

RADIOLARIOS POLYCYSTINA (PROTOZOA: NASSELLARIA Y SPUMELLARIA)  
SEDIMENTADOS EN LA ZONA CENTRO-SUR DE CHILE (36°- 43° S)

*POLYCYSTINA RADIOLARIA (PROTOZOA: NASSELLARIA AND SPUMELLARIA)  
SEDIMENTED IN THE CENTER-SOUTH ZONE OF CHILE (36°- 43° S)*

Odette Vergara S.<sup>1</sup>, Margarita Marchant S. M.<sup>1</sup> & Susana Giglio<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile, odvergar@udec.cl.

<sup>2</sup>Laboratorio de Procesos Oceanográficos y Clima (PROFC), Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

<sup>3</sup>Magíster en Ciencias con mención Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

RESUMEN

Los radiolarios son protozoos planctónicos marinos, los cuales, a pesar de ser sólo una célula, son sofisticados y complejos organismos. La Subclase Radiolaria está formada por 2 superórdenes: Trypilea y Polycystina, siendo el último el más estudiado, pues su esqueleto de opal es más resistente a la disolución en agua de mar y por ende, más comúnmente preservados en el registro fósil. Los radiolarios han sido usados como una útil herramienta oceanográfica, bioestratigráfica y paleoambiental, gracias a su esqueleto de sílice y a su gran rango geológico. En nuestro país el conocimiento de este grupo es muy escaso, es por esto que el presente trabajo, tiene como principal objetivo, aportar con la identificación y descripción de especies de radiolarios Polycystinos, no antes registrados para esta zona en particular. El material fue recolectado por la Expedición PUCK R/V Sonne Cruise SO-156 Valparaíso-Chiloé-Talcahuano realizada en mayo de 2001. Se analizaron 20 muestras tomadas entre 125 y 3.485 m de profundidad, distribuidas desde Concepción hasta Chiloé (36°-43°S). Se identificaron un total de 28 especies pertenecientes a 20 géneros y a 9 familias. La mayor cantidad de individuos fue encontrada en la estación 3 frente a Concepción a 798 m de profundidad, lo que se asocia a los periodos de surgencias estacionales y a procesos de sedimentación de las testas y disolución del opal relativamente cortos. Hacia el sur disminuye notablemente la abundancia de ambos órdenes estudiados.

PALABRAS CLAVES: Radiolarios, Polycystina, Nassellaria y Spumellaria, recientes, opal, Pacífico sureste, Chile.

ABSTRACT

The radiolarians are planktonic marine protozoans, which although be only one cell, are sophisticated and complex organisms. The Subclass Radiolaria is formed by two superorders: Trypilea and Polycystina, this last is the most studied, because its skeleton from opal is resistant to the sea water disolution and for this reason are preserved in the fossil record. The radiolarians have been used like a useful oceanographic, biostratigraphic and paleoambiental tool for their silica skeleton and large geologic range. In our country the knowledge of this group is poor, for this reason the present work has the objective to contribute with the identification and description of Polycystins radiolarians not described and recorded before for this particular zone. The material used was obtained to the PUCK R/V Sonne Cruise SO-156 Valparaíso-Chiloé-Talcahuano Expedition realized in may of 2001. The 20 samples were obtained with a multicore between 125 and 3.485 m depth distributed from Concepción to Chiloé (36°-43°S). Were identified 28 species appertaining to 20 genus and 9 families. The major amount of individuals was found in the station 3 in front of Concepción to 789 m depth, this could be associated at the seasonals upwelling periods and process to sedimentation of the shells and opal disolution relatively short. Southward decrease the abundance of the two orders studied.

KEYWORDS: Radiolarians, Polycystina, Nassellaria and Spumellaria, recents, opal, South Eastern Pacific, Chile.

## INTRODUCCION

Los radiolarios son protozoos marinos, holoplanctónicos, cuya máxima concentración se encuentra en la capa fótica o hasta los 100 m de la superficie, pero también pueden vivir a varios metros de profundidad en las zonas epipelágica y mesopelágica (Kling & Boltovskoy 1995), distribuyéndose ampliamente en los mares y océanos mundiales (Grupta *et al.* 2002). Aparecieron en el Precámbrico y su preservación en los sedimentos marinos ha permitido usarlos (tanto fósiles como recientes) en una variedad de estudios: bioestratigráficos (Wesberg & Riedel 1978), biogeográficos (*e.g.* Boltovskoy 1994, 1999; Kling & Boltovskoy 1995), paleoclimáticos y de productividad (*e.g.* Boltovskoy 1988; Boltovskoy *et al.* 1993), paleoecológicos (*e.g.* Molina-Cruz & Herguera 2002) y taxonómicos (*e.g.* Haeckel 1887; Benson 1966; Riedel 1967a, b; Abelman 1992).

Se caracterizan por la presencia de extensiones protoplasmáticas o pseudópodos del tipo axópodos y filópodos, y por la presencia de una conchilla o esqueleto silíceo de configuración generalmente radial, que constituye el principal atributo para identificar las especies, especialmente las sedimentadas y fosilizadas (Campbell 1954; Kudo 1969). La clasificación de Radiolaria se basa exclusivamente en el esqueleto. Sin embargo, se incluyen algunas características del citoplasma que permiten identificar algunos órdenes. Un rasgo que distingue a todos los radiolarios es la cápsula central, una membrana proteica perforada que divide el citoplasma en dos áreas: el endoplasma o citoplasma intracapsular, y el calimma o citoplasma extracapsular. La cápsula central puede ser esférica (*Spumellaria*) o elongada y periforme (*Nassellaria*). El citoplasma intracapsular cuenta con sustancias de reserva y con organelos (núcleo o nucleolo, mitocondria y otros organelos, excepto vacuolas digestivas) que cumplen las funciones reproductivas y producción de energía. El esqueleto de las formas solitarias posee un tamaño que varía entre los 30 y 300  $\mu\text{m}$  (Boltovskoy 1998), pero en las colonias, de forma excepcional, se han encontrado tamaños de hasta 3 m (Swanberg 1979).

Los radiolarios juegan un importante rol en el ciclo de sílice de los océanos y, junto con diatomeas y silicoflagelados, son los responsables de generar la formación de sedimentos silicios en ambientes marinos profundos de bajas latitudes, tal como sucede en la zona este del Océano Pacífico. La producción de estos

organismos está limitada por la disponibilidad del sílice disuelto, en aquellos lugares donde su concentración es alta, las diatomeas son el fitoplancton dominante (Libes 1992) y por lo tanto, es de esperar que la producción de radiolarios también sea alta.

En Chile la primera información que se tiene de los radiolarios corresponde al estudio realizado por Haeckel (1887) con material recolectado por el Challenger (1873-1876). Zapata & Olivares (2005) describieron e ilustraron 30 especies de radiolarios en Caldera. También en la misma zona norte Zapata & Rojas (2006) describen e ilustran 60 especies de *Polycystinos*.

Como se infiere, existen muy pocos estudios de radiolarios en nuestro país, es por esta razón que el objetivo principal de este trabajo es dar a conocer la radiolariofauna presente en los sedimentos desde Concepción (36°S) hasta la Isla de Chiloé (43°S) a diferentes profundidades, realizando análisis cuali y cuantitativo de la radiolariofauna.

## MATERIALES Y METODOS

El material estudiado fue recolectado durante la Expedición científica PUCK SONNE SO 156 (Hebbeln *et al.* 2001), realizada en mayo de 2001. Se recolectaron 20 muestras con multicore a profundidades que variaron entre 125 y 3.485 m, desde Concepción hasta la Isla de Chiloé (36°- 43°S) (Tabla I, Fig.1).

Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio de Foraminiferología de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas (Universidad de Concepción), donde se procedió a extraer aprox. 1 cm (10 cm. de diámetro) del sedimento del multicore, el que fue lavado, secado y tamizado, separándolo en 2 fracciones (>212; 212-150  $\mu\text{m}$ ). Este sedimento fue revisado bajo lupa y los ejemplares obtenidos se depositaron en reglillas faunísticas para realizar su identificación específica y contabilización.

Las especies encontradas fueron fotografiadas utilizando un microscopio electrónico de barrido (Laboratorio de Microscopía Electrónica, Dirección de Investigación, Universidad de Concepción). Para la determinación taxonómica de las especies se utilizaron trabajos de los siguientes autores: Haeckel (1887), Takahashi (1991), Van de Paverd (1995) y Boltovskoy (1998). Para la determinación de los Taxa superiores se siguió el criterio de Cavalier-Smith (1998).

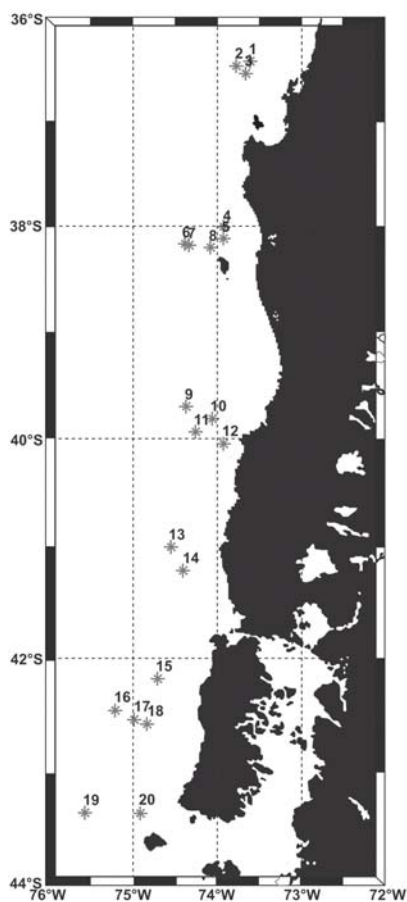


FIGURA 1. Distribución geográfica de las 20 muestras de sedimento extraídas entre la Bahía de Concepción y la Isla de Chiloé (36°-43°S) durante mayo de 2001.

FIGURE 1. Geographic location of the gathered stations between Concepción and Chiloé Island (36°-43°S), Chile, during may, 2001.

TABLA I: Ubicación geográfica y profundidad de las muestras recolectadas y analizadas entre la Bahía de Concepción y la Isla de Chiloé (VIII - XI Región), Chile.

TABLE I. Geographic location and depth of the samples collected between Concepción Bay and Chiloé Island (VIII-XI Región), Chile.

Estación (Geo-B)	Nº estación	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Profundidad (m)
7163-5	1	36.42	73.59	539
7166-3	2	36.46	73.77	1.294
7162-4	3	36.54	73.66	798
7203-2	4	38.02	73.93	281
7202-1	5	38.12	73.93	629
7198-1	6	38.17	74.39	2.287
7199-2	7	38.19	74.33	1.673
7200-1	8	38.20	74.07	364
7212-1	9	39.69	74.37	1.469
7215-1	10	39.81	74.06	498

Continuación Tabla I

Estación (Geo-B)	Nº estación	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Profundidad (m)
7211-1	11	39. 93	74. 26	890
7216-1	12	40. 04	73. 93	165
7197-1	13	40. 99	74. 55	816
7195-1	14	41. 20	74. 40	521
7193-1	15	42. 17	74. 71	209
7175-1	16	42. 45	75. 21	1.967
7174-1	17	42. 54	74. 99	1.222
7177-1	18	42. 58	74. 83	909
7180-1	19	43. 36	75. 56	3485
7182-1	20	43. 36	74. 91	301

RESULTADOS

I. TAXONOMÍA

Lista 1: Lista taxonómica de Spumellarios presentes desde la Bahía de Concepción hasta Chiloé, Chile.

Reino: PROTISTA Haeckel, 1886  
 Phylum: SARCODINA Hertwig & Lessser, 1876  
 Clase: ACTINOPODA Calkins, 1909  
 Subclase: RADIOLARIA Müller, 1858  
 Superorden: POLYCYSTINA Ehrenberg, 1938, emend. Riedel, 1967  
 Orden: SPUMELLARIA Ehrenberg, 1875  
 Familia: ACTINOMMIDAE Haeckel, 1862, emend. Sanfilippo y Riedel, 1980  
 Género *Actinomma* Haeckel, 1860  
     *Actinomma hastatum* van de Paverd, 1995  
     *Actinomma circumtexta* van de Paverd, 1995  
     *Actinomma arcadophorum* Haeckel, 1887  
     *Actinomma* sp. A  
     *Actinomma* sp. B  
     *Actinomma* sp. C  
     *Actinomma* sp. D  
 Género: *Carposphaera* Haeckel, 1881  
     *Carposphaera* sp. van de Paverd, 1995  
     *Carposphaera angulata* van de Paverd, 1995  
 Género: *Cenosphaera* Haeckel  
     *Cenosphaera cristata* Haeckel, 1887  
 Género: *Hexacantium* Haeckel, 1881  
     *Hexacantium hexacanthum* van de Paverd, 1995  
 Género: *Cladococcus* Haeckel, 1862  
     *Cladococcus viminalis* Haeckel, 1862  
 Género: *Hellipsoxiphium* Haeckel, 1862  
     *Hellipsoxiphium palliatum* Takahashi, 1991  
 FAMILIA: SPONGODISCIDAE Haeckel 1862, emend. Petrushevskaya & Kozlova, 1972  
 Género: *Dictyocoryne* Ehrenberg, 1860

*Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, 1872  
*Dictyocoryne truncatum* Ehrenberg  
 Género: *Spongotruchus* Haeckel, 1860  
     *Spongotruchus glacialis* Popofsky, 1908  
 Género: *Spongopyle* Haeckel 1887  
     *Spongopyle setosa* Takahashi 1991  
 Género: *Spongodiscus* Ehrenberg, 1854  
     *Spongodiscus biconcavus* Benson, 1966  
 Género: *Axoprunum* Haeckel, 1887  
     *Axoprunum stauraxonium* Haeckel, 1887  
 FAMILIA SPONGURIDAE Haeckel 1862  
 Género: *Spongocore* Haeckel, 1887  
     *Spongurus minor* Van de Paverd, 1995  
 FAMILIA PORODISCIDAE Müller, 1858  
 Género: *Stylodictya* Ehrenberg, 1847  
     *Stylodictya multispina*. Haeckel, 1860  
 FAMILIA: PYLONIIDAE Haeckel, 1882  
 Género: *Amphitholus* Haeckel 1887  
     *Amphitholus acanthometra* Haeckel, 1887  
 FAMILIA: THOLONIIDAE Haeckel, 1887  
 Género: *Cubotholus* Haeckel, 1887  
     *Cubotholus octoceras*. Haeckel, 1887  
 Orden: NASELLARIA Ehrenberg, 1875  
 FAMILIA: PTEROCORYTHIDAE Haeckel, 1881, emend. Riedel, 1967  
 Género: *Lamprocyclus* Haeckel, 1881  
     *Lamprocyclus maritalis* Haeckel, 1887  
     *Lamprocyclus maritalesventricosa* Nigrini, 1968  
 Género: *Stichopilium* Haeckel (?)  
     *Stichopilium* sp. Takahashi, 1991  
 FAMILIA THEOPERIDAE Haeckel, 1881, emend. Riedel, 1967  
 Género: *Peripyramis* Haeckel 1887  
     *Peripyramis circumtexta* Haeckel, 1887  
 Género: *Dictyophymus* Ehrenberg, 1847, emend. Nigrini, 1968  
     *Dictyophymus hirundo* Haeckel, 1887

FAMILIA ARCHIPHORMIDIDAE Haeckel 1882

Género: *Litharachnium* Haeckel 1862

*Litharachnium tentorium* Haeckel, 1862

Descripción de las especies:

*Actinomma hastatum* van de Paverd

(Lám. 1-1)

*Actinomma hastatum* van de Paverd, 1995: pl. 35, fig. 35.

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical gruesa cubierta por espinas primarias largas y entre ellas se aprecian pequeñas espinas secundarias. Los poros son redondeados pero por encontrarse el material sucio con materia orgánica no es posible describirlos en su totalidad. El diámetro de la conchilla es de 100  $\mu\text{m}$  y el de las espinas de 25  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33110, 3 ejemplares, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Actinomma* sp. A

(Lám. 1-2)

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical esférica cubierta con aproximadamente 6 espinas de bases triangulares. Los poros son circulares y subregulares. El diámetro de la conchilla es de 100  $\mu\text{m}$  y el de las espinas de 15  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33113, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Actinomma* sp. B

(Lám. 1-3)

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical tosca cubierta por numerosas (aprox. 50) espinas de base triangular, todas del mismo tamaño. Poros subregulares (grandes y pequeños). El diámetro de la conchilla es de 125  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33114, 2 ejemplares, >212  $\mu\text{m}$ .

*Actinomma* sp. C

(Lám. 1-5)

*Actinomma* sp. C Zapata & Olivares, 2005: pl. 2, fig. 4.

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical gruesa, cubierta por numerosas espinas primarias largas (más de 20 espinas) y entre ellas se aprecia pequeñas espinas secundarias. El número de poros redondeados en el ecuador de la conchilla varía entre 8 y 10. El diámetro de la conchilla es de 50  $\mu\text{m}$  y el de las espinas de 30  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33115, 2 ejemplares, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Actinomma* sp. D.

(Lám. 1-6)

DESCRIPCIÓN: Especie formada por tres cáscaras concéntricas, la más externa o cáscara cortical presenta 10 espinas principales con una base triangular, entre

ellas se aprecian espinas secundarias más pequeñas. Los poros son ovales y grandes. El diámetro de la conchilla es de 50  $\mu\text{m}$  y el de las espinas es de 20  $\mu\text{m}$ .  
MUSEO: MZUC (UCCC) 33116, 2 ejemplares, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Actinomma circumtexta* van de Paverd

(Lám. 1-4)

*Actinomma circumtexta* van de Paverd, 1995: pl. 35, fig. 7.

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical esférica con diez espinas triangulares, formada por una red esponjosa con pequeños poros, pero por encontrarse el material con materia orgánica no es posible describirlos en su totalidad. El diámetro de la conchilla es de 50  $\mu\text{m}$  y el de las espinas es de 20  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33111, 3 ejemplares, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Actinoma arcadophorum*, Haeckel

(Lám. 1-7)

*Actinoma arcadophorum*, Haeckel, 1887, p. 225, pl. 29, figs. 7, 8; Nigrini, 1967, p. 29, pl. 2, fig. 3.

DESCRIPCIÓN: Especie formada por tres cáscaras concéntricas, una cáscara cortical irregular, esponjosa, formada por una red de barras muy finas y delicadas. Una segunda cáscara más grande de forma irregular y esponjosa y una primera cáscara pequeña, circular y raramente visible. El diámetro de la cáscara cortical oscila entre 200 y 250  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33112, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Carposphaera* sp. van de Paverd

(Lám. 2-1)

*Carposphaera* sp. van de Paverd, 1995: pl. 16, fig. 5a y b.

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical esférica, gruesa, con numerosas espinas de igual tamaño y con la presencia de poros circulares y subregulares. El diámetro de la conchilla es de 50  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33117, 3 ejemplares, >212  $\mu\text{m}$ .

*Carposphaera angulata* van de Paverd

(Lám. 1-9)

*Carposphaera angulata* van de Paverd, 1995: pl. 16, fig. 1, 2.

DESCRIPCIÓN: Especie formada por 3 cáscaras concéntricas, la más externa o cáscara cortical es hexagonal, con la presencia de poros de diverso tamaño, subregulares, desde donde se pueden apreciar, de forma sutil, espinas que afloran de la segunda cáscara concéntrica. El diámetro de la conchilla es de 100  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33118, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Cenosphaera cristata* Haeckel

(Lám 1-8)

*Cenosphaera cristata* Haeckel, 1887, p. 66.

DESCRIPCIÓN: Teca esférica simple, relativamente grande y esférica, en algunos especímenes se ha observado una pequeña subteca interna poliédrica de pared delgada. La superficie cortical es lisa o áspera. Los poros de la teca cortical son de todos los tamaños y formas poliédricas indefinidas y no guardan arreglo en su disposición. En media circunferencia se pueden contar de 9 a 20 poros aproximadamente. En la teca medular, si

existe, se pueden contar de 2 a 3 poros a mitad de la circunferencia. La apariencia áspera de muchas tecas externas es debido a la presencia de numerosas espinas cortas de forma cónica (en especímenes raros no están presentes); éstas surgen desde los nudos de las intersecciones de las barras que definen los poros. En los especímenes que presentan subteca medular se observan barras internas que se proyectan radialmente desde ésta a la región cortical de la teca. El diámetro de la conchilla es de 50 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33119, 5 ejemplares, 212-150µm

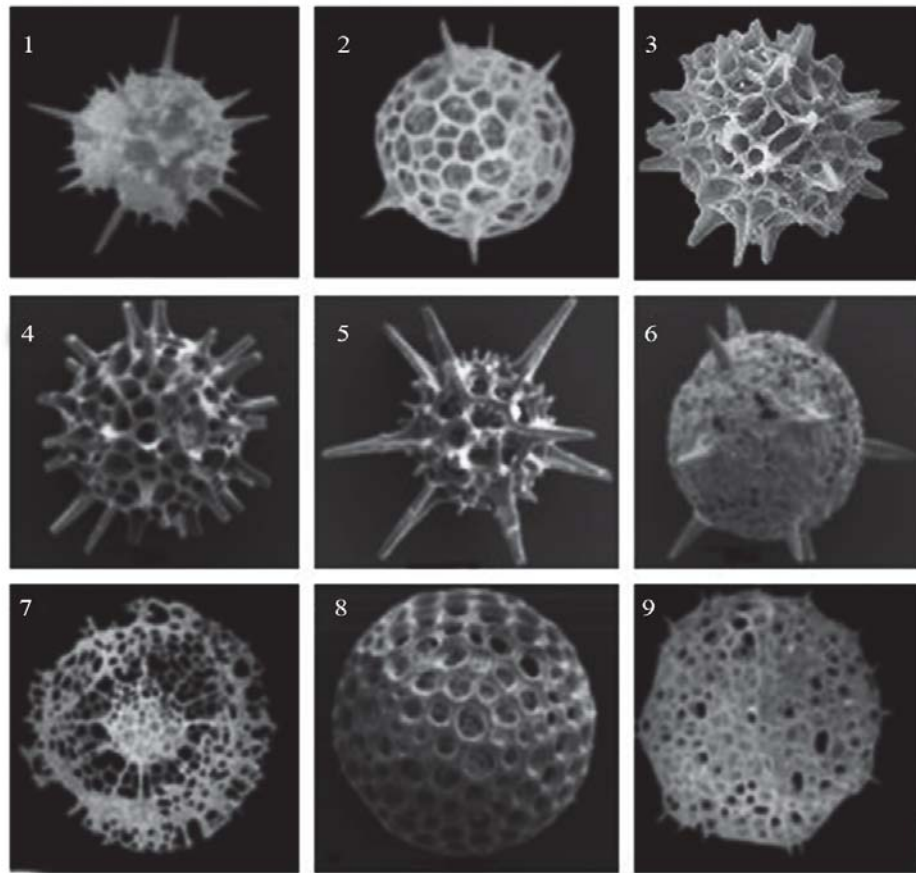


Lámina (Storyboard) 1: 1: *Actinomma hastatum* (conchilla (shell): 100 µm, espinas (spines): 25µm); 2: *Actinomma* sp. A (conchilla (shell): 100 µm, espinas (spines): 15 µm); 3: *Actinomma* sp. B (conchilla (shell): 125 µm); 4: *Actinomma circumtexta* (conchilla: 50 µm, espinas (spines): 20 µm); 5: *Actinomma* sp. C (conchilla (shell): 50 µm, espinas (spines): 30 µm); 6: *Actinomma* sp. D (conchilla (shell): 50 µm, espinas (spines): 20 µm); 7: *Actinomma arcadophora* (conchilla (shell): 200 µm); 8: *Cenosphaera cristata* (conchilla (shell): 50 µm); 9: *Carposphaera angulata* (conchilla (shell): 100 µm).

*Hexacantium hexacanthum* van de Paverd  
(Lám 2-2)

*Hexacantium hexacanthum* van de Paverd, 1995: pl. 37, fig. 7

DESCRIPCIÓN: Especie formada por 3 cáscaras concéntricas, la más externa de ella o cáscara cortical presenta seis espinas principales de base triangular y poros de mediano tamaño regulares e irregulares, el diámetro de la conchilla es de 100 µm y el de las espinas es de 20 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33120, 2 ejemplares, >212 µm.

*Cladococcus viminalis* Haeckel  
(Lám 2-6)

*Cladococcus viminalis* Haeckel, 1862: pl. 369; pl. 14, figs. 2-3.

DESCRIPCIÓN: Conchilla cortical no muy gruesa con poros regulares enmarcados hexagonalmente; presenta espinas radiales dorsales que emanan de todos los puntos de la cáscara cortical; de la punta de estas espinas se proyectan finas ramas que se bifurcan 2 ó 3 veces. El diámetro de la conchilla es de 100 µm y el de las espinas es de 50 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33121, 1 ejemplar, >212 µm.

*Ellipsoxiphium palliatum* Takahashi  
(Lám 3-4)

*Ellipsoxiphium palliatum* Takahashi, 1991: pl. 14, fig. 11.

DESCRIPCIÓN: Conchilla elipsoidal, con dos espinas en los polos, una más larga que otra. Poros pequeños formando un enrejado esponjoso. El diámetro de la conchilla es de 150 µm, el de la espina larga: es de 50 µm y el de la espina corta de 25 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33122, ejemplares, 212-150 µm.

*Dictyocoryne profunda* Ehrenberg  
(Lám 2-4)

*Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, 1872: p. 288, lám. 7, fig. 23.

DESCRIPCIÓN: Conchilla con cámara central esponjosa, en forma de disco, de la cual irradian 3 brazos equidistantes, de aproximadamente igual tamaño, en forma de maza, abultados y esponjosos en sus extremos distales. Los ángulos formados por los brazos con el disco central son más o menos iguales. El patagio o delicada red esponjosa adquiere una forma levemente convexa entre los brazos y puede alcanzar hasta los extremos de ellos. Longitud de los brazos desde el centro geométrico hasta los extremos es de 175 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33123, 4 ejemplares, >212 µm.

*Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg)  
(Lám 2-5)

*Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg)

*Rhopalodictyum truncatum* Ehrenberg, 1861: p. 301.

DESCRIPCIÓN: Conchilla de cuyo disco central irradian 3 brazos anchos, esponjosos, dispuestos equilateralmente o bilateralmente. El patagio desarrollado entre los brazos tiene tendencia a ser algo cóncavo. Longitud de los brazos desde el centro geométrico hasta los extremos es de 150 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33124, 3 ejemplares, >212 µm.

*Spongotruchus glacialis* Popofsky  
(Lám 2-7)

*Spongotruchus glacialis* Popofsky, 1908: p. 228, lám. 26, fig. 8; lám. 27, fig. 1; lám. 28, fig. 2.

DESCRIPCIÓN: La conchilla consiste de un disco biconvexo, esponjoso, con su superficie más gruesa en su porción central y formada por un enrejado de poros redondeados, algo desiguales en tamaño. Además, esta superficie está provista de numerosas espinas cónicas de diferente longitud. Este tipo de espinas se aprecia también en los márgenes del disco. El diámetro del disco es de 200 µm y el de las espinas es de 20 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33125, 3 ejemplares, >212 µm.

*Spongopyle setosa* Takahashi  
(Lám 2-9)

*Spongopyle setosa* Takahashi 1991: pl. 19, fig. 9.

DESCRIPCIÓN: Disco biconvexo esponjoso, sin espinas dorsales en los bordes o las superficies del disco, pero con la presencia de un "pyloma" tubular y espinoso en el margen del disco. El diámetro del disco es de 100 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33126, 3 ejemplares, 212-150 µm.

*Spongodiscus biconcavus* Haeckel  
(Lám 3-1)

*Spongodiscus biconcavus* Benson, 1966, p. 214-215; pl. 11, fig. 1; text-fig. 14.

DESCRIPCIÓN: La conchilla es un disco esponjoso, más grueso o espeso en el centro con una muesca en forma de v en el margen. El centro aparece más oscuro, y está conformado por 8 a 10 cáscaras discoidales concéntricas, que parecen esponjosas y frágiles, pero conforman una estructura densa. Presentan espinas dorsales marginales, pero no se distinguen fácilmente. El diámetro del disco es de 175 µm.

MUSEO: MZUC (UCCC) 33127, 7 ejemplares, >212  $\mu\text{m}$ .

*Axoprunum stauraxonium* Haeckel  
(Lám 3-5)

*Axoprunum stauraxonium* Haeckel, 1887, p. 298, pl. 48, fig. 4.

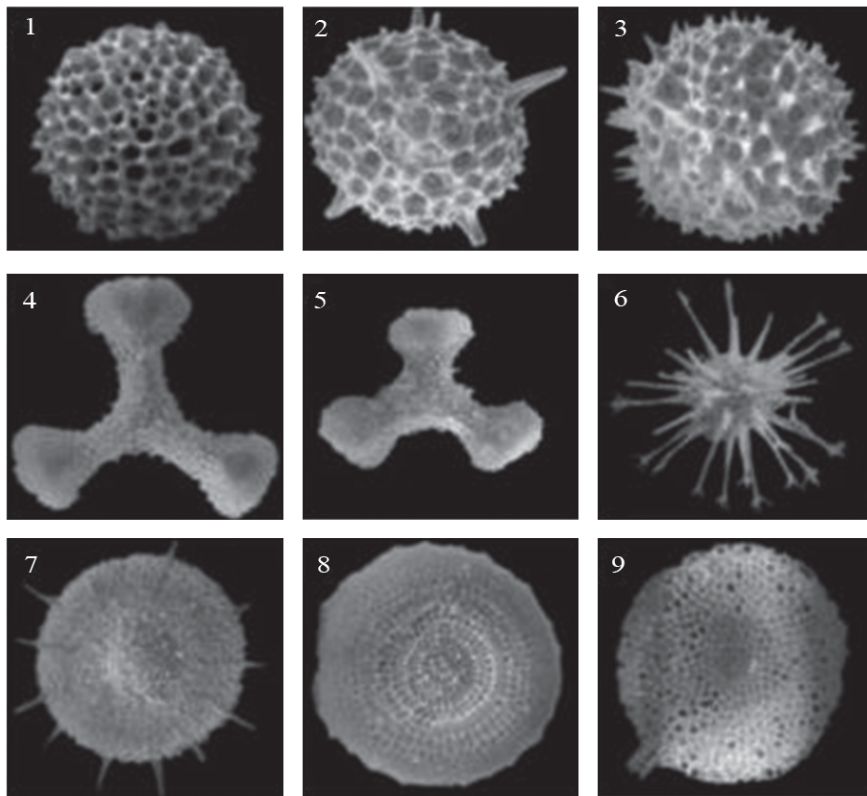
DESCRIPCIÓN: Conchilla elipsoidal, con poros espaciados uniformemente de forma circular a subcircular. Presenta dos espinas dorsales polares desiguales, cilíndricas o cónicas aplanadas en la base. A menudo no presentan cáscara medular. El

MUSEO: MZUC (UCCC) 33129, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Spongurus minor* Van de Paverd  
(Lám 2-3)

*Spongurus minor* Van de Paverd, 1995: pl. 53, figs. 1-2  
DESCRIPCIÓN: conchilla subesférica, gruesa con numerosas espinas cortas y de igual tamaño. Poros de pequeño y mediano tamaño y de forma semicircular, el diámetro de la conchilla es de 150  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33129, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .



Lámima. 2: 1: *Carposphaera* sp. (conchilla: 50  $\mu\text{m}$ ); 2: *Hexacantium hexacanthum* (conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ , espinas (spines): 20  $\mu\text{m}$ ); 3: *Spongurus minor* (conchilla (shell): 150  $\mu\text{m}$ ); 4: *Dictyocoryne profunda* (175  $\mu\text{m}$ ); 5: *Dictyocoryne truncatum* (150  $\mu\text{m}$ ); 6: *Cladococcus viminalis* (conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ , espinas (spines): 50  $\mu\text{m}$ ); 7: *Spongotruchus glacialis* (conchilla (shell): 200  $\mu\text{m}$ , espinas (spines): 20  $\mu\text{m}$ ); 8: *Stylodictya multispina* (conchilla (shell): 175  $\mu\text{m}$ ); 9: *Spongopyle setosa* (conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ ).



*Stylodictya multispina*. Haeckel

(Lám 2-8)

*Stylodictya multispina*. Haeckel, 1860: p. 842; 1862: p. 496, lám. 29, fig. 5.

DESCRIPCIÓN: Conchilla en forma de disco aplanado, no engrosado en el centro, pero en algunos casos sí lo está, motivo por el cual se ve más oscura la parte central del disco. El centro está rodeado de anillos de cámaras circulares, concéntricas a subcirculares, de un ancho uniforme y claramente definidos. Los poros sobre las paredes de las cámaras son irregulares, generalmente van de 1-2 poros en el ancho del anillo. El disco lleva numerosas espinas marginales de diferentes longitudes, su diámetro es de 175  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33130, 3 ejemplares, >212  $\mu\text{m}$ .

*Amphitholus acanthometra* Haeckel

(Lám 3-2)

*Amphitholus acanthometra* Haeckel, 1887, Challenger Rept., Zool., vol. 18, p. 667, pl. 10, figs. 5-6.

DESCRIPCIÓN: Conchilla esférica ovalada constituida de dos tecas y con algunas espinas radiales. Superficie generalmente espinosa. Los poros son subcirculares a subpoligonales de tamaño casi igual, el diámetro de la conchilla es de 125  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33131, 1 ejemplar, >212  $\mu\text{m}$ .

*Cubotholus octoceras*. Haeckel

(Lám 3-3)

*Cubotholus octoceras*. Haeckel, 1887, Challenger Rept., Zool., vol. 18, p. 681.

DESCRIPCIÓN: Conchilla externa o cortical compuesta de protuberancias o cúpulas hemisféricas (protuberancias del esqueleto). Las cámaras suelen llevar pequeñas espinas radiales. Diámetro de la conchilla (sin considerar las espinas) es de 50  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33132, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Lamprocyclas maritalis* Haeckel

(Lám 3-9)

*Lamprocyclas maritalis* Haeckel, 1887: p. 1390, lám. 74, figs. 13, 14.

*Lamprocyclas maritalis ventricosa* Nigrini, 1968: p. 57, lám. 1, fig. 9.

DESCRIPCIÓN: Conchilla en forma de campana, de paredes gruesas. La región cefálica con poros circulares y provistos de un cuerno apical de 1-2 veces el largo de la cabeza. Tórax cónico, que en su inicio puede llevar pequeñas espinas; también lleva poros circulares a subcirculares dispuestos en una armazón hexagonal y alineada en filas longitudinales. Abdomen

inflado, más grande que el tórax y con el mismo tipo de poros. Peristoma claramente diferenciado, no poroso, con numerosos dientes agudos que nacen desde su borde inferior. Longitud de la conchilla (sin considerar el cuerno apical) es de 125  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33133, 7 ejemplares, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Stichopilium* sp. Takahashi

(Lám 3-6)

*Stichopilium* sp. Takahashi, 1991: pl. 39, figs. 17, 18, 19.

DESCRIPCIÓN: Caparazón o conchilla acampanada que termina en forma tubular que cuenta con la presencia de una espina frontal y tres espinas laterales que emergen de la mitad del caparazón. Los poros son irregulares. El diámetro de la conchilla es de 100  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33134, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Peripyramis circumtexta* Haeckel

(Lám 3-10)

*Peripyramis circumtexta* Haeckel, 1887: p. 1162; pl. 54, fig. 5.

DESCRIPCIÓN: Cáscara delgada, muy fina y delicada de forma piramidal con nueve vigas radiales más gruesas conectadas por 15 a 20 anillos horizontales transversales. Los poros tienen forma rectangular y son de variados tamaños. Presenta espinas dorsales ramificadas en la base de la pirámide que emergen de todos los puntos nodales. Su tamaño es de 175  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33135, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Dictyophymus hirundo* Haeckel

(Lám 3-7)

*Dictyophymus hirundo* Haeckel, 1887

*Pterocorys hirundo* Haeckel, 1887: p. 1318, lám. 71, fig. 4.

DESCRIPCIÓN: Conchilla con su región cefálica subglobular; superficie lisa o ligeramente espinosa y con numerosos poros pequeños. Cuerno apical agudo, vertical y algo excéntrico. Tórax truncado, cónico, superficie algo espinosa, con poros circulares a subcirculares; además, lleva tres costillas que se prolongan en tres pies largos, divergentes y suavemente curvados. Abdomen casi indistinguible del tórax, pero puede desarrollarse un enrejado de poros circulares a subcirculares entre los tres pies. Longitud de la conchilla (sin considerar al cuerno) es de 50  $\mu\text{m}$ .

MUSEO: MZUC (UCCC) 33136, 1 ejemplar, 212-150  $\mu\text{m}$ .

*Litharacnium tentorium* Haeckel  
(Lám 3-8)

*Litharacnium tentorium* Haeckel, 1862: p. 281; pl. 4, figs. 7-10.

DESCRIPCIÓN: Conchilla de forma cónica, delgada, con

un fino enrejado. Los poros aparecen ordenados en filas presentando un aspecto cuadrado a rectangular, ordenados en 32 vigas radiales. El tamaño de esta especie es de 100  $\mu\text{m}$ .

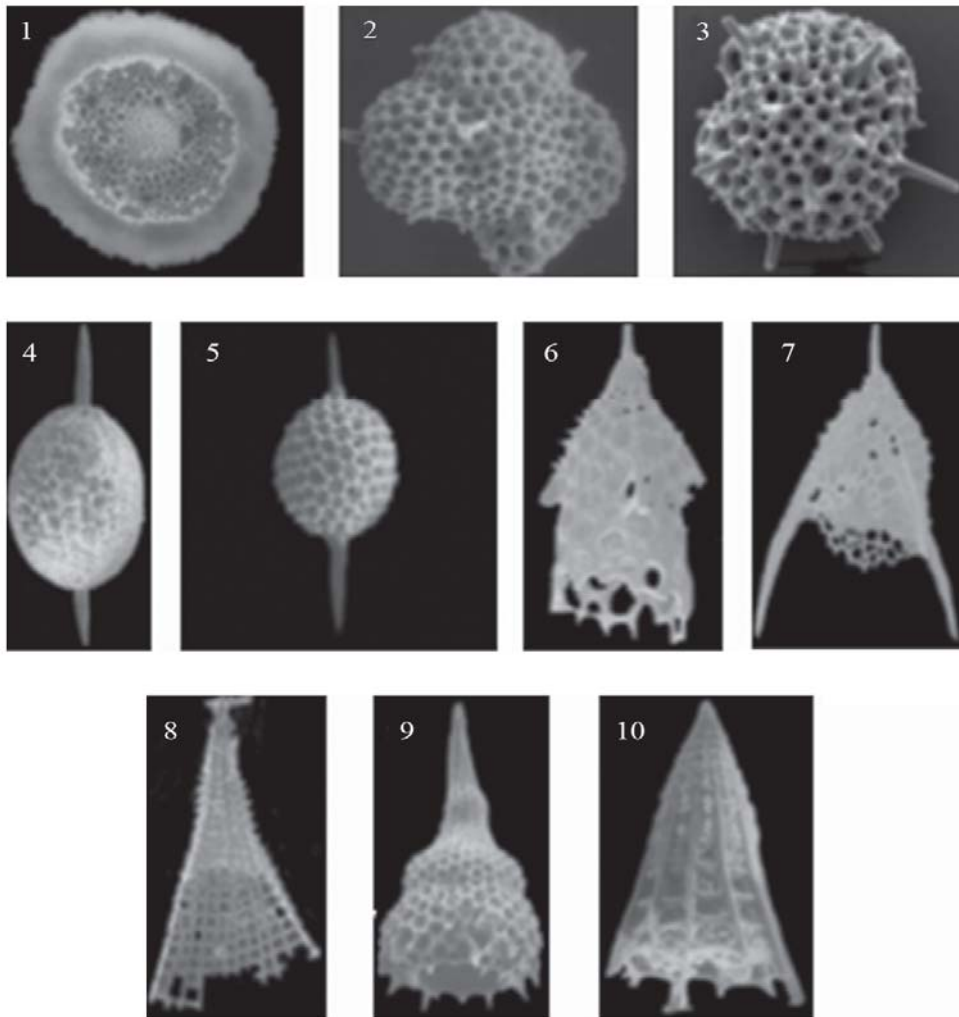


Lámina (Storyboard) 3: 1: *Spongodiscus biconcavus* (conchilla (shell): 175  $\mu\text{m}$ ); 2: *Amphitolus acanthometra* (conchilla (shell): 125  $\mu\text{m}$ ); 3: *Cubotholus octoceras* (Conchilla: 50  $\mu\text{m}$ ); 4: *Ellipsoxiphium palliatum* (conchilla (shell): 150  $\mu\text{m}$ , espina larga (long spine): 50  $\mu\text{m}$ , espina corta (short spine): 25  $\mu\text{m}$ ); 5: *Axoprunum starauxonium* (conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ , espina larga: 50  $\mu\text{m}$ , espina corta: 25  $\mu\text{m}$ ); 6: *Stichopilium* sp.(conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ ) 7: *Dictyophymus hirundo* (conchilla (shell): 50  $\mu\text{m}$ ); 8: *Litharacnium tentorium* (conchilla (shell): 100  $\mu\text{m}$ ); 9: *Lamprocyclas maritalis ventricosa* (conchilla (shell): 125  $\mu\text{m}$ ); 10: *Peripyramis circumtexta* (conchilla (shell): 175  $\mu\text{m}$ ).

## II. COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE RADIOLARIOS

De las muestras revisadas, se encontró un total de 4.740 individuos (60,3 ind/cm<sup>3</sup>), los que se distribuyen en 28 especies de ambos órdenes investigados. De éstas, hay 5 que exhiben una gran abundancia y que contribuyen con un 82,7% al total de individuos encontrados.

La distribución latitudinal de los radiolarios obtenidos entre Concepción y la Isla de Chiloé se muestra en la Fig. 2; donde se puede observar que existe una tendencia general a la disminución en la concentración de radiolarios desde la estación frente a Concepción (con un máximo de 17 ind/cm<sup>3</sup>) hacia el sur de la zona estudiada. Pero, cabe destacar, que a los 38°S la abundancia vuelve a aumentar, encontrándose frente a Valdivia un total de 8 ind/cm<sup>3</sup>; después de esta

estación, hacia el sur, continúa la tendencia antes mencionada.

Las especies con la abundancia relativa más alta son 5: *Cenosphaera cristata* (40,6%), *Spongotruchus glacialis* (15,7%), *Spongopyle setosa* (15,2%), *Carposphaera* sp. (4,2%) y *Lamprocyclus maritimalis ventricosa* (7%) (Tabla II, Fig. 2).

La distribución latitudinal de los radiolarios obtenidos entre Concepción y Chiloé se muestra en la Fig. 3, donde se puede observar que existe una tendencia general a la disminución en la concentración de radiolarios desde la estación frente a Concepción (con un máximo de 17 ind/cm<sup>3</sup>) hacia el sur de la zona estudiada. Pero, cabe destacar que a los 38°S la abundancia vuelve a aumentar, encontrándose frente a Valdivia un total de 8 ind/cm<sup>3</sup>; después de esta estación, hacia el sur, continúa la tendencia antes mencionada.

TABLA II. Abundancia relativa total de los radiolarios encontrados desde Concepción a la Isla de Chiloé

TABLE II. Relative total abundance of the radiolarians from Concepción to Chiloé Island.

Especies	Abun. relativa (%)
<i>Actinomma hastatum</i>	1,07
<i>Actinomma</i> sp .A	1,58
<i>Actinomma</i> sp .B	0,25
<i>Actinomma</i> sp. C	2,36
<i>Carposphaera angulata</i>	1,28
<i>Carposphaera</i> sp.	4,19
<i>Cenosphaera cristata</i>	40,59
<i>Hexacantium pythagoraea</i>	2,89
<i>Axoprunum staruaxonium</i>	2,82
<i>Elliposoxiphium palliatum</i>	0,37
<i>Dictyocoryne truncatum</i>	3,45
<i>Dictyocoryne profunda</i>	0,86
<i>Spongurus minor</i>	0,84
<i>Spongopyle setosa</i>	15,18
<i>Spongodiscus biconcavus</i>	0,75
<i>Spongotruchus glacialis</i>	15,71
<i>Stylodictya mulispina</i>	1,45
<i>Amphitolus acanthometra</i>	0,25
<i>Actinomma arcadophora</i>	2,42
<i>Lamprocyclus maritimalis</i>	7,02
<i>Peripyramis circumtexta</i>	0,35
<i>Dictyophymus hirundo</i>	0,14
<i>Cladococcus aerborescens</i>	0,21
<i>Cubotholus octoceras</i>	0,16
<i>Actinomma circumtexta</i>	1,89
<i>Actinomma</i> sp. D	1,77
<i>Stichopilium</i> sp.	0,02
<i>Litharachnium tentorium</i>	0,08
Total Abundancia	100

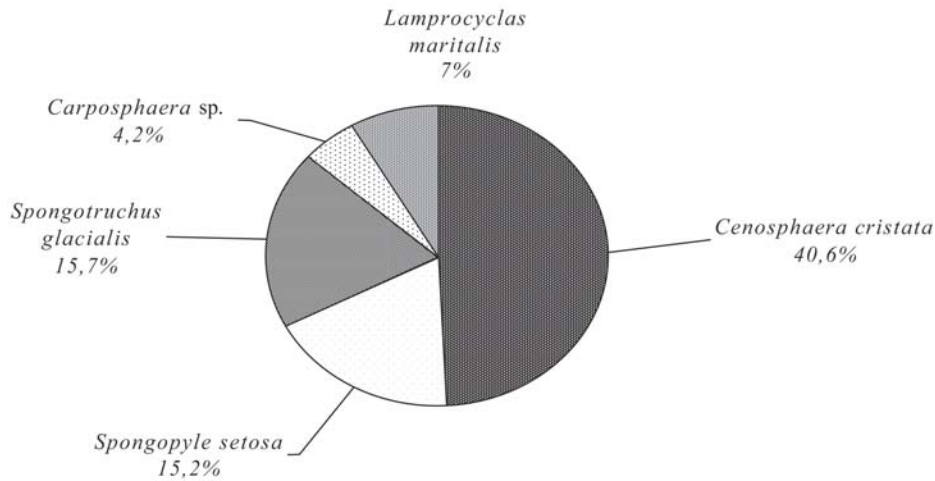


FIGURA 2. Abundancia relativa de las 5 especies más abundantes presentes en el área de estudio.

FIGURE 2. Relative abundance of the 5 species more abundant presents in the study area.

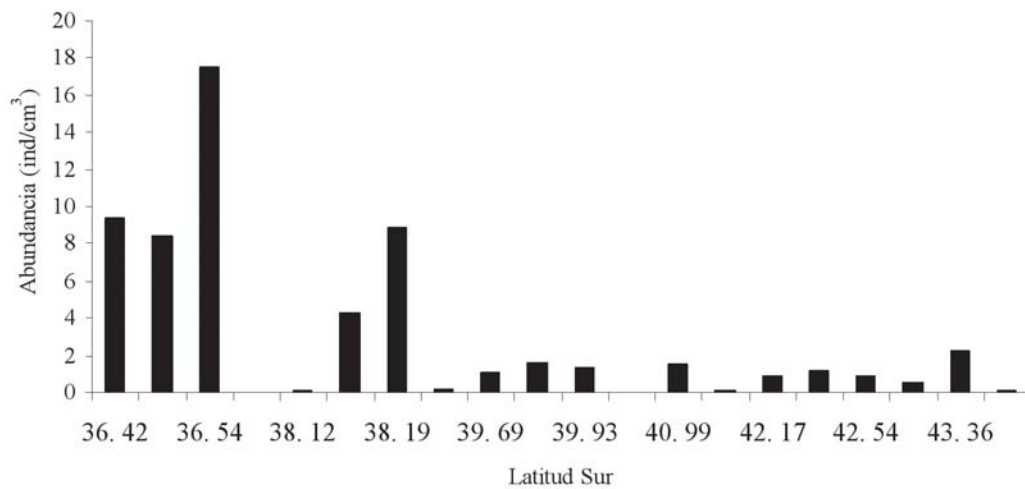


FIGURA 3. Distribución de radiolarios de acuerdo a latitud (°S) y abundancia (ind/cm³).

FIGURE 3. Radiolarians distributions in relation with latitude (°S) and abundance (ind/cm³).

### DISCUSION

El Orden Spumellaria es el que presenta la mayor abundancia en los sedimentos de la zona muestreada. Esto coincide con el trabajo realizado por Zapata & Olivares (2005) en los sedimentos de Caldera, Norte de Chile, donde encuentran un claro predominio de este Orden, al igual que en otras partes del mundo (e.g. Benson 1966; Kling & Boltovskoy 1995; Grupta *et al.* 2002; Yamashita *et al.* 2002; Nimmergut & Abelmann 2002).

Las diferencias latitudinales en la composición cuali y cuantitativa de la tanatocenosis de radiolarios a lo largo de la zona muestreada reflejan un claro mecanismo de distribución, en el cual existe una disminución de la abundancia y diversidad hacia el sur, coincidiendo con el trabajo de Mothadi *et al.* (2005), donde la concentración del opal también disminuye en los sedimentos hacia el sur de la zona de estudio.

Al frente de Concepción (36°S), la abundancia alcanza su máximo, lo que puede estar asociado a

los periodos de surgencias estacionales, pues las cantidades de sílice disuelto son muy altas en aquellas regiones del mundo que presentan estos eventos. Este sílice disuelto es removido del agua de mar a partir de la formación de sílice biogénico, es decir, a través de la producción de partes duras de organismos como: radiolarios, diatomeas, silicoflagelados y esponjas (Libes 1992). Probablemente, las tasas de producción de radiolarios en la zona frente a Concepción son altas, coincidiendo con periodos relativamente cortos de sedimentación y el grado de preservación de las testas en los sedimentos de esta zona es relativamente alto. Aunque cabe mencionar que, a pesar de que en esta latitud los radiolarios se preservan bien en los sedimentos, su abundancia no es comparable con la de las diatomeas, también de puro opal, las que, de acuerdo a Romero & Hebbeln (2003), frente a Concepción, alcanzan sus máximos ( $3 \times 10^4$  valvas/g sedimento seco). Otro factor que puede ser considerado es el gran aporte de sílice que el río BioBío podría hacer a las costas de la VIII Región; el río también ayudaría a aumentar la concentración de este elemento en la zona estudiada frente a Concepción.

Las 28 especies encontradas en este estudio, son en su mayoría cosmopolitas, ubicándose en los más variados ambientes y profundidades (e.g. Benson 1966; Kling & Boltovskoy 1995; Grupta *et al.* 2002; Yamashita *et al.* 2002; Nimmergut & Abelman 2002). La especie más abundante encontrada en este estudio es *Cenosphaera cristata*, pero existe mucha confusión a cerca de su clasificación, por lo que en este estudio sólo se buscó bibliografía asociada al Género *Cenosphaera*, el cual, de acuerdo a los datos recopilados, se distribuye en los sedimentos superficiales del fondo marino de la Bahía de la Paz, México (Alvarez & Murillo 1989), relacionada a procesos de surgencias, también en los sedimentos del Norte de Chile (Zapata & Olivares 2005), Golfo de California (Benson 1966), Este Ecuatorial del Océano Pacífico (Boltovskoy & Jankilevich 1985), Noreste tropical del Océano Atlántico (Boltovskoy & Uliana 1996). Frente a Concepción, como la mayoría de las especies encontradas en este estudio, este género alcanza su mayor abundancia, por lo que podría estar relacionado a zonas de alta productividad, tal como en Bahía de la Paz y el Golfo de California.

## CONCLUSIONES

En los sedimentos de la zona muestreada (centro-sur 36°-43°S) se encontraron radiolarios de los dos órdenes más importantes dentro de este grupo:

- Spumellaria, con 6 familias representativas (Actinommidae, Spongodiscidae, Tholoniidae, Pyloniidae, Sponguridae y Porodiscidae), 16 géneros (*Actinomma*, *Carposphaera*, *Hexacontium*, *Axoprunum*, *Dictyocoryne*, *Stylodictya*, *Cubotholus*, *Carposphaera*, *Cenosphaera*, *Elliposoxiphium*, *Stylosphaera*, *Cladococcus*, *Amphitolus*, *Spongodiscus*, *Spongotruchus* y *Spongopyle*), 22 especies y de éstas, 5 se identificaron sólo hasta nivel genérico.
- Nassellaria, con 3 familias representativas (Pterocorythidae, Theoperidae y Archiphormididae), 5 géneros (*Lamprocyclas*, *Dictyophymus*, *Peripyramis*, *Stichopilium* y *Litharachnium*), 5 especies y de éstas, una se identificó sólo hasta nivel genérico.
- Las especies con la abundancia relativa más alta son: *Cenosphaera cristata*, *Spongotruchus glacialis*, *Spongopyle setosa*, *Carposphaera* sp. y *Lamprocyclas maritalis ventricosa*, las que contribuyen con un 82,7 % al total de individuos encontrados en este estudio.

Las mayores abundancias se encontraron frente a Concepción (9,4-17,5 ind/cm<sup>3</sup>), lo que también coincide con las mayores concentraciones de opal (7-7,5 wt-%) en los sedimentos de la misma zona, esto estaría asociado a los periodos de surgencias estacionales.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el financiamiento de esta investigación al Proyecto FONDECYT N° 1040968, al personal del laboratorio de Microscopía Electrónica y de barrido de la Universidad de Concepción por su colaboración en la toma de las microfotografías (SEM) y al Departamento de Zoología por permitir la utilización de las dependencias. Se agradece además de manera muy especial al Msc. Jaime Zapata, docente de la Universidad de Los Lagos, por su colaboración en el reconocimiento de las especies, permanentes consejos y guía en el fascinante mundo de los radiolarios.

BIBLIOGRAFIA

- ABELMANN, A. 1992. Radiolarians flux in Antarctic waters (Drake Passage, Powell Basin, Bransfield Strait). *Polar Biology*, 12: 357-372.
- ALVAREZ, A. & J. MURILLO 1989. Cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (Radiolaria), en sedimentos superficiales del fondo marino de la bahía de la Paz, B.C., México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. 17 pp.
- BENSON, R. 1966. Recent Radiolaria from the Gulf of California. Ph. D. thesis, University of Minnesota, USA. <http://www.radiolaria.org.cl>.
- BOLTOVSKOY, D. 1988. Equatorward sedimentary shadows of near – surface oceanographic patterns. *Speculations in Science and Technology*. 11(3): 219-232.
- BOLTOVSKOY, D. 1994. The sedimentary record of pelagic biogeography. *Prg. Oceanogr.* 35: 135-160.
- BOLTOVSKOY, D. 1998. Recent Radiolaria of the South Atlantic. [http://palaeo-electronica.org/1998\\_boltovskoy/toc.html](http://palaeo-electronica.org/1998_boltovskoy/toc.html)
- BOLTOVSKOY, D. 1999. Diversidad y biogeografía del zooplancton del Atlántico Sur. *Anal. Acad. Nac. Cs. Ex. Fís. y Nat., Buenos Aires, Argentina*, 51: 111-136.
- BOLTOVSKOY, D. & S. JANKILEVICH. 1985. Radiolarian distribution in the East Equatorial Pacific plankton. *Acta Oceanológica*. Vol. 8 (1): 101-123.
- BOLTOVSKOY, D., & E. ULIANA. 1996. Seasonal variation in the flux of microplankton and radiolarian. *Limnol. Oceanogr.*, 41(4), 1996, 615-635.
- BOLTOVSKOY, D., V. ALDER & A. ABELMANN. 1993. Annual flux of Radiolaria and other shelled plankton in the eastern equatorial Atlantic at 853 m: seasonal variations and polycystine species –specific responses. *Deep-Sea Research* 40 (9): 1863-1895.
- CAMPBELL, A. 1954. Subclase Radiolaria, D11-D163. *In* Moore, R.C. (ed.), *Treatise of Invertebrate Paleontology*, Protista 3. Geological Society of America and Kansas University, Press, Lawrence, Kansas.
- CAVALIER-SMITH, T. 1998. A revised six-kingdom system of life. *Biol. Rev.* 73: 203-266.
- EHRENBERG, C. G. 1847. Über eine halbiolithische, von Herrn R. Schomburg entdeckte, vorherrschend aus mikroskopischen Polycystina gebildeten Gebirgsmasse von Barbados. *In: Königliche Preussische Akademie der Wissenschaften*, pp. 382-385.
- EHRENBERG, C. 1861. Über die Tiefgrund-Verhältnisse des Oceans am Eingange der Davisstrasse und bei Island. *Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., Jahre 1861*, pp. 275-315.
- EHRENBERG, C. 1872. Mikrogeologische Studien als Zusammenfassung seiner Beobachtungen des kleinsten Lebens der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluss. *Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., Jahre 1872*, pp. 265-322.
- GRUPTA, S., R. MOHAN & M.GUPTHA 2002. Radiolarian fluxes from the southern Bay of Bengal sediment trap results. *Deep-Sea Research I* 49: 1669-1688.
- HAECKEL, E. 1860. *Abbildungen und Diagnosen neuer Gattungen und Arten von lebenden Radiolarien des Mittelmeeres*. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin, Monatsber., Jahre 1860, pp. 835-845.
- HAECKEL, E. 1862. *Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria)*. Eine Monographie. Berlin, Reimer, pp. 1-572.
- HAECKEL, E. 1887. Report on Radiolaria collected by H.M.S. *Challenger* during the years 1873-76. *Rep. Voyage H.M.S. Challenger, Zool.* 18: 1-1803.
- HEBBELN, D., CRUISE PARTICIPANS. 2001. PUCK, Report and preliminary results of R/V SONNE Cruise 156, Valparaíso (Chile)-Talcahuano (Chile), March 29-May 14, 2001. *Berichte Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen* 182: 1-195.
- KLING, S.A. & D. BOLTOVSKOY 1995. Radiolarian vertical distributions patterns across the southern California Current. *Deep-Sea Research Part I* 42: 191-231.
- KUDO, R. 1969. *Protozoología*. Edit. CESCA, México, 483-485.
- LIBES, S. M. 1992. *An Introduction to Marine Biochemistry*. John Wiley & Son. Inc. Chapter 16: 262-275.
- MOLINA-CRUZ & J. HERGUERA. 2002. Paleooceanographic evolution of backwater in the Nazca region, southeastern Pacific, during late Pleistocene. *Rev. Mexicana Cienc. Geológicas*, 19 (83): 252-259.
- MOTHADI, M., D. HEBBELN & M. MARCHANT. 2005. Upwelling and productivity along the Perú-Chile Current derived from faunal and isotopic compositions of planktic foraminifera in surface sediments. *Marine Geology*, 216: 107-126.
- NIGRINI, C. 1967. Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. *Scripps Inst. Oceanogr., Bull.* 11:1-125.
- NIMMERGUT, A. & A. ABELMANN 2002. Spatial and seasonal changes of radiolarians standing stocks in the Sea of Okhotsk. *Deep-Sea Research I* 49, 463-493.
- POPOFSKY, A. 1908. Die Radiolarien des Antarktis (mit Ausnahme der Tripyleen). *Deutsche Südpolar-Expend., 1901-1903, Rept.*, 10 (Zool., 2)(3):183-305.
- RIEDEL, W. 1967a. Subclase radiolaria. *In* Harland, W. B. et al. (eds.). *The Fossil Record*. Geol. Soc. London, 495-648.
- RIEDEL, W. 1967b. Some new families of Radiolaria. *Proc. Geol. Soc. London*, 1640: 148-149.
- ROMERO, O. & D. HEBBELN. 2003. Biogenic silica and diatom thanatocoenosis in surface sediments below the Perú-Chile Current: controlling mechanisms and relationship with productivity of surface waters. *Marine Micropaleontology*, 48: 71-90.
- SWANBERG, N. R. 1979. The ecology of colonial radiolarians: their colony morphology, trophic interactions and associations, behavior, distribution, and the photosynthesis of their symbionts. Ph.D. Thesis,

- Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts.
- TAKAHASHI, K. 1991, Radiolaria: flux, ecology, and taxonomy in the Pacific and Atlantic. *In* Ocean Biocoenosis, Series No. 3, Honjo, S. (ed.), Woods Hole Oceanographic Institution Press, 303 pp. (63 plates).
- VAN DE PAVERD, P. J. 1995. Recent Polycystine Radiolaria from the Snellius-II Expedition Ph.D. thesis, Center for Marine Earth Science (the Netherlands) and Paleontological Museum in Oslo (Norway), 351 pp.
- WESTBERG, M. & W. RIEDEL. 1978. Accuracy of radiolarian correlations in the Pacific Miocene. *Micro-paleontology* 24 (1): 1-3.
- YAMASHITA, H., K. TAKAHASHI & N. FUJITANI. 2002. Zonal and vertical distribution of radiolarians in the western and central Equatorial Pacific in January 1999. *Deep-Sea Research Part II* 49: 2823-2862.
- ZAPATA, J. & J. OLIVARES. 2005. Radiolarios (Protozoa, Actinopoda) sedimentados en el puerto de Caldera (27°04' S; 70°51' W), Chile. *Gayana* 69(1): 78-93.
- ZAPATA, J. & M. ROJAS. 2006. Radiolarios Polycystina (Protozoa, Actinopoda) sedimentados en el norte de Chile (25°24'05" S - 29°53'52" S), *Bol. Soc. Biol., Concepción, Chile*, 77: 115-136.

Recibido: 08.11.07  
Aceptado: 10.05.08