareal de bahía Yendegaia (54° 40' S; 68° 50' W) encontrando unos pocos ejemplares de *B. frigida*, que refleja las preferencias batimétricas de esta especie. Entre 50 -100 m la especie más importante fue *Cibicides dispars* (39%); seguida de *B. frigida* con 14% y *Ammonia beccarii* (9%), las demás especies están bajo el 10% de representación. Entre 100 - 150 m abunda *D. vermiculata* (26%), *A. angulosa* (13%) y *Ehrenbergina pupa*. En un segundo tramo 150 - 200 m *U. brunnensis* (46%) es la especie más abundante. También se encuentran *A. orbiculatum*, *G. notovata*, *C. carinata*, *P. sphaera*, etc. En un tercer tramo, por debajo de 350 m las especies más relevantes son *A. carinata*, *N. irídea* y *M. concéntrica* entre otras. Sin embargo, la situación parece ser más compleja, es decir la profundidad por sí sola claramente no explicaría el agrupamiento, ej. en el grupo 1 se reunieron muestras de poca profundidad, caracterizadas por la presencia *B. peruviana*, no obstante otras muestras (N°20 = 54m; N° 56 = 50 m; N°42 = 52m, etc.) son incluidas en otros grupos con otras especies tipificadoras. Ishman (1990) atribuye las diferencias encontradas en el interior de los fiordos antárticos al incremento del flujo de carbono orgánico hacia el umbral de los mismos.

Respecto del número de especies no es posible hacer una comparación fina con los resultados de otras expediciones, puesto que el número y el peso de las muestras han sido muy variables y han dependido de parámetros ambientales aún no bien identificados. Sin embargo, usando un índice sencillo (número de especies totales recolectadas en la expedición/ peso total de sedimento analizado (g)), es posible intentar una comparación. Los resultados obtenidos en el sector norte de los canales (seno Reloncaví, golfos Ancud y Corcovado) muestran valores de 0,1; 0,2 y 0,3 correspondientes a las expediciones CIMAR 10, 11 y 12 FIORDOS respectivamente; entre boca del Guafo y golfo de Penas, expediciones CIMAR 8 y 13 FIORDOS la relación fue de 0,1 y 0,3 respectivamente y entre Boca del Guafo y boca occidental del estrecho de Magallanes, CIMAR 2 y 14 FIORDOS, 0,05 y 1,2. En esta expedición se obtuvo una relación de 0,1, bastante más bajo y solo equivalente al valor obtenido en la

zona de golfo de Penas- estrecho de Magallanes, lo que podría atribuirse a la influencia de los Campos de Hielo Patagónicos. Igual sucede en relación a la abundancia, también se aplicó un referente sencillo: número de ejemplares totales recolectados en la expedición/ peso total de sedimento analizado (g). Los resultados muestran que en el sector norte de los canales, seno Reloncaví, golfos Ancud y Corcovado los valores fueron de 16; 11 y 21 correspondientes a las expediciones CIMAR 10, 11 y 12 FIRDOS respectivamente. Entre boca del Guafo y golfo de Penas, expediciones CIMAR 8 y 13 FIRDOS la relación sería de 10 y 42 respectivamente. Entre Boca del Guafo y boca occidental del estrecho de Magallanes, CIMAR 2 y 14 FIRDOS, los resultados indican cifras de 12, 23 y 35,4. En esta expedición, CIMAR 3 FIRDOS la relación fue de 12,23, un valor semejante a los obtenidos en CIMAR 10, 11, 8, y 2 FIRDOS atribuible a factores ambientales difíciles de precisar.

En relación con los grupos proporcionados por el análisis de conglomerados, Silva (2006) entrega antecedentes sobre el contenido de materia orgánica MOT de este mismo sector dando a conocer que los mayores valores (7,5 -10%) se concentran a lo largo del estrecho de Magallanes y en el canal Beagle lo que coincidiría con el agrupamiento N°2, valores más bajos (3 - 5%) se observan en las cercanías del cabo de Hornos con el grupo 4. Igual distribución se observa para el C orgánico y N orgánico, lo que podría explicar al menos en parte el agrupamiento.

CONCLUSIONES

En el extremo austral de los canales y fiordos patagónicos se recolectaron 170 especies y 22.016 ejemplares, equivalentes a 428 ejemplares/gramo; que es comparable a los datos registrados en la zona comprendida entre el golfo de Penas y boca occidental del estrecho de Magallanes. El suborden con mayor representación fue Rotaliina con 44% de las especies y 93% de los ejemplares. Las especies dominantes fueron *Cibicides dispars* (19%) y *Discanomalina vermiculata* (10%) y en menor grado *Angulogerina angulosa* (9%) y *Buccella frigida* (8%). La presencia de estas especies y la escasez de foraminíferos arenáceos sugieren un ambiente de alta energía causada por la penetración de las aguas oceánicas.

Se reconocieron 5 biofacies, sin un claro patrón de distribución geográfico, las que serían controladas por el tipo de sedimento, MOT, C orgánico y N orgánico: el grupo 1, tipificado por *Buccella peruviana*, caracterizado por un bajo número de especies y de ejemplares/gramo. El grupo N°2, tipificado por *Nonion grateloupi*, *Cassidulinoides parvus* y *A. angulosa*, contó con un alto número de especies y una densidad intermedia. El grupo N°3 en donde la similitud de las muestras estuvo dada principalmente por *U. asperula*, *P. pupoides* y *N. grateloupi*, con bajo número de especies y densidad. El grupo N° 4 caracterizado por *C. dispars*, *D. isabelleana* y *Q. seminula*, con alto número de especies y densidad intermedia y finalmente el grupo N° 5, definido por las especies *P. wellerstorfi*, *A. angulosa* y *C. ornatus*, con el número más alto de especies y una densidad intermedia.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece al Comité Oceanográfico Nacional de Chile (CONA), el financiamiento del proyecto que patrocinó esta investigación. A la Universidad de Magallanes y en particular al Instituto de la Patagonia, las facilidades para ejecutar las tareas propias de este estudio. A la Srta. Lyta Quezada por su constante interés en los foraminíferos. Al Dr. Américo Montiel y Dr. Cristian Aldea por el apoyo brindado en la parte estadística.

LITERATURA CITADA

- Barker, R. W. 1960. *Taxonomic Notes on the Species figured by H. B. Brady in his Report on the Foraminifera dredged by H.M. S. Challenger during the years 1873-1876*. Society Economical, Paleontological & Mineral, Special Pub. N° 9, Oklahoma, 238 pp.
- Boltovskoy, E. 1965. *Foraminíferos recientes*. Eudeba. 510 pp.
- Boltovskoy, E., G. Giussani, S. Watanabe & R. Wright 1980. *Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic* Junk by Pub. The Hague - Boston - 147 pp.
- Brady, H. B. 1884. Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873 -1876. Report Voyage Challenger, *Zoology*, 9:1-814

- Clarke K. R. 1993. Non parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal Ecology*, 18:117-143
- Clarke, K. & R. Gorley 2006. Primer v.6 User Manual/Tutorial PRIMER-E Ltd.: Plymouth Marine Laboratory (England). 190 pp.
- Clarke K. R. & R. H. Green 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Marine Ecology Progress*, 46: 213 - 226
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory (England). 144 pp.
- Decrouez, D. 1989. Generic ranges of Foraminifera. *Revue Paleobiologie. Ginebra*, 8(1):263-321
- Ellis, B. & A. Messina 1940 (*et seq.*). *Catalogue of Foraminifera*. American Museum of Natural History, Special Pub. 30 vol.
- Hromic, T. 1996. Foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminifera) de aguas profundas del estrecho de Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Nat.* (Chile), 24: 65-86
- Hromic, T. 1999. Foraminíferos bentónicos de canales australes de Kirke: canal Kirke, golfo Almirante Montt y seno Última Esperanza, XIIª Región, Magallanes y Antártica chilena. *Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Nat.* (Chile), 27: 91-104
- Hromic, T. 2001. Foraminíferos bentónicos del canal Baker (47°S; 74°W) Pacífico sudoriental, Chile. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile), 29: 135-156
- Hromic, T. 2002. Foraminíferos bentónicos de bahía Nassau, Cabo de Hornos, Chile. Comparación con foraminíferos del cono sur de América, Antártica y Malvinas. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile), 30:95 -108
- Hromic, T. 2005. Foraminíferos bentónicos entre seno Reloncaví y Golfo Corcovado. *Crucero Cimar 10 Fiordos, Informes preliminares*, 125 - 134
- Hromic, T. 2007. Biodiversidad y ecología del microbentos (Foraminifera: Protozoa) entre la boca del Guafo y golfo de Penas (43-46°S), Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 30(1): 89-103
- Hromic, T. 2009 a. Estructura comunitaria del taxa Foraminifera (Protozoa: Foraminifera) según profundidad, en el fiordo Comau, Chiloé, Chile. *Anales Instituto Patagonia* (Chile), 37 (1):39-51
- Hromic, T. 2009 b. Distribución batimétrica de foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminifera) al sur del estrecho de Magallanes (52° - 56° S), Chile. *Anales Instituto Patagonia* (Chile), 37 (1): 23-38
- Hromic, T. 2011 a. Foraminíferos bentónicos recolectados durante la expedición Cimar 14 Fiordos, Patagonia Chilena. *Anales Instituto Patagonia* (Chile), 39 (1):75-89
- Hromic, T. 2011 b. Foraminíferos bentónicos de la expedición Cimar 11 Fiordos, canales patagónicos chilenos: biodiversidad y abundancia. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 39 (1) (en prensa)
- Hromic, T. 2011 c. Análisis de la comunidad foraminiferal bentónica del seno Reloncaví, Islas Desertores, golfo Ancud y golfo Corcovado, Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar*, (en prensa)
- Hromic, T. & M. Zúñiga 2003. Diversidad, abundancia y distribución de la superfamilia Buliminacea Jones, 1875, en canales y fiordos patagónicos, Pacífico Sudoriental. *Anales Instituto Patagonia, Serie Cs. Nat.*, (Chile), 31: 55-74
- Hromic, T. & M. Zúñiga 2005. Foraminíferos bentónicos de ambientes someros extraídos durante la Expedición Cimar 7 Fiordos, canales patagónicos (42° - 47° S). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, 75: 25-38
- Hromic, T., S. Ishman & N. Silva 2006. Benthic foraminiferal distribution in Chilean fjords: 47° S to 54° S. *Marine Micropaleontology*, 59: 115-134
- Ingle, J., G. Keller & R. Kolpack 1980. Benthic foraminiferal biofacies sediments and water masses of the southern Perú-Chile Trench area southeastern Pacific Ocean. *Micropaleontology*, 26 (2): 113-150
- Ishman, S. 1990. Quantitative analysis of Antarctic benthic foraminifera: application to paleoenvironmental interpretations. PhD. Dissertation In: Hromic, T., S. Ishman & N. Silva 2006. Benthic foraminiferal distribution in Chilean fjords: 47° S to 54° S *Marine Micropaleontology*, 59: 115-134
- Ishman, S. & R. Martínez 1995. Distribution of modern Benthic foraminifera from fjord region of southern Chile (42° S to 55° S) *Antarctic Journal Review*,(USA), 6 - 8

- Kaiho, K. 1994. Benthonic foraminiferal dissolved - oxygen index and dissolved oxygens levels in the modern ocean. *Geology*, 22: 719-722
- Kruskal, J. B. & F. Carmone 1971. *How to use MDSCAL (Version 5M) and other useful information*. Bell Telephone Laboratories, 600 Mountain Ave. Murray Hill, 07974.
- Lena, H. 1967. Foraminíferos recientes de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). *Ameghiniana*, 4 (9): 311-336
- Loeblich, A. & H. Tappan 1988. *Foraminiferal Genera and Their Classifications*. Van Nostrand Reinhold Co. Text - Vol.: 970 pp. Pl. - Vol.: 212 pp + 847.
- Ludwig, J. A. & J. F. Reynold 1988. *Statistical Ecology*. J. Wiley & sons. 337 pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its mesasurement*. Princeton University Press. 179 pp.
- Marchant, M. 1993. Foraminíferos de la Bahía Scholl, Región Magallánica, Chile, (Protozoa: Foraminifera). *Gayana, Zoología*, 57 (1): 61-75
- Murray, J. W. 1991. *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. Longman Scientific & Technical. 397 pp.
- Sievers, H. & N. Silva 2008. Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes. In: N. Silva & S. Palma (Eds.) 2008. *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos*. Comité Oceanográfico Nacional- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 53-58
- Silva, N. 2008. Características físicas y químicas de los sedimentos superficiales de canales y fiordos australes. En: Silva N. & S. Palma (Eds.) *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos*. Comité Oceanográfico Nacional- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 69-75
- Thompson, L. 1978. Distribution of living benthic foraminifera, Isla de los Estados, Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Foraminiferal Research*, 8 (3): 241-257
- Valdenegro, A. & N. Silva 2003. Caracterización oceanográfica física y química de la zona de canales y fiordos australes de Chile, entre el estrecho de Magallanes y cabo de Hornos (Cimar 3 Fiordos) *Ciencia y Tecnología del Mar*, 26 (2): 19-60
- Violanti, D., B. Loi & R. Melis 2000. Distribution of Recent Foraminifera from the Strait of Magellan. First quantitative data. *Bolletino Museo Regionali Scientia Naturalli*, 17 (2): 511-539
- Zapata, J. A. & R. Alarcón 1988. Foraminíferos bentónicos del Estrecho de Magallanes (52° 33' S; 69° 54' W), Chile. *Biota*, 4: 17-29
- Zapata, J. & H. Moyano 1997. Foraminíferos bentónicos recientes de Chile Austral. *Boletín de la Sociedad Biología de Concepción*, 68: 27-37
- Zapata, J., C. Zapata & A. Gutierrez 1995. Foraminíferos bentónicos del sur de Chile. *Gayana Zooogía*, 59 (1): 23-40
- Zúñiga-Rival, M. 2006. Estudio preliminar de los foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminifera) de bahía Yendegaia, Tierra del Fuego, Chile. *Anales Instituto Patagonia, Serie. Cs. Nat.* (Chile), 34: 33-40