

<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v72iS2.61522>

Radiolarios (Clase Polycystina) holocénicos en sedimentos profundos del Pacífico de Costa Rica

Radiolarians (Class Polycystina) in deep-sea sediments from the Pacific Ocean of Costa Rica

Alexis Rodríguez-Jiménez^{*1};  <https://orcid.org/0009-0001-9239-497X>

María Isabel Sandoval Gutiérrez¹;  <https://orcid.org/0000-0002-0122-0211>

Guaria Cárdenes Sandí¹;  <https://orcid.org/0009-0008-8514-2740>.

Jorge Cortés^{2, 3};  <https://orcid.org/0000-0001-7004-8649>

1. Escuela Centroamericana de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica; alexis.rodriguezjimenez@ucr.ac.cr (*Corresponding author); mariaisabel.sandoval@ucr.ac.cr; guaria.cardenes@ucr.ac.cr
2. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 11501-2060 San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica; jorge.cortes@ucr.ac.cr
3. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 11501-2060 San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

Recibido/Received 10-XI-2023.

Corregido/Corrected 31-V-2024.

Aceptado/Accepted 06-VI-2024.

ABSTRACT

Introduction. Radiolarians are an important group of marine planktonic protists. The polycystines (Phylum Radiozoa, Class Polycystina) are a group of radiolarians whose skeletons are made of opal (amorphous silica) and form the basis for their taxonomic classification. There are few recent studies of radiolarians in Costa Rica.

Objective. This research seeks to create the first taxonomic guide of radiolarians present in Holocene sediments (from 11 000 years ago to the present) of the Costa Rican Pacific seabed.

Methods. Between late 2018 and early 2019, two oceanic expeditions: *Rock Hits* and *Costa Rica Deep-Sea Connections*, respectively, collected 13 sediment cores from the Costa Rican Pacific seabed. Using a modified methodology created for these investigation, 64 samples were obtained from which radiolarian remains were extracted for taxonomic analysis. Obtained radiolarians were mounted for taxonomic analysis using optical and scanning electron (SEM) microscopy.

Results. A total of 119 species of Polycystina were identified, distributed among 15 families belonging to the orders Collodaria (one family and eight species), Spumellaria (seven families and 62 species), and Nassellaria (seven families and 49 species).

Conclusion. This study identifies several taxa (119) like those reported in studies conducted near the Pacific coast of Costa Rica, but less than half of those reported from the Eastern Equatorial Pacific (EEP).

Key words: Radiolaria; Polycystina; marine zooplankton; taxonomy; descriptive morphology; ocean floor; marine sediment cores

RESUMEN

Introducción. Los radiolarios son un grupo importante de protistas marinos planctónicos. Los Polycystina (Phylum Radiozoa, Clase Polycystina) son un grupo de radiolarios cuyos esqueletos están hechos de ópalo (sílice amorfo) y constituyen la base para su clasificación taxonómica. Existen pocos estudios recientes sobre radiolarios en Costa Rica.



Objetivo. La presente investigación busca crear la primera guía taxonómica de radiolarios presentes en sedimentos holocénicos (desde hace 11 000 años al presente) del fondo marino del Océano Pacífico específicamente para Costa Rica.

Métodos. Entre finales de 2018 e inicios de 2019, dos expediciones oceánicas (*ROC HITS Project* y *Costa Rica Deep-Sea Connections*, respectivamente) colectaron 13 núcleos de sedimento del fondo oceánico del Pacífico de Costa Rica. A partir de esto, y empleando una metodología modificada creada para esta investigación, se obtuvieron 64 muestras de las que se extrajeron los restos de los radiolarios para su análisis taxonómico. Los radiolarios obtenidos fueron montados para análisis taxonómico empleando microscopía óptica y electrónica de barrido (MEB).

Resultados. Se identificaron un total de 119 especies de Polycystina, distribuidos en 15 familias pertenecientes a los órdenes Collodaria (una familia y ocho especies), Spumellaria (siete familias y 62 especies) y Nassellaria (siete familias y 49 especies).

Conclusión. Se identifica un número de taxones (119) similar a los reportados en estudios realizados en los alrededores del Pacífico costarricense, pero menos de la mitad de los reportados en algunas investigaciones del Pacífico Tropical del Este (PTE).

Palabras clave: Radiolaria; Polycystina; zooplancton marino; taxonomía; morfología descriptiva; fondo oceánico; núcleos de sedimento marino.

INTRODUCCIÓN

Los radiolarios constituyen uno de los grupos de organismos más importantes entre los protistas marinos planctónicos al ser una importante fuente de información para estudios oceanográficos y paleoceanográficos (Giresse, 2008). Están ampliamente distribuidos en los océanos del mundo y poseen una larga presencia a lo largo del tiempo geológico, haciéndolos significativos para la comprensión de la estructura y dinámica de los ecosistemas y comunidades planctónicas (Boltovskoy & Correa, 2016; De Wever et al., 2001; Suzuki & Not, 2015). La mayoría de estos microorganismos generan un altamente complejo y diverso esqueleto de ópalo ($\text{SiO}_2\text{nH}_2\text{O}$), es decir, sílice amorfo, en la que se basa su clasificación taxonómica, particularmente para los miembros fósiles de este grupo. Si bien el desarrollo de las técnicas moleculares ha contribuido significativamente esclarecer las relaciones filogenéticas entre taxones superiores (clase, orden), su impacto en la definición de géneros y especies de radiolarios sigue siendo muy limitado, lo que señala discrepancias significativas (Biard et al., 2015). En los Collodaria, por ejemplo, donde todas las células que forman parte de la misma colonia presumiblemente pertenecen a

INTRODUCTION

Radiolarians constitute one of the most important groups of organisms among marine planktonic protists, serving as a valuable source of information for oceanographic and paleoceanographic studies (Giresse, 2008). They are widely distributed across the world's oceans and have been present throughout geological time, making them significant for understanding of the structure and dynamics of ecosystems and planktonic communities (Boltovskoy & Correa, 2016; de Wever et al., 2001; Suzuki & Not, 2015). Most of these microorganisms produce complex and highly diverse skeletons made of opal ($\text{SiO}_2\text{nH}_2\text{O}$; i.e. amorphous silica), which form the basis of taxonomic classification, particularly for the fossil members of this group. While the development of molecular techniques has significantly contributed to clarifying phylogenetic relationships among higher taxa (class, order), their impact on defining the genera and species remains limited and points to serious discrepancies (Biard et al., 2015). For example, in the Collodaria, where all cells forming part of the same colony presumably belong to the same species, substantial morphologic variability has been described (Petrushevskaya & Swanberg, 1990).

la misma especie, se ha descrito una variabilidad morfológica sustancial (Petrushevskaya & Swanberg, 1990).

En consecuencia, las clasificaciones basadas en la morfología, incluyendo los primeros trabajos propuestos por Haeckel (1887), Nigrini y Moore (1979), Riedel (1971) y muchos otros, siguen siendo guías de referencia obligatorias para la taxonomía de los radiolarios (Archibald et al., 2017). Es importante destacar que las clasificaciones a nivel de género y especie basadas en la morfología de los esqueletos a menudo son muy debatibles, especialmente cuando tienden a ignorar la variabilidad intraespecífica. También se ha sugerido que muchos biólogos y paleontólogos (particularmente entre los especialistas del siglo XIX) describieron diferentes etapas de crecimiento ontogenético, así como conchas en diferentes etapas de conservación, bajo diferentes nombres (Boltovskoy & Pujana, 2008).

Varios estudios centrados en los radiolarios se han llevado a cabo en la región del Pacífico Tropical del Este (PTE) (eg. Aitchison & Flood, 1995; Alexandrovich, 1989; Boltovskoy, 1992; Boltovskoy & Jankilevich, 1985; Dinkelman, 1974; Haslett, 1995; Hays et al., 1989; Labracherie, 1985; Nigrini, 1968; Pisias & Mix, 1997; Romine & Moore, 1981; Schramm, 1985; Takahashi, 1991), algunos de los cuales incluyeron muestras de sedimentos marinos provenientes del Océano Pacífico de Costa Rica o muy cercano a este (Anderson, 2019; Baldessin, 2012; Boltovskoy et al., 2010; Haslett, 1995; Lyle, 1992; Nigrini, 1968; Sandoval et al., 2017; Takahashi, 1991), abordando principalmente temas de biogeografía, bioestratigrafía, paleoceanografía y paleoclimatología. Sin embargo, muestras provenientes del territorio marítimo costarricense han tenido poca representación en las investigaciones realizadas, con algunas excepciones (Baldessin, 2012; Sandoval et al., 2017; Sandoval, 2018), sin embargo, el enfoque de estos ha sido mayormente la paleoceanografía no la taxonomía de los radiolarios.

Por ello, el presente estudio de la taxonomía radiolarios en sedimentos superficiales tiene gran relevancia para el Pacífico costarricense,

Consequently, morphology-based classifications, including the early works of Haeckel (1887), Nigrini and Moore (1979), Riedel (1971), and many others, remain essential reference guides for radiolarian taxonomy (Archibald et al., 2017). However, it should be noted that genus and species-level classifications based on skeletal morphology are often highly debatable, especially when they overlook intraspecific variability. It has also been suggested that many biologists and, particularly those from the 19th century, described different ontogenetic growth stages and shells in various stages of preservation under different names (Boltovskoy & Pujana, 2008).

Several studies on radiolarians have been conducted in the Eastern Equatorial Pacific (EEP) (eg. Aitchison & Flood, 1995; Alexandrovich, 1989; Boltovskoy, 1992; Boltovskoy & Jankilevich, 1985; Dinkelman, 1974; Haslett, 1995; Hays et al., 1989; Labracherie, 1985; Nigrini, 1968; Pisias & Mix, 1997; Romine & Moore, 1981; Schramm, 1985; Takahashi, 1991), some of which included samples from marine sediments originating from or near the Pacific Ocean off Costa Rica (Anderson, 2019; Baldessin, 2012; Boltovskoy et al., 2010; Haslett, 1995; Lyle, 1992; Nigrini, 1968; Sandoval et al., 2017; Takahashi, 1991). These studies have primarily addressed topics such as biogeography, biostratigraphy, paleoceanography, and paleoclimatology. However, samples from Costa Rica's maritime territory have been underrepresented, with a few exceptions (Baldessin, 2012; Sandoval, 2018; Sandoval et al., 2017). Moreover, the primary focus of those studies has been on paleoceanography rather than on radiolarian taxonomy.

Therefore, this study on the taxonomy of radiolarians in surface sediments is highly relevant for the Costa Rican Pacific Ocean. It represents the first research exclusively dedicated to the taxonomic study of radiolarians present in Costa Rica's marine sediments. This work provides an inventory of the species that inhabit or have inhabited the Pacific Ocean off Costa Rica over the last hundreds to thousands



pues constituye la primera investigación centrada exclusivamente en la taxonomía de radiolarios presentes en sedimentos marinos de Costa Rica, permitiendo establecer un inventario de las especies que habitan o han habitado el Pacífico costarricense en los últimos cientos a miles de años, abarcando un ámbito temporal correspondiente con el Holoceno (desde hace aproximadamente 11 mil años hasta la actualidad).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon 13 núcleos de sedimento marino obtenidos en dos expediciones oceanográficas (*ROC HITS Project* en 2018 y *Costa Rican Deep Sea Connections* en 2019) de diferentes puntos localizados a lo largo del fondo marino del Pacífico de Costa Rica (Fig. 1). Los núcleos fueron recolectados de diferentes ambientes de deposición, que van desde los montes submarinos paralelos a la Cordillera Volcánica Submarina del Coco, cañones submarinos, el talud y plataforma continental y la meseta (*plateau*) de Quepos. La ubicación de dichos núcleos forma un transecto casi lineal que parte desde la plataforma continental hacia la Isla del Coco. Cada núcleo tenía un diámetro de 6.5 cm, mientras la longitud de estos oscilaba entre 10 y 25 cm.

Procesamiento químico: Cada núcleo fue cortado longitudinalmente, empleando una mitad para el muestreo. Se recuperó una muestra de sedimento de 1 mL cada 3 cm, comenzando desde la parte superior del núcleo de sedimento, obteniéndose 64 muestras en total. El procesamiento químico empleado para la extracción de los radiolarios fue adaptado del método descrito por De Wever et al. (2001) y modificado para esta investigación: Cada muestra fue tratada con 50 mL de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) al 10 % y se le dejó reaccionar por 1 hora para eliminar toda la materia orgánica. Luego de un lavado con agua, se añadieron 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) al 10 % y se dejó reaccionar para disolver todos los restos de $CaCO_3$. Subsecuentemente, se adicionaron 20 mL de Pirofosfato de Sodio

of years, corresponding to the Holocene period (approximately 11 000 years to present).

MATERIALS AND METHODS

This research utilized 13 marine sediment cores obtained from two oceanographic expeditions: *Rock Hits* in 2018 and *Costa Rican Deep Sea Connections* in 2019. These cores were collected from various locations along the seafloor of the Costa Rican Pacific Ocean (Fig. 1), encompassing a range of depositional environments including submarine mounts parallel to the Coco Submarine Volcanic Range, submarine canyons, the continental slope and shelf, and the Quepos Plateau. The location of these cores forms a linear transect between the continental shelf and Isla del Coco (Cocos Island). The cores have a diameter of 6.5 cm and range in length from 10 to 25 cm.

Chemical processing: Each core was sectioned longitudinally in half, and one half was sampled. One mL of sediment samples was recovered every 3 cm, starting from the top of the sediment core, resulting in a total of 64 samples. The chemical processing used for extraction was adapted from the method described by de Wever et al. (2001) and designed specifically for this research: Each sample was treated with 50 mL of 10 % hydrogen peroxide (H_2O_2) and allowed to react for 1 h to remove all organic matter. After a water rinse, 10 mL of 10 % hydrochloric acid (HCl) was added to dissolve all $CaCO_3$ remains, followed by another rinse with water. Subsequently, 20 mL of 10 % sodium pyrophosphate ($Na_4P_2O_7$) was added to loosen clay particles, and the samples were left to settle in this reagent for at least three days. The samples were then washed and treated with a mixture of 10 mL of 10 % $Na_4P_2O_7$ and 10 mL of 10 % Alconox® detergent to remove clay residues. They were placed in beakers in an ultrasonic bath at room temperature for three minutes to eliminate any remaining clay residues. At the end, a final rinse with water was performed. In each wash, a sieve with a mesh

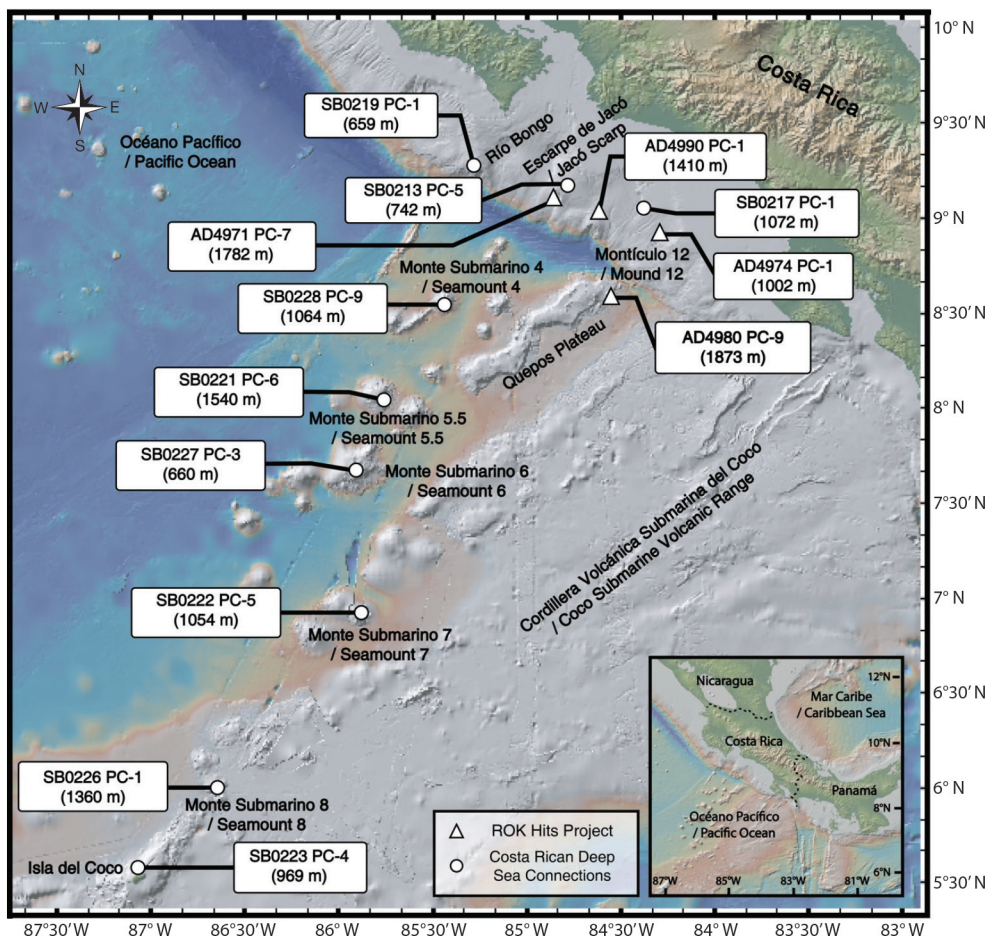


Fig. 1. Ubicación de los núcleos de sedimento marino empleados para la búsqueda de radiolarios a lo largo del Océano Pacífico central de Costa Rica, siguiendo un transecto paralelo a la Cordillera Volcánica Submarina del Coco, desde la Plataforma Continental de Costa Rica hasta la isla del Coco. / **Fig. 1.** Location of the marine sediment cores samples used to study the radiolarians along the central Pacific Ocean of Costa Rica, following a parallel transect to Coco Submarine Volcanic Range, from the Costa Rican Continental Shelf to Isla del Coco.

($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) al 10 % para aflojar las arcillas, dejando que la muestra repose en este reactivo por al menos tres días. Pasado este tiempo, las muestras fueron lavadas y se les adicionó una mezcla de 10 mL de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ al 10 % y 10 mL de detergente Alconox® al 10 % (para remover los residuos arcillosos) y colocado en vasos de precipitados dentro de un baño ultrasónico, a temperatura ambiente) por tres minutos, para remover residuos arcillosos remanentes. Al finalizar, se realiza un último lavado con

size of 45 μm was used to ensure the retention of skeletal remains of adult specimens.

Slide mounting: From each processed sediment sample, a 0.1 mL portion was taken for slide mounting. 1) Drying: Each portion was placed on a cover slip and allowed to dry on a hot plate at 45°C until the excess water evaporated. 2) Application of Mounting Medium: Eight drops of Naphrax® mounting medium were added to the dried sample on the cover



agua. En cada lavado se empleó un tamiz con tamaño de malla de 45 μm , para asegurar la retención de los restos esqueléticos de ejemplares adultos.

Montaje de láminas: De cada muestra de sedimento procesado se tomó una porción (0.1 mL) y con este volumen se realizó un montaje de láminas. 1) Secado: Cada porción tomada fue colocada en un cubreobjetos, que se dejó reposar en una plantilla térmica a 45 °C hasta que se evapore el exceso de agua. 2) Aplicación del Medio de Montaje: se adicionaron ocho gotas de medio de montaje Naphrax®, extendidos sobre el cubreobjetos. 3) Distribución: el medio de montaje se distribuyó suavemente y con cuidado sobre el portaobjetos, sin presionar las placas. 4) Período de Secado: Se dejó reposar las láminas en posición horizontal, puesto que deben pasar al menos dos meses para que el medio de montaje seque totalmente, pero las láminas son utilizables tras tres días.

Imágenes: Las imágenes de los ejemplares de radiolarios se tomaron empleando dos equipos distintos. 1) Microscopía óptica: las láminas se fotografiaron empleando un microscopio óptico *Olympus* modelo *BX-43*, y su cámara asociada *Olympus SC100*, la que incluye el software de toma de imágenes *AnalySIS getIT Olympus Soft Imaging Solutions GmbH*, del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (UCR). 2) Microscopía Electrónica de Barrido (MEB): el material procesado restante fue fotografiado empleando los microscopios electrónicos de barrido (MEB) *Hitachi S-3700N* y el *Zeiss Sigma 300*, del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic, UCR). El uso de ambas técnicas de toma de imágenes permitió la identificación taxonómica y caracterización morfológica de los restos esqueléticos de los radiolarios.

Descripciones morfológicas e identificación taxonómica: Para las descripciones morfológicas se examinaron varios especímenes en las láminas montadas, además de imágenes

slip. 3) Spreading: The mounting medium was gently and carefully spread on the cover slip. 4) Mounting: The cover slip was then placed on a glass slide without exerting pressure. 5) Drying Period: The slides were left in a horizontal position to allow the mounting medium to dry. The medium needs at least two months to completely dry, although the slides can be used after three days. This procedure ensures the preservation and proper examination of skeletal remains in the samples.

Imaging: Images of the radiolarian specimens were captured using two different setups. 1) Optical Microscopy: Slides were imaged using an *Olympus BX-43 optical microscope* equipped with an *Olympus SC100 camera*. Imaging was conducted using the *AnalySIS getIT Olympus Soft Imaging Solutions GmbH imaging software* at the Museum of Zoology, University of Costa Rica (UCR). 2) Scanning Electron Microscopy (SEM): The remaining processed material was imaged using a *Hitachi S-3700N* and a *Zeiss Sigma 300* scanning electron microscope at the Research Center for Microscopic Structures (CIEMic, UCR). The use of both imaging techniques facilitated taxonomic identification and morphological characterization of the radiolarian skeletal remains.

Morphological descriptions and taxonomical identification: For morphological descriptions and taxonomical identification, multiple specimens on the slides were examined using both light microscopy and SEM images. The following approach was used: 1) Glossary of terms: A comprehensive glossary of terms and morphological definitions was compiled specifically for this study (see supplementary material); 2) Specimen Examination: Multiple specimens on the slides were examined, using both light microscopy and SEM images; 3) Comparison with Literature: The observed morphological features were compared with pre-existing descriptions in the literature for accurate taxonomic identification.

tomadas en microscopía de luz y de MEB. El siguiente acercamiento fue empleado: 1) Glosario de términos: Se compiló un glosario exhaustivo de términos y definiciones morfológicas específicamente para este estudio (ver material suplementario); 2) Examen de especímenes: Se examinaron múltiples especímenes en las láminas, utilizando tanto imágenes de microscopía de luz como imágenes de microscopía electrónica de barrido; 3) Comparación con la literatura: Se compararon las características morfológicas observadas con descripciones previamente publicadas en la literatura para una identificación taxonómica precisa.

RESULTADOS

La taxonomía empleada en el presente trabajo se basa principalmente en el esquema clásico de Riedel (1971), pero con algunas modificaciones producto de investigaciones taxonómicas más recientes (de Wever et al., 2001; Lazarus et al., 2021; Nigrini & Moore, 1979; Takahashi, 1991) y la taxonomía adoptada por el registro mundial de especies marinas WoRMS (por sus siglas en inglés) (WoRMS Editorial Board, 2022), mientras las descripciones se ajustan a la terminología expuesta en el material suplementario.

RESULTS

The taxonomy employed in this study is primarily based on the classical scheme by Riedel (1971) with some modifications from more recent taxonomic investigations (de Wever et al., 2001; Lazarus et al., 2021; Nigrini & Moore, 1979; Takahashi, 1991) and the taxonomy adopted by the World Register of Marine Species (WoRMS) (WoRMS Editorial Board, 2022). The descriptions adhere to the terminology provided in the supplementary material.

Tabla 1

Índice taxonómico para las especies del Phylum Radiozoa Cavalier-Smith, 1987 en la Clase Polycystina Ehrenberg, 1838 en el presente inventario.

Categorías taxonómicas o especies	Láminas	Figuras
Orden Collodaria Haeckel, 1881	1 – 2	
Familia Collozoidae Haeckel, 1862	1 – 2	
<i>Acrosphaera murrayana</i> (Haeckel, 1887)	1	1 – 5
<i>Acrosphaera spinosa</i> (Haeckel, 1860)	1	6 – 11
<i>Buccinosphaera invaginata</i> Haeckel, 1887	2	1 – 2
<i>Collosphaera huxleyi</i> Müller, 1855	2	3 – 4
<i>Collosphaera tuberosa</i> Haeckel, 1887	2	5 – 6
<i>Disolenia quadrata</i> (Ehrenberg, 1872)	2	7 – 8
<i>Otosphaera polymorpha</i> Haeckel, 1887	2	9
<i>Siphonosphaera polysiphonia</i> Haeckel, 1887	2	10
Orden Spumellaria Ehrenberg, 1875	3 – 18	
Familia Actinommidae Haeckel, 1862	3 – 9	
<i>Cenosphaera coronata</i> Haeckel, 1887	3	1a, b
<i>Cenosphaera</i> spp.	3	2 – 5

Categorías taxonómicas o especies	Láminas	Figuras
<i>Carposphaera angulata</i> Haeckel, 1862	3	6 – 7
<i>Carposphaera melitomma</i> Haeckel, 1887	3	8 – 9
<i>Actinomma boreale</i> Cleve, 1900	4	1
<i>Actinomma hastatum</i> (Haeckel, 1887)	4	2a – c – 3a, b
<i>Actinomma leptodermum</i> (Jørgensen, 1900)	4	4 – 5
<i>Actinomma</i> sp.	4	6 – 7
<i>Cladococcus abietinus</i> Haeckel, 1887	5	1a, b
<i>Cladococcus cervicornis</i> Haeckel, 1860	5	2a, b
<i>Spongosphaera</i> sp.	5	3a, b – 4
<i>Hexastylus dimensivus</i> Haeckel, 1887	6	1 – 3
<i>Hexastylus solis</i> Haeckel, 1887	6	4a, b
<i>Hexastylus favulosus</i> Blueford, 1982	6	5
<i>Stylosphaera melpomene</i> (Haeckel, 1887)	6	6 – 8
<i>Hexacontium arachnoidale</i> Hollande & Enjumet, 1960	7	1a, b – 2a, b
<i>Hexacontium heracliti</i> (Haeckel, 1887)	7	3a, b – 4
<i>Hexacontium hostile-armatum</i> group Cleve, 1990	7	5 – 8a, b
<i>Axoprimum stauraxonium</i> Haeckel, 1887	8	1 – 3a, b
<i>Dorydruppa bensoni</i> Takahashi, 1991	8	4 – 5a, b
<i>Xiphatractus pluto</i> (Haeckel, 1887)	8	6 – 7
<i>Ellipsoxiphus atractus</i> Haeckel, 1887	8	8a, b – 10
<i>Saturnalis circularis</i> Haeckel, 1887	9	1
<i>Plegmosphaera entodictyon</i> Haeckel, 1887	9	2 – 4a, b
<i>Plegmosphaera leptoplegma</i> Haeckel, 1887	9	6a – c – 7
Familia Heliodiscidae Haeckel, 1881	10	
<i>Heliodiscus asteriscus</i> Haeckel, 1887	10	1 – 3a, b
<i>Heliodiscus echiniscus</i> (Müller, 1858)	10	4 – 5
<i>Heliodiscus</i> sp.	10	6
<i>Heliodiscus</i> sp. A	10	7a – c
Familia Coccodiscidae Haeckel, 1962	11	
<i>Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus</i> (Haeckel, 1887)	11	1 – 7a, b
<i>Larnacalpis</i> sp.	11	8a, b
Familia Pyloniidae Haeckel, 1881	11 – 12	
<i>Circodiscus</i> sp.	11	9a, b
<i>Phortidium octopyle</i> (Haeckel, 1887)	12	1 – 2
<i>Phortidium</i> sp.	12	3 – 5
Familia Litheliidae Haeckel, 1881	12, 13 – 14	
<i>Lithelius nautiloides</i> Popofsky, 1908	12	6 – 7a, b
<i>Lithelius minor</i> Jørgensen, 1900	12	8 – 11
<i>Larcospira quadrangula</i> Haeckel, 1887	13	1
<i>Larcopyle</i> sp.	13	2 – 3
<i>Larcopyle buetschlii</i> Dreyer, 1889	13	4
<i>Larcopyle polycantha</i> group Campbell & Clark, 1944	13	5 – 6
<i>Tholospira cervicorne</i> Haeckel, 1887	13	7 – 8
<i>Hexapyle dodecantha</i> Haeckel, 1887	13	9 – 11
<i>Tetrapyle octacantha</i> group Müller, 1858	14	1 – 10
Familia Tholoniidae Haeckel, 1887	14	
<i>Cubotholus</i> sp.	14	11 – 12a, b

Categorías taxonómicas o especies	Láminas	Figuras
Familia Spongodiscidae Haeckel, 1881	15 – 18	
<i>Amphirhopalum ypsilon</i> Haeckel, 1887	15	1 – 3
<i>Euchitonia elegans–furcata</i> group (Ehrenberg, 1872)	15	4 – 8a, b
<i>Dictyocoryne profunda</i> Ehrenberg, 1873	16	1 – 7
<i>Dictyocoryne truncatum</i> (Ehrenberg, 1861)	16	8 – 10
<i>Spongurus cylindricus</i> Haeckel, 1861	16	11 – 14a – c
<i>Spongaster tetras</i> Nigrini, 1968	17	1 – 4
<i>Spongaster pentas</i> Riedel & Sanfilippo, 1970	17	5
<i>Spongodiscus biconcavus</i> Haeckel, 1887	17	6 – 8
<i>Spongodiscus resurgens</i> Ehrenberg, 1854	17	9a, b – 11
<i>Spongodiscus</i> sp.	17	12
<i>Spongopyle osculosa</i> Dreyer, 1889	17	13 – 14
<i>Spongotrochus glacialis</i> Popofsky, 1908	17	15
<i>Ommatodiscus murrayi</i> Dreyer, 1889	18	1a, b
<i>Stylochlamyidium venustum</i> (Bailey, 1856)	18	2a, b – 3
<i>Stylochlamyidium asteriscus</i> Haeckel, 1887	18	4 – 6
<i>Stylochlamyidium</i> sp.	18	7
<i>Stylodictya aculeata</i> Jørgensen, 1905	18	8 – 10
<i>Stylodictya multispina</i> Haeckel, 1861	18	11 – 12
<i>Stylodictya</i> sp.	18	13 – 15
Orden Nassellaria Ehrenberg, 1875	19 – 23	
Familia Spyridae Ehrenberg, 1846	19	
<i>Acanthodesmia vinculata</i> Müller, 1858	19	1 – 4
<i>Acanthodesmia zonaria</i> Haeckel, 1887	19	5 – 6
<i>Liriospyris reticulata</i> (Ehrenberg, 1872)	19	7 – 8
<i>Liriospyris thorax</i> Haeckel, 1887	19	9 – 10
<i>Lophospyris pentagona hyperborea</i> (Jørgensen, 1905)	19	11
<i>Lophospyris pentagona pentagona</i> (Haeckel, 1887)	19	12
<i>Nephrospyris renilla renilla</i> Takahashi, 1991	19	13 – 14
<i>Phormospyris stabilis scaphipes</i> (Haeckel, 1887)	19	15 – 17
<i>Phormospyris stabilis stabilis</i> Goll, 1976	19	18
<i>Zygocircus productus</i> group Bütschli, 1882	19	19 – 20
Familia Plagoniidae Haeckel, 1881	20	
<i>Arachnocorallium stilla</i> Renaudie & Lazarus, 2015	20	1
<i>Arachnocorys circumtexta</i> (Haeckel, 1862)	20	2
<i>Lithomelissa</i> sp.	20	3 – 4
<i>Lophophaena macrencephala</i> Clark and Campbell, 1945	20,	5
<i>Lophophaena hispida</i> (Ehrenberg, 1872)	20	6 – 8
<i>Lophophaena</i> sp.	20	9 – 10
<i>Pteroscenium pinnatum</i> (Haeckel, 1887)	20	11
Familia Pterocorythidae Haeckel, 1881	20 – 21	
<i>Anthocyrtidium ophirens</i> (Ehrenberg, 1872)	20	1
<i>Anthocyrtidium zanguebaricum</i> (Ehrenberg, 1872)	20	13
<i>Lamprocyclas maritalis</i> Haeckel, 1887	20	14 – 16
<i>Lamprocyrtis nigrinae</i> (Caulet, 1971)	20	17 – 20
<i>Pterocorys minythorax</i> (Nigrini, 1968)	21	1
<i>Pterocorys zancleus</i> Haeckel, 1887	21	2 – 4



Categorías taxonómicas o especies	Láminas	Figuras
<i>Theocorythium trachelium</i> (Ehrenberg, 1872)	21	5 – 6
Familia Theoperidae Haeckel, 1881	21	
<i>Cycladophora davisiana</i> Ehrenberg, 1861	21	7
<i>Corocalyptra cervus</i> Ehrenberg, 1872	21	8
<i>Eucecryphalus tricastatus</i> (Haeckel, 1887)	21	9 – 10
<i>Lampromitra cracenta</i> Takahashi, 1991	21	11 – 12
<i>Cornutella profunda</i> Ehrenberg, 1856	21	13
<i>Cyrtopera laguncula</i> Haeckel, 1887	21	14
<i>Eucyrtidium acuminatum</i> Ehrenberg, 1854	22	1 – 2
<i>Eucyrtidium anomalum</i> Haeckel, 1862	22	3 – 4
<i>Eucyrtidium hexagonatum</i> Haeckel, 1887	22	5
<i>Lithostrobos hexagonalis</i> Haeckel, 1887	22	6
<i>Lipmanella dictyoceras</i> (Haeckel, 1860)	22	7
<i>Peripyramis circumtexta</i> Haeckel, 1887	22	8a, b
<i>Pterocanium elegans</i> (Haeckel, 1887)	22	9
<i>Pterocanium grandiporus</i> Nigrini, 1968	22	10
<i>Pterocanium praetextum praetextum</i> (Ehrenberg, 1872)	22	11
<i>Pterocanium trilobum</i> (Haeckel, 1861)	22	12
Familia Carpocaniidae Haeckel, 1881	23	
<i>Carpocanium</i> spp.	23	1 – 2
<i>Carpocanarium papillosum</i> (Ehrenberg, 1872)	23	3 – 4
Familia Artostrobiidae Riedel, 1967	23	
<i>Botryostrobos aquilonaris</i> Bailey, 1856	23	5
<i>Botryostrobos auritus–australis</i> Nigrini, 1977	23	6 – 10
<i>Phormostichoartus corbula</i> (Harting, 1863)	23	11 – 12
<i>Spirocyrtris scalaris</i> Haeckel, 1881	23	13
<i>Siphocampe lineata</i> Haeckel, 1881	23	14a, b
Familia Cannobotrydae Haeckel, 1881	23	
<i>Botryocyrtris scutum</i> Harting, 1863	23	15
<i>Botryopyle cribrosa</i> (Ehrenberg, 1873)	23	16

Table 1
Taxon index for the species of the Phylum Radiozoa Cavalier-Smith, 1987 in the Class Polycystina Ehrenberg, 1838 in the present inventory.

Taxonomic category or species	Plates	Fig.
Order Collodaria Haeckel, 1881	1–2	
Family Collozoidae Haeckel, 1862	1–2	
<i>Acrosphaera murrayana</i> (Haeckel, 1887)	1	1–5
<i>Acrosphaera spinosa</i> (Haeckel, 1860)	1	6–11
<i>Buccinosphaera invaginata</i> Haeckel, 1887	2	1–2
<i>Collosphaera huxleyi</i> Müller, 1855	2	3–4
<i>Collosphaera tuberosa</i> Haeckel, 1887	2	5–6
<i>Disolenia quadrata</i> (Ehrenberg, 1872)	2	7–8
<i>Otosphaera polymorpha</i> Haeckel, 1887	2	9
<i>Siphonosphaera polysiphonia</i> Haeckel, 1887	2	10

Taxonomic category or species	Plates	Fig.
Order Spumellaria Ehrenberg, 1875	3–18	
Family Actinommidae Haeckel, 1862	3–9	
<i>Cenosphaera coronata</i> Haeckel, 1887	3	1a, b
<i>Cenosphaera</i> spp.	3	2–5
<i>Carpospaera angulata</i> Haeckel, 1862	3	6–7
<i>Carpospaera melitomma</i> Haeckel, 1887	3	8–9
<i>Actinomma boreale</i> Cleve, 1900	4	1
<i>Actinomma hastatum</i> (Haeckel, 1887)	4	2a, b, c–3a, b
<i>Actinomma leptodermum</i> (Jørgensen, 1900)	4	4–5
<i>Actinomma</i> sp.	4	6–7
<i>Cladococcus abietinus</i> Haeckel, 1887	5	1a, b
<i>Cladococcus cervicornis</i> Haeckel, 1860	5	2a, b
<i>Spongospaera</i> sp.	5	3a, b–4
<i>Hexastylus dimensivus</i> Haeckel, 1887	6	1–3
<i>Hexastylus solis</i> Haeckel, 1887	6	4a, b
<i>Hexastylus favulosus</i> Blueford, 1982	6	5
<i>Stylosphaera melpomene</i> (Haeckel, 1887)	6	6–8
<i>Hexacontium arachnoidale</i> Hollande & Enjumet, 1960	7	1a, b–2a, b
<i>Hexacontium heracliti</i> (Haeckel, 1887)	7	3a, b–4
<i>Hexacontium hostile-armatum</i> group Cleve, 1990	7	5–8a, b
<i>Axoprimum stauraxonium</i> Haeckel, 1887	8	1–3a, b
<i>Dorydruppa bensoni</i> Takahashi, 1991	8	4–5a, b
<i>Xiphatractus pluto</i> (Haeckel, 1887)	8	6–7
<i>Ellipsoxiphus atractus</i> Haeckel, 1887	8	8a, b–10
<i>Saturnalis circularis</i> Haeckel, 1887	9	1
<i>Plegmosphaera entodictyon</i> Haeckel, 1887	9	2–4a, b
<i>Plegmosphaera leptoplegma</i> Haeckel, 1887	9	6a, b, c–7
Family Heliodiscidae Haeckel, 1881	10	
<i>Heliodiscus asteriscus</i> Haeckel, 1887	10	1–3a, b
<i>Heliodiscus echiniscus</i> (Müller, 1858)	10	4–5
<i>Heliodiscus</i> sp.	10	6
<i>Heliodiscus</i> sp. A	10	7a–c
Family Coccodiscidae Haeckel, 1962	11	
<i>Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus</i> (Haeckel, 1887)	11	1–7a, b
<i>Larnacalpis</i> sp.	11	8a, b
Family Pyloniidae Haeckel, 1881	11–12	
<i>Circodiscus</i> sp.	11	9a, b
<i>Phorticium octopyle</i> (Haeckel, 1887)	12	1–2
<i>Phorticium</i> sp.	12	3–5
Family Litheliidae Haeckel, 1881	12–14	
<i>Lithelius nautiloides</i> Popofsky, 1908	12	6–7a, b
<i>Lithelius minor</i> Jørgensen, 1900	12	8–11
<i>Larcospira quadrangula</i> Haeckel, 1887	13	1
<i>Larcopyle</i> sp.	13	2–3
<i>Larcopyle buetschlii</i> Dreyer, 1889	13	4
<i>Larcopyle polycantha</i> group Campbell & Clark, 1944	13	5–6
<i>Tholospira cervicorne</i> Haeckel, 1887	13	7–8



Taxonomic category or species	Plates	Fig.
<i>Hexapyle dodecantha</i> Haeckel, 1887	13	9–11
<i>Tetrapyle octacantha</i> group Müller, 1858	14	1–10
Family Tholoniidae Haeckel, 1887	14	
<i>Cubotholus</i> sp.	14	11–12a, b
Family Spondiscidae Haeckel, 1881	15–18	
<i>Amphirhopalum ypsilon</i> Haeckel, 1887	15	1–3
<i>Euchitonina elegans-furcata</i> group (Ehrenberg, 1872)	15	4–8a, b
<i>Dictyocoryne profunda</i> Ehrenberg, 1873	16	1–7
<i>Dictyocoryne truncatum</i> (Ehrenberg, 1861)	16	8–10
<i>Spongurus cylindricus</i> Haeckel, 1861	16	11–14a, b, c
<i>Spongaster tetras</i> Nigrini, 1968	17	1–4
<i>Spongaster pentas</i> Riedel & Sanfilippo, 1970	17	5
<i>Spongodiscus biconcavus</i> Haeckel, 1887	17	6–8
<i>Spongodiscus resurgens</i> Ehrenberg, 1854	17	9a, b–11
<i>Spongodiscus</i> sp.	17	12
<i>Spongopyle osculosa</i> Dreyer, 1889	17	13–14
<i>Spongostrochus glacialis</i> Popofsky, 1908	17	15
<i>Ommatodiscus murrayi</i> Dreyer, 1889	18	1a, b
<i>Stylochlamydium venustum</i> (Bailey, 1856)	18	2a, b–3
<i>Stylochlamydium asteriscus</i> Haeckel, 1887	18	4–6
<i>Stylochlamydium</i> sp.	18	7
<i>Stylodictya aculeata</i> Jørgensen, 1905	18	8–10
<i>Stylodictya multispina</i> Haeckel, 1861	18	11–12
<i>Stylodictya</i> sp.	18	13–15
Order Nassellaria Ehrenberg, 1875	19–23	
Family Spyridae Ehrenberg, 1846	19	
<i>Acanthodesmia vinculata</i> Müller, 1858	19	1–4
<i>Acanthodesmia zonaria</i> Haeckel, 1887	19	5–6
<i>Liriospyris reticulata</i> (Ehrenberg, 1872)	19	7–8
<i>Liriospyris thorax</i> Haeckel, 1887	19	9–10
<i>Lophospyris pentagona hyperborea</i> (Jørgensen, 1905)	19	11
<i>Lophospyris pentagona pentagona</i> (Haeckel, 1887)	19	12
<i>Nephrospyris renilla renilla</i> Takahashi, 1991	19	13–14
<i>Phormospyris stabilis scaphipes</i> (Haeckel, 1887)	19	15–17
<i>Phormospyris stabilis stabilis</i> Goll, 1976	19	18
<i>Zygocircus productus</i> group Bütschli, 1882	19	19–20
Family Plagoniidae Haeckel, 1881	20	
<i>Arachnocrallium stilla</i> Renaudie & Lazarus, 2015	20	1
<i>Arachnocorys circumtexta</i> (Haeckel, 1862)	20	2
<i>Lithomelissa</i> sp.	20	3–4
<i>Lophophaena macrencephala</i> Clark & Campbell, 1945	20	5
<i>Lophophaena hispida</i> (Ehrenberg, 1872)	20	6–8
<i>Lophophaena</i> sp.	20	9–10
<i>Pteroscenium pinnatum</i> (Haeckel, 1887)	20	11
Family Pterocorythidae Haeckel, 1881	20–21	
<i>Anthocyrtidium ophirens</i> (Ehrenberg, 1872)	20	1
<i>Anthocyrtidium zanguebaricum</i> (Ehrenberg, 1872)	20	13
<i>Lamprocyclas maritima</i> Haeckel, 1887	20	14–16

Taxonomic category or species	Plates	Fig.
<i>Lamprocyrtis nigrinae</i> (Cautlet, 1971)	20	17–20
<i>Pterocorys minythorax</i> (Nigrini, 1968)	21	1
<i>Pterocorys zancleus</i> Haeckel, 1887	21	2–4
<i>Theocorythium trachelium</i> (Ehrenberg, 1872)	21	5–6
Family Theoperidae Haeckel, 1881	21	
<i>Cycladophora davisiana</i> Ehrenberg, 1861	21	7
<i>Corocalyptra cervus</i> Ehrenberg, 1872	21	8
<i>Eucecryphalus tricostatus</i> (Haeckel, 1887)	21	9–10
<i>Lampromitra cracenta</i> Takahashi, 1991	21	11–12
<i>Cornutella profunda</i> Ehrenberg, 1856	21	13
<i>Cyrtopera laguncula</i> Haeckel, 1887	21	14
<i>Eucyrtidium acuminatum</i> Ehrenberg, 1854	22	1–2
<i>Eucyrtidium anomalum</i> Haeckel, 1862	22	3–4
<i>Eucyrtidium hexagonatum</i> Haeckel, 1887	22	5
<i>Lithostrobos hexagonalis</i> Haeckel, 1887	22	6
<i>Lipmanella dictyoceras</i> (Haeckel, 1860)	22	7
<i>Peripyramis circumtexta</i> Haeckel, 1887	22	8a, b
<i>Pterocanium elegans</i> (Haeckel, 1887)	22	9
<i>Pterocanium grandiporus</i> Nigrini, 1968	22	10
<i>Pterocanium praetextum praetextum</i> (Ehrenberg, 1872)	22	11
<i>Pterocanium trilobum</i> (Haeckel, 1861)	22	12
Family Carpocaniidae Haeckel, 1881	23	
<i>Carpocanium</i> spp.	23	1–2
<i>Carpocanarium papillosum</i> (Ehrenberg, 1872)	23	3–4
Family Artostrobiidae Riedel, 1967	23	
<i>Botryostrobos aquilonaris</i> Bailey, 1856	23	5
<i>Botryostrobos auritus-australis</i> Nigrini, 1977	23	6–10
<i>Phormostichoartus corbula</i> (Harting, 1863)	23	11–12
<i>Spirocyrts scalaris</i> Haeckel, 1881	23	13
<i>Siphocampe lineata</i> Haeckel, 1881	23	14a, b
Family Cannobotryidae Haeckel, 1881	23	
<i>Botryocyrts scutum</i> Harting, 1863	23	15
<i>Botryopyle cribrosa</i> (Ehrenberg, 1873)	23	16

Phylum Radiozoa Cavalier-Smith, 1987

Clase Polycystina Ehrenberg, 1838

Orden Collodaria Haeckel, 1881

Lámina 1–2

Descripción: Radiolarios coloniales o solitarios, en su mayoría con un esqueleto mineral constituido por una única concha aproximadamente esférica a ovoide, perforada, sin barras, pero frecuentemente con tubos o espinas externos o, más raramente, internos (Lám. 1, Fig. 7).

Phylum Radiozoa Cavalier-Smith, 1987

Class Polycystina Ehrenberg, 1838

Order Collodaria Haeckel, 1881

Plates 1–2

Description: Colonial or solitary radiolarians, primarily possessing a mineral skeleton comprising a single approximately spherical to ovoid shell, perforated, devoid of bars but frequently adorned with external or, less commonly, internal tubes or spines (Pl. 1, Fig. 7).



Observaciones: Las especies sin esqueleto y las que solo tienen espículas aisladas, no se conservan en los sedimentos y por ende no se incluyen en esta investigación. Para las especies coloniales, cuya matriz gelatinosa tampoco se preserva, solamente se registran los esqueletos aislados.

Familia Collosphaeridae Haeckel, 1862

Lámina 1–2

Descripción: Esqueleto delgado compuesto por una única concha, de formas principalmente esféricas y ovoides, pudiendo llegar a ser poligonales o semipoligonales (triangular, cúbico o hexagonal) hasta completamente irregulares. La pared es delgada y de tipo perforada, con variedad de rasgos superficiales, raramente internos.

Observaciones: Esta familia incluye a los Polycystina coloniales que generan esqueletos minerales, sin embargo, debido a que la unión es por medio de la matriz celular, que no se preserva en los sedimentos (Boltovskoy, 1998), no figuran la descripción de la familia en este trabajo.

Género *Acrosphaera* Haeckel, 1881

Acrosphaera murrayana (Haeckel, 1887)

Lámina 1, Fig. 1–5

Choenicosphaera murrayana Haeckel, 1887, p. 102, pl. 8, fig. 4. – Benson, 1966, p. 120, pl. 2, fig. 3.

Trypanosphaera brachysiphon Cleve, 1900, p. 13, pl. 6, fig. 3.

Polysolenia murrayana (Haeckel, 1887). – Nigrini, 1968, p. 52, pl. 1, fig. la, lb.

Acrosphaera murrayana (Haeckel, 1887). – Popofsky, 1917, p. 259, fig. 22, 23. – Strelkov y Reshetnyak, 1971, p. 347, fig. 25. – Takahashi, 1991, pl. 1, figs. 6–10. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 2, 3. – Sandoval, 2018, p. 119, pl. 2, fig. 2C.

Descripción: Esqueleto delgado esférico a levemente ovoides (ej. Lám. 1, Fig. 5). Los poros son circulares, de distintos tamaños (usualmente de alrededor de 20 µm), sin patrón de distribución definido. La mayoría de los poros

Remarks: Species lacking skeletons, as well as those possessing only isolated spicules, are not preserved in sediments and thus are excluded from this research. In the case of colonial species, whose gelatinous matrix also are not preserved, only isolated skeletons are documented.

Family Collosphaeridae Haeckel, 1862

Plates 1–2

Description: The delicate skeleton consists of a single shell, predominantly spherical and ovoid, which can become polygonal or semipolygonal (triangular, cubic, or hexagonal) and occasionally appears completely irregular. The wall is thin, perforated, and exhibits a variety of surface characteristics, albeit rarely internally.

Remarks: This family includes the colonial Polycystina that produce mineral skeletons. However, since their union occurs through a cellular matrix, which is not preserved in sediments (Boltovskoy, 1998), they are not included in the family description for this study.

Genus *Acrosphaera* Haeckel, 1881

Acrosphaera murrayana (Haeckel, 1887)

Plate 1, Figs. 1–5

Choenicosphaera murrayana Haeckel, 1887, p. 102, pl. 8, fig. 4. – Benson, 1966, p. 120, pl. 2, fig. 3.

Trypanosphaera brachysiphon Cleve, 1900, p. 13, pl. 6, fig. 3.

Polysolenia murrayana (Haeckel, 1887). – Nigrini, 1968, p. 52, pl. 1, fig. la, lb.

Acrosphaera murrayana (Haeckel, 1887). – Popofsky, 1917, p. 259, figs. 22, 23. – Strelkov and Reshetnyak, 1971, p. 347, fig. 25. – Takahashi, 1991, pl. 1, figs. 6–10. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, figs. 2, 3. – Sandoval, 2018, p. 119, pl. 2, fig. 2C.

Description: Thin shell spherical or slightly ovoid (e.g., Pl. 1, Fig. 5). Pores are circular, varying in size (mostly around 20 µm), with no defined distribution pattern. In most specimens, the pores have a crown of 1–5 conical spines, ranging from 5 to 10 µm in length,

presentan una corona de 1–5 espinillas cónicas, de entre 5 y 10 μm de largo, en la periferia. El diámetro de la concha oscila entre 100 y 200 μm .

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1860)

Lámina 1, Fig. 6–11

Collosphaera spinosa Haeckel, 1860, p. 845; 1862, p. 536, pl. 34, figs. 12, 13.

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1861). – Brandt, 1885, p. 263, pl. 2, fig. 4; Haeckel, 1887, p. 100. – Strelkov y Reshetnyak, 1971, p. 340, pl. 5, figs. 33–38; pl. 6, figs. 40, 43 (partim). – Johnson y Nigrini, 1980, p. 119, pl. 1, fig. 3. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 144, pl. 1, fig. 6. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 144, pl. 1, fig. 6. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 4. 6

Polysolenia spinosa (Haeckel, 1861). – Nigrini, 1968, p. 14, pl. 1, fig. 1. – Nigrini y Moore, 1979, p. S 19, pl. 2, fig. 5.

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1861) *cuniculispina* Takahashi, 1991, p. 54, pl. 1, fig. 2.

Descripción: Esqueleto delgado perforado, aproximadamente esférico, con patrón de poros irregular y formas circulares a irregularmente circulares, con diámetros desde unos pocos μm hasta los 7 μm . Presentan espinas secundarias, relativamente cortas, del tipo cónicas y lisas, siendo rectas o curvas, oblicuamente orientadas. Sus diámetros suelen rondar los 100 y 150 μm .

Observaciones: Aunque las conchas son generalmente esféricas, el crecimiento y desarrollo de las espinas puede conferirles formas ovoides a irregulares (Lám. 1, Figs. 8–10), a veces formando aparentes estructuras cónicas en la superficie (Lám. 1, Fig. 10). Las espinas también pueden propagarse sobre la superficie, a veces fundiéndose entre sí (Lám. 1, Fig. 11).

Género *Buccinosphaera* Haeckel, 1887

Buccinosphaera invaginata Haeckel, 1887

Lámina 2, Fig. 1–2

Bucchinospaera invaginata Haeckel, 1887 p. 99 pl.5 fig. 11. – Popofsky, 1917, p. 248, fig. In

along the edge. The diameter of the shell ranges between 100 and 200 μm .

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1860)

Plate 1, Figs. 6–11

Collosphaera spinosa Haeckel, 1860, p. 845; 1862, p. 536, pl. 34, figs. 12, 13.

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1860). – Brandt, 1885, p. 263, pl. 2, fig. 4; Haeckel, 1887, p. 100. – Strelkov and Reshetnyak, 1971, p. 340, pl. 5, figs. 33–38; pl. 6, figs. 40, 43 (partim). – Johnson and Nigrini, 1980, p. 119, pl. 1, fig. 3. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 144, pl. 1, fig. 6. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 144, pl. 1, fig. 6. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 4. 6

Polysolenia spinosa (Haeckel, 1860). – Nigrini, 1968, p. 14, pl. 1, fig. 1. – Nigrini and Moore, 1979, p. S 19, pl. 2, fig. 5.

Acrosphaera spinosa (Haeckel, 1860) *cuniculispina* Takahashi, 1991, p. 54, pl. 1, fig. 2.

Description: Thin perforated skeleton is approximately spherical, with an irregular pore pattern and circular to irregularly circular shapes, ranging in diameter from a few μm to 7 μm . The shell surface is adorned with relatively short, conical spines, either straight or curved, often obliquely oriented. Their diameters usually range between 100 and 150 μm .

Remarks: Although the shells are generally spherical, the growth and development of the spines can sometimes confer them an apparently ovoid or irregular shape (Pl. 1, Figs. 8–10), sometimes forming apparent conical structures on the surface (Pl. 1, Fig. 10). Additionally, the spines can occasionally merge (Pl. 1, Fig. 11).

Genus *Buccinosphaera* Haeckel, 1887

Buccinosphaera invaginata Haeckel, 1887

Plate 2, Figs. 1–2

Bucchinospaera invaginata Haeckel, 1887 p. 99 pl.5 fig. 11. – Popofsky, 1917, p. 248, fig. In text 7, 8. – Knoll and Johnson, 1975, p. 63 pl. 1 figs. 3–7. – Boltovskoy, 1988, p. 36, fig. In text 15.20.



LÁMINAS / PLATES

Lámina / Plate 1

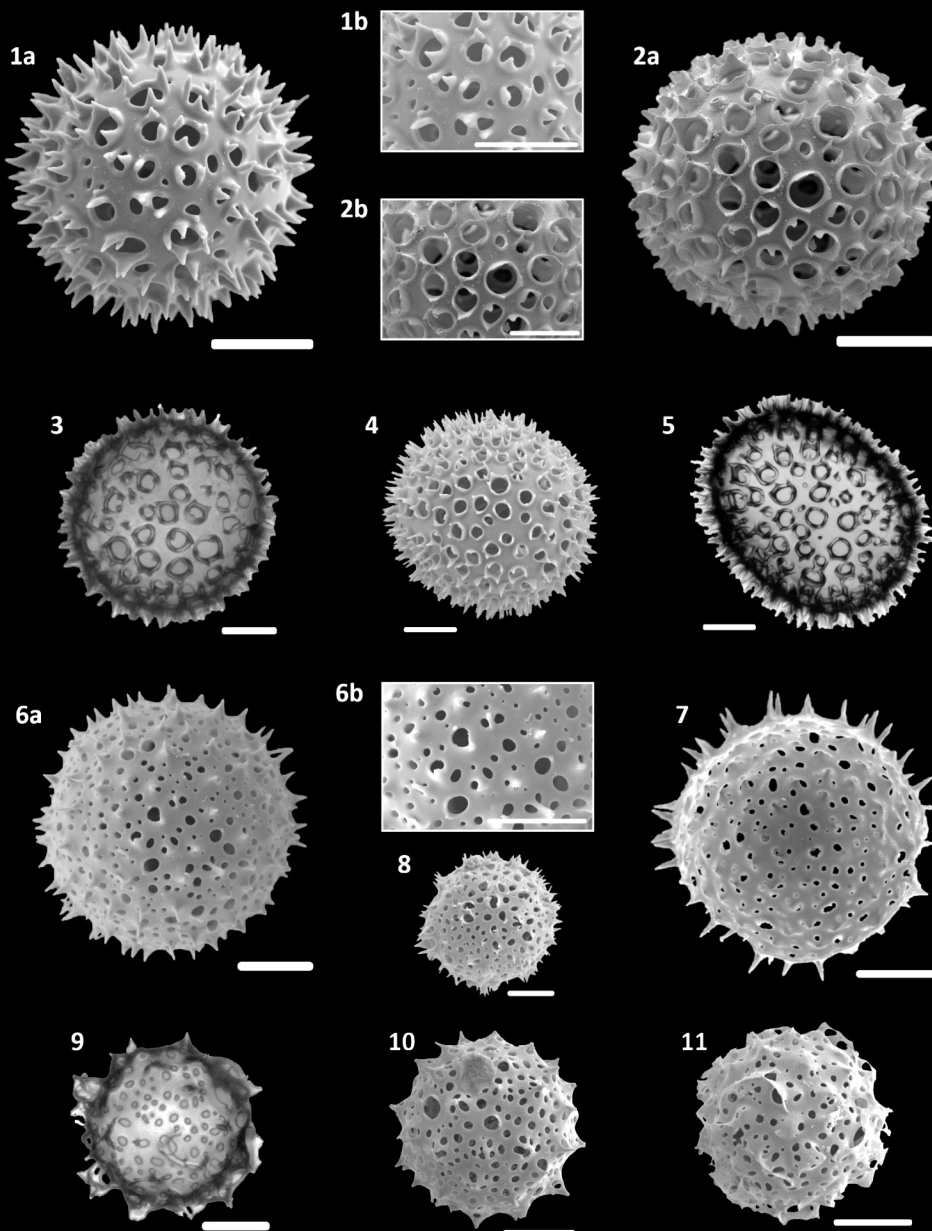
Orden / Order Collodaria Haeckel, 1881

Familia / Family Collosphaeridae Haeckel, 1862

Fig. 1 – 5. *Acrosphaera murrayana* (Haeckel, 1887)

Fig. 6 – 11. *Acrosphaera spinosa* (Haeckel, 1860)

Lámina / Plate 1





text 7, 8. – Knoll y Johnson, 1975 p. 63 pl. 1 figs. 3–7. – Boltovskoy, 1988, p. 36, fig. In text 15.20.

Descripción: Esqueleto delgado esférico a irregularmente esférico, perforado, con patrón de distribución de poros irregular. Los poros tienen diámetros de hasta 12 μm , de formas circulares a elípticas. Sin espinas, pero con una cantidad variable de depresiones en su superficie, de variada profundidad. En algunas de estas depresiones se pueden observar prolongaciones al interior del esqueleto similares a tubos, pero por lo general son poco distinguibles. El diámetro del esqueleto mide aproximadamente 100 μm .

Observaciones: Los especímenes observados presentan poros ligeramente mayores en diámetro que en la descripción original de Haeckel (1887). Los tubos son difíciles de distinguir en las imágenes de MEB, sumado a que no son muy pronunciados.

Género *Collosphaera* Müller, 1855
Collosphaera huxleyi Müller, 1855
 Lámina 2, Fig. 3–4

Thalassicola punctata Huxley, 1851, p. 434, pl. 14, fig. 6.

Collosphaera huxleyi Müller, 1855, p. 238; 1858, p. 55, pi. 8, figs. 6–9. – Popofsky, 1917, p. 241, fig. In text. 2, 3, pl. 13, figs. 1–9. – Strelkov & Reshetnyak, 1971, p. 332, pl. 4, figs. 21, 23, text-figs. 19–21. – Boltovskoy & Riedel, 1980, p. 103, pi. 1, fig. 5.

Descripción: Esqueleto perforado delgado y carente de espinas. Esférico y de superficie casi lisa, ocasionalmente con leves protuberancias. Los poros son circulares a elípticos, variando en tamaños, y patrones de distribución alineados. El diámetro suele rondar los 100 μm .

Collosphaera tuberosa Haeckel, 1887
 Lámina 2, Fig. 5–6

Collosphaera tuberosa Haeckel, 1887, p. 97 – Molina-Cruz, 1977, pl. 2, fig. 6 – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 104, pl. 1, fig. 7 – Takahashi y Honjo, 1981, p. 144, pl. 1, fig. 2. – Baldessin,

Description: Spherical to irregularly spherical thin skeleton, perforated, with an irregular pore distribution pattern. The pores have diameters of up to 12 μm and range in shape from circular to elliptical. It lacks spines but has a variable number of shallow depressions on the surface, varying in depth. In some of these depressions, tube extensions on the inside skeleton can be observed, but they are generally not very distinguishable. The skeleton has an approximate diameter of 100 μm .

Remarks: The observed specimens exhibit slightly larger pore diameters compared to Haeckel's (1887) original description. The tubes are difficult to distinguish in the SEM images, and they are not very pronounced.

Genus *Collosphaera* Müller, 1855
Collosphaera huxleyi Müller, 1855
 Plate 2, Figs. 3–4

Thalassicola punctata Huxley, 1851, p. 434, pl. 14, fig. 6.

Collosphaera huxleyi Müller, 1855, p. 238; 1858, p. 55, pi. 8, figs. 6–9. – Popofsky, 1917, p. 241, fig. In text. 2, 3, pl. 13, figs. 1–9. – Strelkov and Reshetnyak, 1971, p. 332, pl. 4, figs. 21, 23, text-figs. 19–21. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 103, pi. 1, fig. 5.

Description: Perforated thin skeleton without spine, presenting a nearly smooth surface with occasional slight protrusions. The pores are circular to elliptical, varying in size, and aligned pore pattern. The diameter typically ranges around 100 μm .

Collosphaera tuberosa Haeckel, 1887
 Plate 2, Figs. 5–6

Collosphaera tuberosa Haeckel, 1887, p. 97 – Molina-Cruz, 1977, pl. 2, fig. 6 – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 104, pl. 1, fig. 7 – Takahashi and Honjo, 1981, p. 144, pl. 1, fig. 2. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 6. – Sandoval, 2018, p. 119, pl. 2, fig. 2N

Description: Perforated skeleton, approximately spherical to polyhedral, with prominent depressions on its surface. The pores are

2012, p. 58, pl. 6, fig. 6. Sandoval, 2018, p. 119, pl. 2, fig. 2N.

Descripción: Esqueleto perforado delgado, aproximadamente esférico hasta poliédrico, con depresiones prominentes por su superficie. Los poros son circulares a levemente elípticos, con tamaños desde unos pocos μm hasta los 15 μm y sin un patrón de distribución. Carecen de espinas y otras estructuras superficiales. El diámetro del esqueleto varía entre 100 y 150 μm .

Observaciones: Los especímenes encontrados presentan poros de mayor diámetro a los descritos en la referencia original. Morfológicamente, se diferencia de *B. invaginata* por la presencia de tubos hacia el interior de las depresiones.

Género *Disolenia* Ehrenberg, 1860

Disolenia quadrata (Ehrenberg, 1872)

Lámina 2, Fig. 7–8

Tetrasolenia quadrata Ehrenberg, 1872a, p. 320; 1872b, p. 301, pl. 10, fig. 20.

Solenosphaera variabilis Haeckel, 1887, p. 113. – Riedel, 1953, p. 808, pl. 84, fig. 8.

Solenosphaera pandora Haeckel, 1887, p. 113, pl. 7, figs. 10, 11. – Strelkov y Reshetnyak, 1971, p. 362, pl. 10, fig. 77, 78.

Disolenia quadrata (Ehrenberg, 1872). – Nigrini, 1968, p. 19, pl. 1, fig. 5. – Nigrini y Moore, 1979, p. S3, pl. 1, fig. 2. – Johnson y Nigrini, 1980, p. 119, pl. 1, fig. 9. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 7.

Disolenia cf. variabilis (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 123, pl. 2, fig. 5.

Descripción: Esqueleto delgado perforado, de forma ovoide a irregular, carente de espinas. Posee poros sin patrón de distribución, de formas desde circulares a angulosos, con tamaños de hasta 12 μm . Presenta tubos perforados de hasta 40 μm de largo y bien separados del cuerpo del esqueleto, siendo rectos a levemente curvos. El número de tubos varía, desde tres hasta seis o siete, con sus extremos abiertos y sin ornamentaciones. El diámetro promedio del esqueleto es de 100 μm .

circular to slightly elliptical, ranging in size from a few μm to 15 μm , with no specific distribution pattern. They lack spines and other surface structures. The diameter of the skeleton varies around 100–150 μm .

Remarks: The specimens observed in this study exhibit larger pore diameters than those described in the original reference. Morphologically, they differ from *B. invaginata* due to the presence of tubes inside the depressions.

Genus *Disolenia* Ehrenberg, 1860

Disolenia quadrata (Ehrenberg, 1872)

Plate 2, Figs. 7–8

Tetrasolenia quadrata Ehrenberg, 1872a, p. 320; 1872b, p. 301, pl. 10, fig. 20.

Solenosphaera variabilis Haeckel, 1887, p. 113. – Riedel, 1953, p. 808, pl. 84, fig. 8.

Solenosphaera pandora Haeckel, 1887, p. 113, pl. 7, figs. 10, 11. – Strelkov and Reshetnyak, 1971, p. 362, pl. 10, fig. 77, 78.

Disolenia quadrata (Ehrenberg, 1872). – Nigrini, 1968, p. 19, pl. 1, fig. 5. – Nigrini and Moore, 1979, p. S3, pl. 1, fig. 2. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 119, pl. 1, fig. 9. – Baldessin, 2012, p. 58, pl. 6, fig. 7.

Disolenia cf. variabilis (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 123, pl. 2, fig. 5.

Description: Perforated, thin skeleton, ovoid to irregular in shape, lacking spines. It has pores with no specific distribution pattern, varying from circular to angular, with sizes of up to 12 μm . It features perforated tubes, up to 40 μm in length, which are well separated from the body of the skeleton and can be straight to slightly curved. The number of tubes varies, from three to six or seven, with open ends and no ornamentation. The average diameter of the skeleton is 100 μm .



Lámina / Plate 2

Orden / Order Collodaria Haeckel, 1881

Familia / Family Collozoidae Haeckel, 1862

Fig. 1, 2. *Buccinosphaera invaginata* Haeckel, 1887

Fig. 3, 4. *Collosphaera huxleyi* Müller, 1855

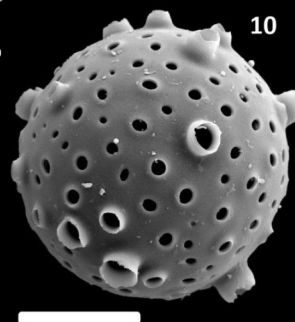
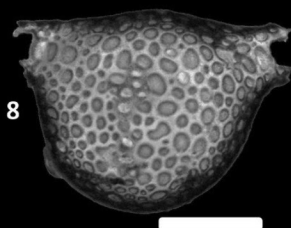
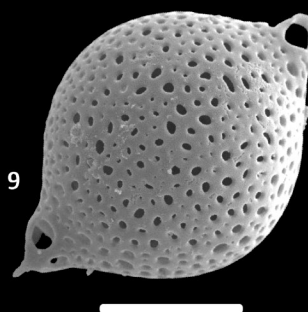
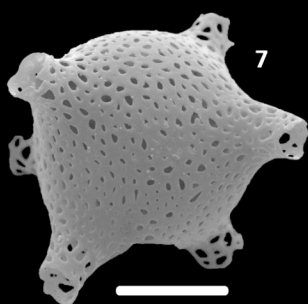
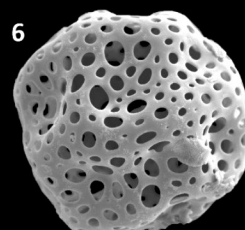
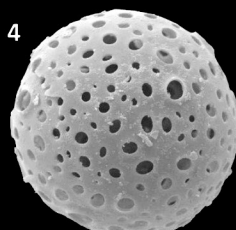
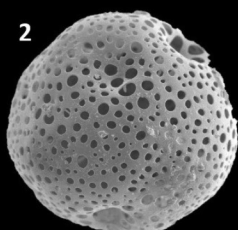
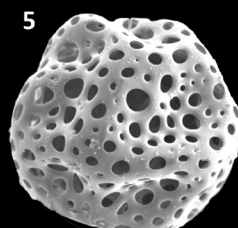
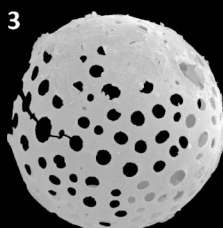
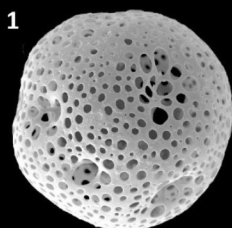
Fig. 5, 6. *Collosphaera tuberosa* Haeckel, 1887

Fig. 7, 8. *Disolenia quadrata* (Ehrenberg, 1872)

Fig. 9. *Otosphaera polymorpha* Haeckel, 1887

Fig. 10. *Siphonosphaera polysiphonia* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 2





Género *Otosphaera* Haeckel, 1887

Otosphaera polymorpha Haeckel, 1887

Lámina 2, Fig. 9

Otosphaera polymorpha Haeckel, 1887, p. 116, pl. 7, fig. 6. – Nigrini and Moore, 1979, p. S9, pl. 1, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 119, fig. 2O, 2P Y 2Q.

Otosphaera aff. *auriculata* Haeckel, 1887, figs. 2R and 2S, aff. Haeckel, 1887, p. 116, pl. 7, fig. 5.

Descripción: Esqueleto ovoide perforado, delgado y sin espinas, con poros de hasta 5 μm , circulares a angulares con bordes redondeados y con patrón irregular. En los polos se desarrollan un par de tubos perforados (de hasta 18 μm de largo), con paredes perforadas con extremos distales cónicos terminados en poros inclinados con una o dos espinas conspicuas o “dientes”. El diámetro del esqueleto ronda los 100 μm .

Observaciones: Los pocos especímenes vistos presentan únicamente dos tubos, mientras la descripción original de Haeckel (1887) menciona la presencia de hasta seis tubos, donde se emplea el término “diente” para la espina distal.

Género *Siphonosphaera* Müller, 1858

Siphonosphaera polysiphonia Haeckel, 1887

Lámina 2, Fig. 10

Siphonosphaera polysiphonia n.sp. Haeckel, 1887, p. 106. – Nigrini, 1967, p. 18–19, pl.1, fig. 4a, b. – Nigrini y Moore, 1979, p. S21, pl. 1 figs. 6a, b. – Sandoval, 2017, p. 119, figs. 2F y 2G.

Descripción: Esqueleto delgado y esférico, con diámetros de 100 μm , perforado, con poros circulares de hasta 10 μm , distribuidos en un patrón irregular. Algunos poros se prolongan en tubos cortos de pared sólida (imperforada), de hasta 12 μm de largo.

Orden Spumellaria Ehrenberg, 1875

Láminas 3–18

Descripción: Organismos solitarios con un esqueletos esféricos, elípticos, discoidales o irregulares, de tipo enrejado a esponjoso,

Genus *Otosphaera* Haeckel, 1887

Otosphaera polymorpha Haeckel, 1887

Plate 2, Fig. 9

Otosphaera polymorpha Haeckel, 1887, p. 116, pl. 7, fig. 6. – Nigrini and Moore, 1979, p. S9, pl. 1, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 119, fig. 2O, 2P Y 2Q.

Otosphaera aff. *auriculata* Haeckel, 1887, figs. 2R and 2S, aff. Haeckel, 1887, p. 116, pl. 7, fig. 5.

Description: Perforated, thin, thin, and spineless ovoid skeleton exhibit pores up to 5 μm in size, varying from circular to angular with rounded edges, and displaying an irregular pattern. At the poles, there are a pair of perforated tubes, each up to 18 μm long, with perforated walls. The distal ends of these tubes are tapered, terminating in a slanted pore equipped with one or two conspicuous spines or “teeth”. The diameter of the skeleton is approximately 100 μm .

Remarks: The few observed specimens only present two tubes, whereas Haeckel’s (1887) original description mentions the presence of up to six tubes, using the term “tooth” for the distal spine.

Genus *Siphonosphaera* Müller, 1858

Siphonosphaera polysiphonia Haeckel, 1887

Plate 2, Fig. 10

Siphonosphaera polysiphonia n.sp. Haeckel, 1887, p. 106. – Nigrini, 1967, p. 18–19, pl.1, fig. 4a, b. – Nigrini and Moore, 1979, p. S21, pl. 1 figs. 6a, b. – Sandoval, 2018, p. 119, figs. 2F and 2G.

Description: Thin spherical skeleton, approximately 100 μm in diameter, is perforated, and characterized by circular pores up to 10 μm in diameter, arranged irregularly. Some of these pores extend into short tubes with solid (unperforated) walls, reaching lengths of up to 12 μm in length.

Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Plates 3–18

Description: Solitary organisms exhibit spherical, elliptical, discoidal, or irregular

compuestos por una o varias conchas concéntricas y unidas entre sí por barras. Suelen presentar espinas secundarias y primarias.

Familia Actinommidae Haeckel, 1862

Láminas 3–9

Descripción: Esqueletos enrejados o esponjosos compuestos por una o varias conchas esféricas concéntricas interconectadas por barras mayores y a menudo provistos con espinas prominentes.

Género *Cenosphaera* Ehrenberg, 1854

Cenosphaera coronata Haeckel, 1887

Lámina 3, Fig. 1a, b

Cenosphaera coronata Haeckel, 1887, p. 66 – Nigrini y Moore, 1979, pl. 4, fig. 1.

Descripción: Esqueleto esférico enrejado, conformado por una única concha (cortical). Pared gruesa, con poros circulares dispuestos en patrón regular, de tamaños de hasta 30 μm . Cuentan con crestas prominentes alrededor de los poros, con espinas cortas y romas o pústulas emergiendo de los nodos y a lo largo de las crestas. El diámetro del esqueleto es de hasta 200 μm .

Cenosphaera spp.

Lámina 3, Fig. 2–5

Descripción: Esqueletos enrejados esféricos de una única concha cortical, con poros de igual tamaño, circulares hasta elípticos y en patrones variados, desde regulares a irregulares. Algunos pueden presentar crestas, pero poco prominentes. El diámetro del esqueleto puede alcanzar los 150 μm .

Género *Carposphaera* Haeckel, 1881

Carposphaera angulata Haeckel, 1862

Lámina 3, Fig. 6–7

Acanthosphaera angulata Haeckel, 1887, p. 216, pl. 26, fig. 4.

Acanthosphaera reticulata Haeckel, 1887, p. 217, pl. 25, fig. 5.

skeletons, varying in structure from lattice to spongy. These structures consist of one or several concentric shells interconnected by bars, often featuring secondary and main spines.

Family Actinommidae Haeckel, 1862

Plates 3–9

Description: Latticed or spongy skeletons composed of one or multiple concentric spherical shells interconnected by major bars and often provided with prominent spines.

Genus *Cenosphaera* Ehrenberg, 1854

Cenosphaera coronata Haeckel, 1887

Plate 3, Fig. 1a, b

Cenosphaera coronata Haeckel, 1887, p. 66. – Nigrini and Moore, 1979, pl. 4, fig. 1.

Description: Spherical latticed skeleton composed of a single cortical shell. Thick wall with circular pores arranged in a regular pattern, ranging in size up to 30 μm . They feature prominent ridges around the pores, with short, blunt spines or pustules arising from the nodes and along the ridges. The diameter of the skeleton can reach up to 200 μm .

Cenosphaera spp.

Plate 3, Figs. 2–5

Description: Spherical latticed skeletons consisting of a single cortical shell, with pores of equal size ranging from circular to elliptical and exhibiting varied patterns, from regular to irregular. Some specimens may have subtle ridges, but they are not prominent. The diameter of the skeleton can reach up to 150 μm .

Genus *Carposphaera* Haeckel, 1881

Carposphaera angulata Haeckel, 1862

Plate 3, Fig. 6–7

Acanthosphaera angulata Haeckel, 1887, p. 216, pl. 26, fig. 4.

Acanthosphaera reticulata Haeckel, 1887, p. 217, pl. 25, fig. 5.



Lámina / Plate 3

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

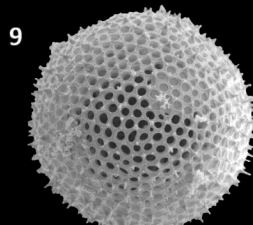
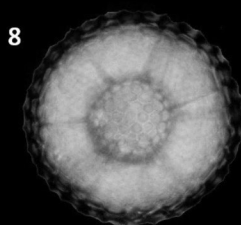
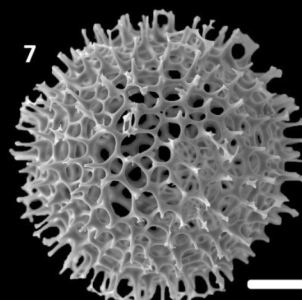
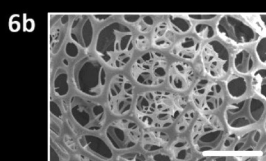
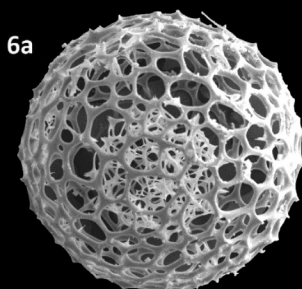
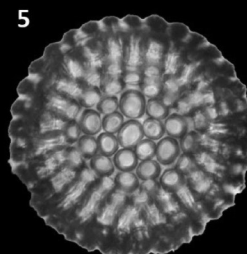
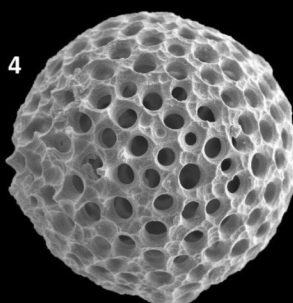
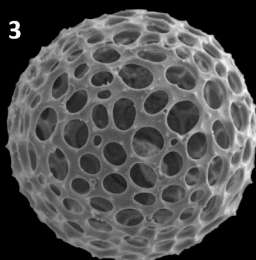
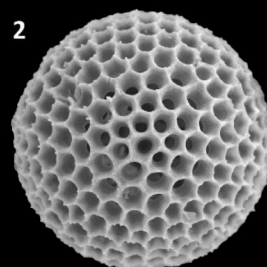
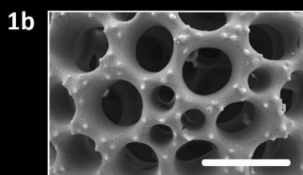
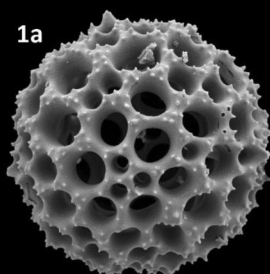
Fig. 1a, b. *Cenosphaera coronata* Haeckel, 1887

Fig. 2 – 5. *Cenosphaera* spp.

Fig. 6, 7. *Carposphaera angulata* Haeckel, 1862

Fig. 8, 9. *Carposphaera melitomma* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 3





Carposphaera angulata van de Paverd, 1995, pl. 16, figs. 1 – 2. – Vergara et al., 2008, p. 83, pl. 1, fig. 9.

Descripción: Esqueleto compuesto de dos conchas esféricas delgadas, una medular y una cortical, bien diferenciadas. La concha medular (Lám. 3, Fig. 6b) enrejada con una pared sumamente delgada y un diámetro de hasta 100 μm . Posee un perfil irregular aproximadamente esférico, con poros grandes en comparación con las barras bastante delgadas. La interconexión entre conchas se da por barras mayores sumamente delgadas y frágiles. La concha cortical es enrejada, con grandes poros circulares hasta más a menudo elípticos y barras delgadas en comparación. En los nodos puede presentar espinas de tipo secundarias, cónicas, lisas y rectas, algunas de las cuales pueden tener su sección distal ramificada. Su diámetro puede superar los 200 μm .

Observaciones: Las barras se fracturan y/o disuelven con facilidad, por lo que la concha medular puede estar libre en el interior de la concha cortical.

Carposphaera melitomma Haeckel, 1887
Lámina 3, Fig. 8–9

Carposphaera melitomma Haeckel, 1887: p. 73, pl. 20, fig. 4. – Zapata y Olivares, 2005, p. 81, fig. 2.5.

Descripción: Compuesta por dos conchas, una cortical y una medular. La concha medular es de entre 40 y 60 μm , enrejada con poros circulares dispuestos en patrón regular. Se une con la concha cortical por delgadas barras circulares. La concha cortical también es enrejada, con poros circulares en patrón regular y de tamaños similares. Puede presentar espinas cortas, cónicas, lisas y rectas levemente curvas. Su diámetro puede ser de hasta 200 μm .

Género *Actinomma* Haeckel, 1862
Actinomma boreale Cleve, 1900
Lámina 4, Fig. 1

Actinomma boreale Cleve, 1900, p. 26, pl. 1, fig. 5a–d.

Carposphaera angulata van de Paverd, 1995, pl. 16, figs. 1 and 2. – Vergara et al., 2008, p. 83, pl. 1, fig. 9.

Description: The skeleton is composed of two well-differentiated thin spherical shells, a medullary and a cortical one. The medullary shell (Pl. 3, Fig. 6b) is latticed with very thin walls and a diameter of up to 100 μm . It has an irregular profile with large pores in comparison to the rather thin bars. The interconnection between shells is facilitated by extremely thin and fragile major bars. The cortical shell is latticed, with large circular to more often elliptical pores and comparatively thin bars. At the nodes, it may exhibit secondary, conical, smooth, and straight spines, some of which can have their distal sections branched. Its diameter can exceed 200 μm .

Remarks: The bars are prone to fracture and/or dissolution, which often results in the medullary shell being free inside the cortical shell.

Carposphaera melitomma Haeckel, 1887
Plate 3, Figs. 8–9

Carposphaera melitomma Haeckel, 1887: p. 73, pl. 20, fig. 4. – Zapata and Olivares, 2005, p. 81, fig. 2.5

Description: Composed of two shells, a cortical and a medullary one. The medullary shell measures between 40 and 60 μm and is latticed, with circular pores arranged in a regular pattern. It is connected to the cortical shell by thin circular bars. The cortical shell is also latticed, with circular pores in a regular pattern and similar sizes. It may have short, conical, smooth, straight to slightly curved spines. Its diameter can reach up to 200 μm .

Genus *Actinomma* Haeckel, 1862
Actinomma boreale Cleve, 1900
Plate 4, Fig. 1

Actinomma boreale Cleve, 1900, p. 26, pl. 1, fig. 5a–d.

Sphaeropyle langii Dreyer, 1889, p. 89, fig. 54. – Foreman, 1975, p. 618, pl. 9, figs. 30–31. – Suzuki, 2006, p. 861, fig. 13.

Cromyechinus borealis Jørgensen, 1900, p. 59; 1905, p. 117, pl. 8, fig. 35, pl. 9, figs. 36, 37. – Bjørklund, 1974, p. 20, figs. 5–7; 1976, pl. 2, figs. 7–1 5. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 147, pl. 2, fig. 8.

Actinomma langii Sandoval, 2018, p. 119, fig. 3A y 3B.

Descripción: Esqueleto compuesto por dos conchas esféricas enrejadas (medulares) y una tercera perforada (cortical). Las conchas enrejadas presentan poros circulares a poligonales con bordes redondeados y un patrón de poros regular, de diámetros de hasta 18 μm . Posee espinas principales lanceoladas, rectas y lisas con secciones terminales puntiagudas. La tercera concha está incompleta en los especímenes observados. Cuenta con poros pequeños, circulares, de no más de 5 μm y en patrón regular. Carece de espinas secundarias. El diámetro de las conchas corticales es de 30 μm y 80 μm .

Actinomma hastatum (Haeckel, 1887)

Lámina 4, Fig. 2a–c – 3a, b

Heliosoma hastatum Haeckel, 1887, p. 241, pl. 28, fig. 4.

Echinomma leptodermum Jørgensen, 1905, p. 116, pl. 8, fig. 33a–c.

Actinomma hastatum van de Paverd, 1995, p. 133, pl. 35, fig. 1, 2, 4 y 5.

Descripción: Esqueleto compuesto por tres conchas esféricas concéntricas: dos medulares (la más interna suele ser indistinguible) y una cortical. Son de tipo enrejado, con poros circulares. En la última concha cortical los poros están bordeados por un marco hexagonal. Presenta espinas principales cónicas, lisas y rectas, terminadas en extremos puntiagudos. Cuentan con surcos en sus radix. Su número varía llegando a las 12 espinas. La macrosfera mide 25 μm y la cortical puede llegar a medir 150 μm en diámetro.

Sphaeropyle langii Dreyer, 1889, p. 89, fig. 54. – Foreman, 1975, p. 618, pl. 9, figs. 30–31. – Suzuki, 2006, p. 861, fig. 13.

Cromyechinus borealis Jørgensen, 1900, p. 59; 1905, p. 117, pl. 8, fig. 35, pl. 9, figs. 36, 37. – Bjørklund, 1974, p. 20, figs. 5–7; 1976, pl. 2, figs. 7–1 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 147, pl. 2, fig. 8.

Actinomma langii Sandoval, 2018, p. 119, fig. 3A and 3B.

Description: The skeleton is composed of two latticed spherical shells (medullary shells) and a third perforated shell (cortical shell). The latticed shells have circular to polygonal pores with rounded edges and a regular pore pattern, with diameters of up to 18 μm . They possess bladed, straight, and smooth main spines with pointed terminal sections. The third shell is incomplete in the observed specimens. It has small, circular pores, no larger than 5 μm , arranged in a regular pattern. It lacks by-spines. The diameter of the cortical shell ranges from 30 μm to 80 μm .

Actinomma hastatum (Haeckel, 1887)

Plate 4, Figs. 2a, b, c; 3a, b

Heliosoma hastatum Haeckel, 1887, p. 241, pl. 28, fig. 4.

Echinomma leptodermum Jørgensen, 1905, p. 116, pl. 8, fig. 33a–c.

Actinomma hastatum van de Paverd, 1995, p. 133, pl. 35, fig. 1, 2, 4 and 5.

Description: The skeleton is composed of three concentric spherical shells: two medullary shells (the innermost one is often indistinguishable) and one cortical shell. They are latticed in structure, with circular pores. In the outermost cortical shell, the pores are surrounded by hexagonal frames. It has conical, smooth, and straight main spines that are, terminating in pointed ends. The shells have grooves on their radix. The number of spines varies, reaching up to 12 spines. The macrosphaere measures 25 μm , and the cortical shell can reach up to 150 μm in diameter.



Lámina / Plate 4

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

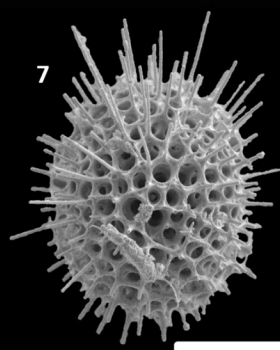
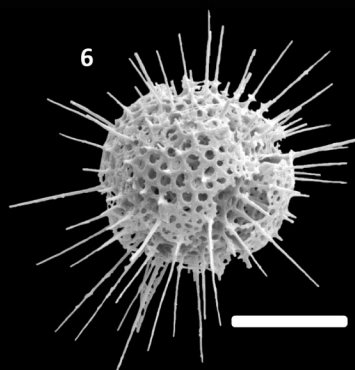
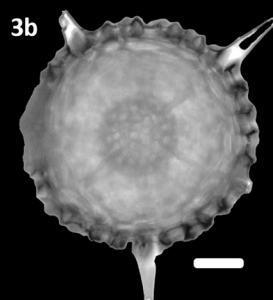
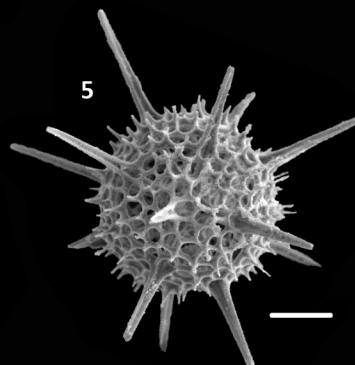
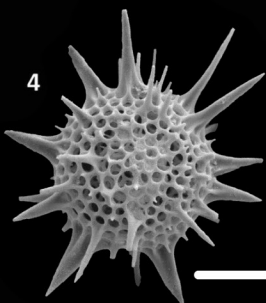
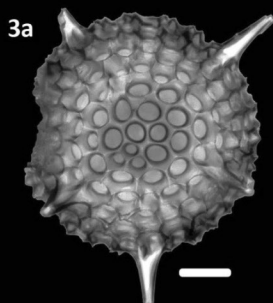
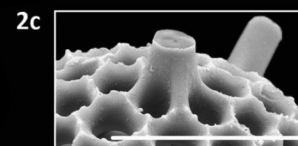
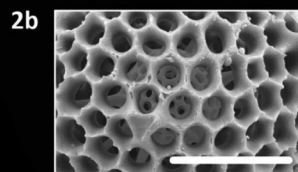
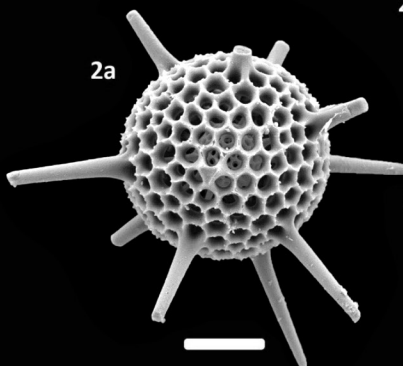
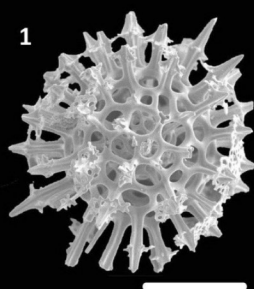
Fig. 1. *Actinomma boreale* Cleve, 1900

Fig. 2a, b, 3a, b. *Actinomma hastatum* (Haeckel, 1887)

Fig. 4, 5. *Actinomma leptodermum* Jørgensen, 1900

Fig. 6, 7. *Actinomma* spp.

Lámina / Plate 4





Actinomma leptodermum (Jørgensen, 1900)
Lámina 4, Fig. 4–5

Echinomma leptodermum Jørgensen, 1900: p. 57; 1905: p. 116, pl. 8, figs. 33a–c.

Actinomma leptodermum (Jørgensen, 1900) Bjørklund, 1976, pl. 3, figs. 1–4.

Actinomma hastatum forma *leptodermum* van der Paverd, 1995, p.133, pl. 35, figs. 1, 2 & 4.

Descripción: Esqueleto compuesto por tres conchas esféricas concéntricas: dos medulares y una cortical. Las conchas son de tipo enrejado, con poros circulares, dispuestos en patrón regular, y de tamaños entre 5 y 10 µm. Cuenta con múltiples espinas (hasta 20) principales, lanceoladas, de hasta 100 µm. Presentan espinas secundarias cónicas, rectas y lisas. La macroesfera mide entre 50 y 60 µm y la concha cortical mide entre 110 y 130 µm.

Actinomma spp.
Lámina 4, Fig. 6–7

Descripción: Esqueletos densos enrejados compuestos por conchas esféricas u ovoides concéntricas. En algunos casos, la última concha cortical puede ser perforada. Los poros son circulares a irregulares, algunos rodeados por marcos hexagonales, con diámetros entre 4 y 10 µm. El patrón de poros es regular, irregular o escalonado. Presentan múltiples espinas delgadas, cónicas, rectas, lisas y largas, con terminaciones puntiagudas. Dichas espinas pueden ser principales o secundarias. El diámetro de la concha más externa puede llegar a medir 100 µm.

Observaciones: Los especímenes observados pueden pertenecer a diferentes especies, sin embargo, no se lograron identificar hasta este nivel, por lo cual se opta por categorizarlos en general como *Actinomma* spp.

Género *Cladococcus* Haeckel, 1860
Cladococcus abietinus Haeckel, 1887
Lámina 5, Fig. 1a, b

Cladococcus abietinus Haeckel, 1887, p. 226, pl. 27, fig. 3. – Renz, 1974, p. 789, pl. 13, fig.

Actinomma leptodermum (Jørgensen, 1900)
Plate 4, Figs. 4–5

Echinomma leptodermum Jørgensen, 1900: p. 57; 1905: p. 116, pl. 8, figs. 33a–c.

Actinomma leptodermum (Jørgensen, 1900) Bjørklund, 1976, pl. 3, figs. 1–4.

Actinomma hastatum forma *leptodermum* van der Paverd, 1995, p.133, pl. 35, figs. 1, 2 and 4.

Description: The skeleton is composed of three concentric spherical shells: two medullary shells and one cortical shell. The shells are latticed in structure, with circular pores arranged in a regular pattern, ranging in size between 5 and 10 µm. It has multiple (up to >20) primary, bladed spines, up to 100 µm in length. It also has conical, straight, and smooth by-spines. The macrosphaere measures between 50 and 60 µm, while the cortical shell measures between 110 and 130 µm.

Actinomma spp.
Plate 4, Figs. 6–7

Description: Dense latticed skeletons composed of spherical or ovoid concentric shells. In some cases, the outermost cortical shell can be perforated. The pores are circular to irregular, some surrounded by hexagonal frames, 4 to 10 µm in diameter. The pore pattern is regular, staggered, or irregular. They have multiple thin, conical, straight, smooth, and long main spines with pointed ends. The spines can be main or by-spines. The diameter of the outermost shell can reach up to 100 µm.

Remarks: The observed specimens may belong to different species; however, they could not be identified at this level. Therefore, they are categorized in general as *Actinomma* spp.

Genus *Cladococcus* Haeckel, 1860
Cladococcus abietinus Haeckel, 1887
Plate 5, Fig. 1a, b

Cladococcus abietinus Haeckel, 1887, p. 226, pl. 27, fig. 3. – Renz, 1974, p. 789, pl. 13,

18. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 148, pl. 2, fig. 10. – Baldessin, 2012, p. 56, pl. 2, fig. 1.

Cladococcus stalactites Haeckel, 1887, p. 227, pl. 27, fig. 4. – Benson, 1966, p. 173–175, pl. 6, figs. 2, 3. – Benson, 1983 p. 501, pl. 4, fig. 2.

Descripción: Esqueleto enrejado de una única concha, con espinas principales lanceoladas, bordes aserrados y múltiples ramificaciones cónicas y lisas, algunas que pueden ramificarse también. Las hojas de las espinas principales son aserradas. El diámetro de la concha es de 120 μm y las espinas pueden medir más de 250 μm .

Cladococcus cervicornis Haeckel, 1860

Lámina 5, Fig. 2a, b

Cladococcus cervicornis Haeckel, 1860, p.801. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 108, pl. 2, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 119, fig. 3C.

Descripción: Su esqueleto tiene una concha esférica enrejada densa, con poros circulares a irregulares y bordes redondeados. Presenta un diámetro de 120 μm . Presenta un gran número de espinas principales (que pueden llegar a medir más de 80 μm .), delgadas, cónicas, lisas y ramificadas, dando una apariencia de cabellos que casi cubren totalmente su superficie.

Género *Spongosphaera* Haeckel, 1847

Spongosphaera sp.

Lámina 5, Fig. 3a, b–4

Descripción: Esqueleto compuesto por una red esponjosa de entre 100 y 200 μm de diámetro, de la cual emergen entre cuatro y seis espinas largas (de hasta 200 μm de largo), lanceoladas y con bordes aserrados. Proximalmente, las espinas pueden producir apófisis que se fusionan con la concha esponjosa.

Observaciones: La densidad de la red esponjosa oculta el centro del esqueleto, que probablemente hospeda una pequeña concha medular, en cuyo caso la especie podría ser atribuida a *Spongosphaera streptacantha* Haeckel (1861).

fig. 18. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 148, pl. 2, fig. 10. – Baldessin, 2012, p. 56, pl. 2, fig. 1.

Cladococcus stalactites Haeckel, 1887, p. 227, pl. 27, fig. 4. – Benson, 1966, p. 173–175, pl. 6, figs. 2, 3. – Benson, 1983 p. 501, pl. 4, fig. 2.

Description: The latticed skeleton consists of a single shell characterized by bladed main spines with serrated edges and multiple branching, along with conical and smooth spines, some of which may also branch. The diameter of the shell is 120 μm , while the spines can measure over 250 μm in length.

Cladococcus cervicornis Haeckel, 1860

Plate 5, Fig. 2a, b

Cladococcus cervicornis Haeckel, 1860, p.801. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 108, pl. 2, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 119, fig. 3C.

Description: Its skeleton consists of an extremely dense spherical lattice shell with circular to irregular pores featuring rounded edges and measuring 120 μm in diameter. It is adorned with numerous thin, conical, smooth, and branched main spines, giving it an appearance reminiscent of hair that almost covers almost its entire surface.

Genus *Spongosphaera* Haeckel, 1847

Spongosphaera sp.

Plate 5, Figs. 3a, b–4

Description: The skeleton is composed of a spongy network 100 to 200 μm in diameter, from which 4–6 large (up to 200 μm in length), bladed spines with serrated edges emerge. Proximally, the spines can also produce apophyses which merge with the spongy shell.

Remarks: The density of the spongy network conceals the center of the skeleton, which probably hosts a small medullary shell, in which case the species could be ascribed to *lep* Haeckel (1861).



Lámina / Plate 5

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

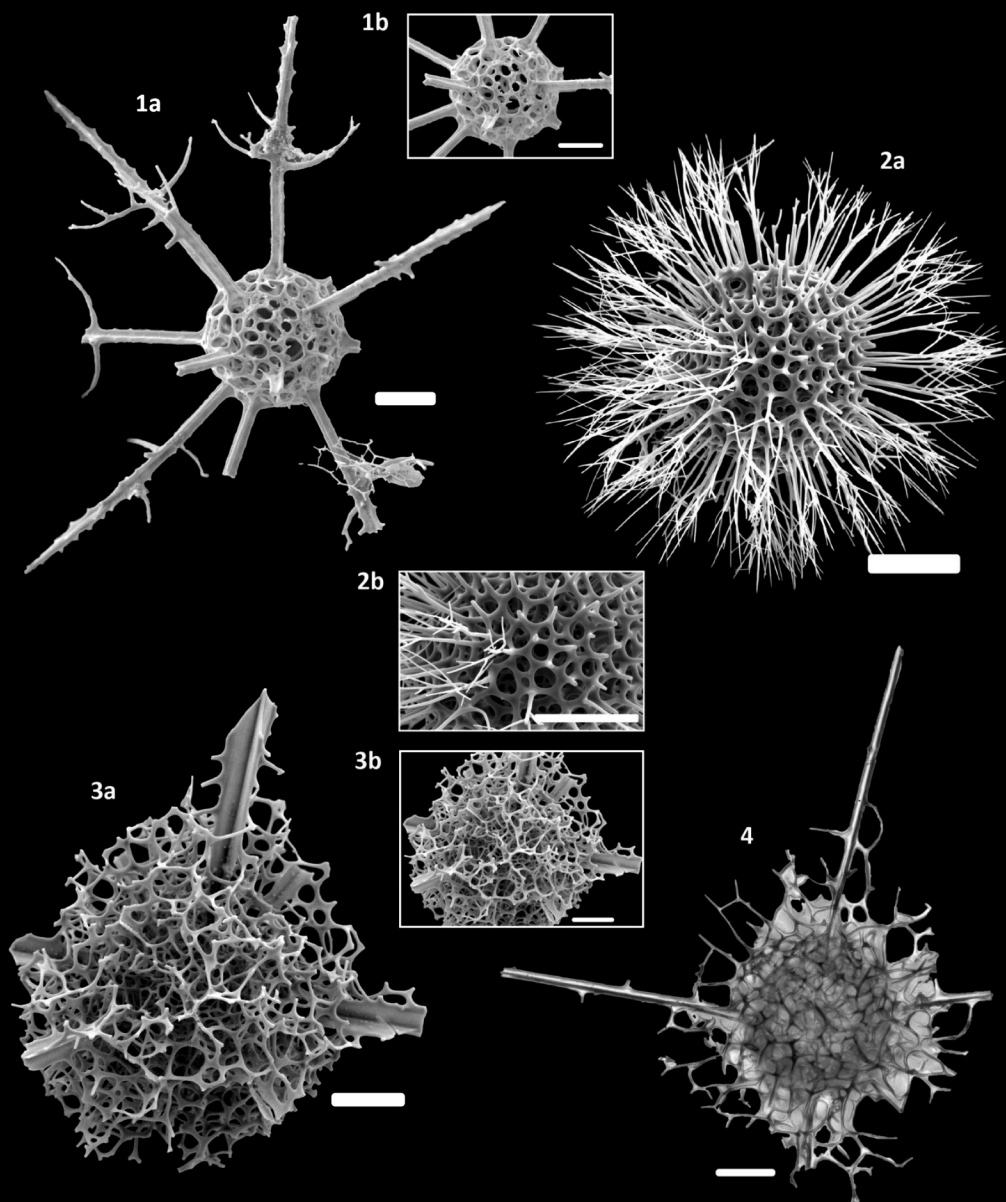
Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

Fig. 1a-b. *Cladococcus abietinus* Haeckel, 1887

Fig. 2a, b. *Cladococcus cervicornis* Haeckel, 1860

Fig. 3a, b, 4. *Spongosphaera* sp.

Lámina / Plate 5





Género *Hexastylus* Haeckel, 1881

Hexastylus dimensivus Haeckel, 1887

Lámina 6, Fig. 1–3

Hexastylus dimensivus Haeckel 1887, p. 175, pl. 21, fig. 6. – Blueford, 1982, p. 197, pl. 4, fig. 6. – van de Paverd, 1995, p. 90, pl. 19, fig. 1

Hexastylus horridus Hollande y Enjume 1960, pl. 42, fig. 1, 2, 4 y 5.

Descripción: Esqueleto enrejado de una única concha esférica (cortical), con poros circulares a levemente elípticos, rodeados por crestas que forman un marco hexagonal. Sus diámetros son variables, llegando a medir hasta 20 μm . Pueden presentar barras mayores delgadas que se conectan hacia el centro, estando ausentes en algunos ejemplares (probablemente debido a su fragilidad). Presenta seis espinas principales lanceoladas, de hasta 40 μm , rectas, lisas y con secciones distales puntiagudas. Puede tener espinas secundarias cónicas pequeñas, lisas y rectas.

Observaciones: Contrario a *Hexastylus solis* Haeckel, 1887, las espinas secundarias son simples (en vez de ramificadas).

Hexastylus solis Haeckel, 1887

Lámina 6, Fig. 4a, b

Hexastylus solis Haeckel, 1887, p. 173, pl. 21, fig. 11. – van de Paverd, 1995, p. 92, pl. 19, fig. 4 y 7, pl. 20.

Heliosphaera radiata Popofsky, 1912, p.98, fig. In text 10.

Stigmatosphaera horrida Hollande y Ejumet, 1960, pl. 40, fig. 1

Descripción: Esqueleto compuesto por una única concha enrejada de 180 μm , con poros de irregulares redondeados hasta circulares. Presenta barras mayores delgadas, de perfil circular, que confluyen hacia el centro. Presenta espinas principales lanceoladas cortas (de menos de 30 μm de largo), lisas y rectas, además de espinas secundarias cónicas, lisas, que pueden ramificarse en sus extremos. Estas son generalmente de la misma longitud que las principales, apenas más cortas que estas.

Observaciones: Se distingue de *H. dimensivus* Haeckel, 1887 por sus espinas secundarias.

Genus *Hexastylus* Haeckel, 1881

Hexastylus dimensivus Haeckel, 1887

Plate 6, Figs. 1–3

Hexastylus dimensivus Haeckel 1887, p. 175, pl. 21, fig. 6. – Blueford, 1982, p. 197, pl. 4, fig. 6. – van de Paverd, 1995, p. 90, pl. 19, fig. 1

Hexastylus horridus Hollande and Enjume 1960, pl. 42, fig. 1, 2, 4 and 5.

Description: The latticed skeleton of the single (cortical) shell has circular to slightly elliptical pores, surrounded by ridges forming a hexagonal framework. The pore diameters vary and can reach up to 20 μm . It may have thin major bars that connect in the center of the skeleton, although they may be absent in some specimens (probably due to fragility). There are six bladed main spines, up to 40 μm in length, that are straight, smooth, and have pointed distal sections. It can have small, smooth, straight by-spines.

Remarks: As opposed to *Hexastylus solis* Haeckel, 1887, the by-spines are simple (rather than branched).

Hexastylus solis Haeckel, 1887

Plate 6, Fig. 4a, b

Hexastylus solis Haeckel, 1887, p. 173, pl. 21, fig. 11. – van de Paverd, 1995, p. 92, pl. 19, fig. 4 and 7, pl. 20.

Heliosphaera radiata Popofsky, 1912, p.98, fig. In text 10.

Stigmatosphaera horrida Hollande and Ejumet, 1960, pl. 40, fig. 1

Description: The skeleton consists of a single latticed shell measuring 180 μm in diameter, with irregularly rounded to circular pores. It exhibits thin bars, converging towards the center. It has short-bladed main spines (less than 30 μm in length), which are smooth and straight. Additionally, there are conical by-spines that may branch at their ends. These by-spines are generally the same length as the main spines or slightly shorter.

Remarks: It can be distinguished from *H. dimensivus* by the presence of by-spines.

Hexastylus favulosus Blueford, 1982

Lámina 6, Fig. 5

Hexastylus favulosus Blueford, 1982, pl. 4, fig. 1.

Descripción: Esqueleto enrejado compuesto de una única concha esférica con diámetro de 80 μm . Exhibe poros circulares a elípticos con crestas. Presenta seis espinas de tamaños aproximadamente iguales (de hasta 50 μm) dispuestas en ángulos rectos entre sí. Estas son lanceoladas, lisas, rectas y con secciones distales puntiagudas.

Observaciones: En los pocos especímenes vistos, no se ha observado la presencia de barras mayores y con una o dos espinas principales ausentes. Por su tamaño se deduce que no son especímenes juveniles.

Stylosphaera melpomene Haeckel, 1887

Lámina 6, Fig. 6–8

Stylosphaera melpomene Haeckel, 1887, p. 135, pl. 16, fig. 1. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 147, pl. 2, fig. 14.

Hexacontium melpomene (Haeckel, 1887) Van de Paverd, 1995, p. 127, pl. 31, figs. 2, 7, 8.

Descripción: Esqueletos compuestos por 2 conchas (cortical y medular). La concha cortical de tipo enrejado muestra un perfil cuadrangular con bordes redondeados y diámetros entre 80 y 120 μm , con poros circulares, elípticos o cuadrangulares. Las espinas principales son lanceoladas, generalmente polares, cortas, de no más de 30 μm de largo. Son rectas o levemente espiraladas (hacia el radix y la porción proximal del cuerpo principal de la espina (lám. 6, fig. 6), con secciones distales puntiagudas. Suelen presentar espinas secundarias en su superficie, del tipo cónicas, rectas y lisas. La macroesfera es enrejada, de diámetros entre 20 y 50 μm , con poros circulares, con pequeñas espinas secundarias dispersas.

Hexastylus favulosus Blueford, 1982

Plate 6, Fig. 5

Hexastylus favulosus Blueford, 1982, pl. 4, fig. 1.

Description: The skeleton consists of a single latticed spheric shell with a diameter of 80 μm . It exhibits circular to elliptical pores with crests. Six spines, each approximately p to 50 μm in size, are arranged at right angles to each other. These spines are lanceolate, smooth, straight, and have pointed distal sections.

Remarks: In the few observed specimens, main bars have not been observed, and 1–2 spines are usually absent. Considering their size, it can be inferred that they are not juvenile specimens.

Stylosphaera melpomene Haeckel, 1887

Plate 6, Figs. 6–8

Stylosphaera melpomene Haeckel, 1887, p. 135, pl. 16, fig. 1. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 147, pl. 2, fig. 14.

Hexacontium melpomene (Haeckel, 1887) van de Paverd, 1995, p. 127, pl. 31, figs. 2, 7, 8.

Description: The skeletons are consist of two shells (cortical and medullary shells). The latticed cortical shell exhibits a square-shaped profile with rounded edges and diameters ranging from 80 to 120 μm . It features circular, elliptical, or quadrangular pores. The main spines are bladed, usually polar, and short, measuring no more than 30 μm in length. They are straight or slightly spiraled, particularly at the radix and proximal section of the main body (Pl. 6, Fig. 6), with pointed distal sections. Conical, straight, and smooth by-spines are often present on the cortical shell. The cortical shell is around 20 to 50 μm in diameter.



Lámina / Plate 6

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

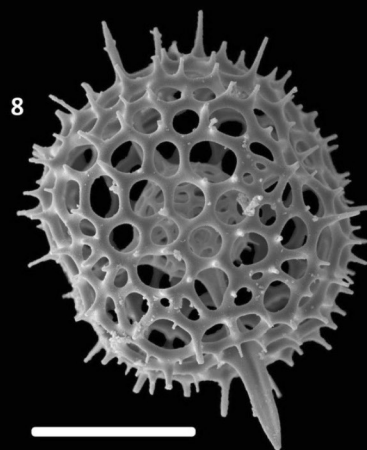
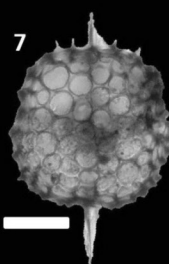
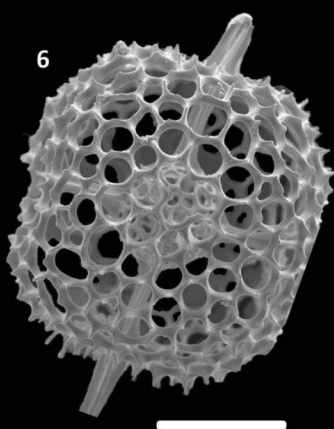
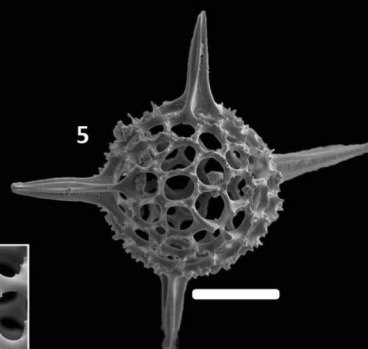
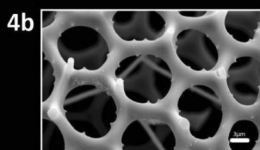
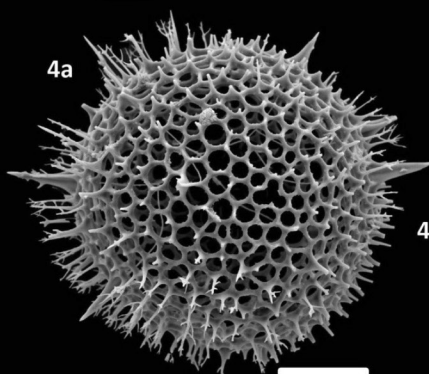
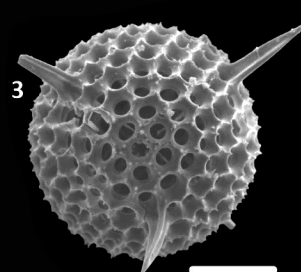
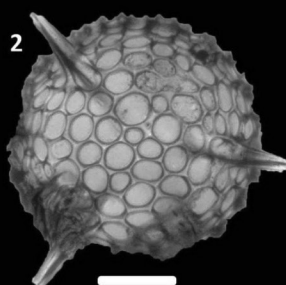
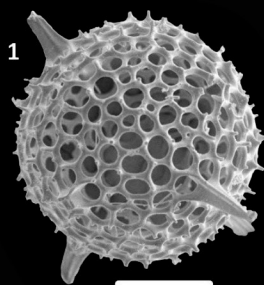
Fig. 1 – 3. *Hexastylus dimensivus* Haeckel, 1887

Fig. 4a, b. *Hexastylus solis* Haeckel, 1887

Fig. 5. *Hexastylus favulosus* Blueford, 1982

Fig. 6 – 8. *Stylosphaera melpomene* (Haeckel, 1887)

Lámina / Plate 6



**Género *Hexacantium*, Haeckel, 1881***Hexacantium arachnoidale* Hollande

y Enumet, 1960

Lámina 7, Fig. 1a, b & 2a, b

Hexacantium arachnoidale Hollande and Enumet, 1960, p. 96, pl. 53, fig. 1. – Bjørklund, 1976, p. 118, pl. 1, figs. D–F. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 148, pi. 3, fig. 13.

Descripción: Esqueleto compuesto por tres conchas, dos medulares y una cortical, siendo la cortical de un diámetro mucho mayor, cerca de 200 μm , al de la macroesfera, entre 90 μm y 100 μm . Cuenta con seis espinas principales lisas y lanceoladas, con terminación puntiagudas, y dispuestas en pares opuestos. Pueden medir hasta 50 μm de largo. La concha cortical es enrejada, con poros circulares, con patrones de distribución escalonada o irregular. Presenta espinas secundarias cónicas, lisas y rectas. La macroesfera es de esponjosa, con grandes poros, y que envuelve la microesfera enrejada, con poros aparentemente circulares, pero la macroesfera dificulta ver detalles. Puede mostrar el crecimiento de una cuarta, levemente esponjosa y delgada.

Hexacantium heracliti (Haeckel, 1887)

Lámina 7, Fig. 3a, b y 4

Hexalonche heracliti Haeckel, 1887, p. 187, pl. 22, fig. 7.

Hexacantium cf. heracliti (Haeckel). – Benson, 1966, p. 158, pl. 4, figs. 8–10.

Hexacantium heracliti Takahashi, 1991, p. 73, pl. 15, fig. 8 y 9.

Descripción: Esqueleto compuesto por tres conchas esféricas concéntricas, enrejadas: dos medulares y una cortical. La Cortical suele rondar los 180 μm de diámetro, mientras la macroesfera mide 50 μm . La concha cortical es gruesa y presenta poros circulares, elípticos y angulares, con diámetros de hasta 40 μm y con crestas en un patrón irregular, pudiendo tener espinas secundarias cónicas y lisas agrupadas en los nodos. Presenta seis espinas principales lanceoladas, dispuestas con ángulos rectos entre sí. Estas son rectas o levemente espiraladas, lisas

Genus *Hexacantium*, Haeckel, 1881*Hexacantium arachnoidale* Hollande

and Enumet, 1960

Plate 7, Figs. 1a, b; 2a, b

Hexacantium arachnoidale Hollande and Enumet, 1960, p. 96, pl. 53, fig. 1. – Bjørklund, 1976, p. 118, pl. 1, figs. D–F. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 148, pi. 3, fig. 13.

Description: The skeleton is composed of three shells, two medullary and one cortical, with the cortical shell having a much larger diameter, around 200 μm , compared to the macrosphaere, which ranges between 90 μm and 100 μm . It features six main spines opposed in pairs, bladed with smooth edges, with sharp pointed ends. Spines are up to 50 μm in length. The cortical shell is latticed, with circular pores arranged in a staggered or irregular pattern. It presents conical, smooth, and straight by-spines. The macrosphaere is spongy, with great pores, enveloping the latticed microsphaere, which has circular pores, but the macrosphaere makes it difficult to discern details. Additionally, it may exhibit the growth of a fourth, slightly spongy and thin shell.

Hexacantium heracliti (Haeckel, 1887)

Plate 7, Figs. 3a, b; 4

Hexalonche heracliti Haeckel, 1887, p. 187, pl. 22, fig. 7.

Hexacantium cf. heracliti (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 158, pl. 4, figs. 8–10.

Hexacantium heracliti Takahashi, 1991, p. 73, pl. 15, fig. 8 and 9.

Description: The skeleton consists of three concentric, latticed spherical shells: two medullary and one cortical. The cortical shell typically has a diameter of around 180 μm , while the macrosphaere measures 50 μm . The cortical shell is thick and exhibits circular, elliptical, and angular pores with diameters of up to 40 μm , irregularly arranged with ridges. It may have conical and smooth by-spines, grouped at the nodes. There are six bladed main spines, arranged at right angles to each other. These spines are straight or slightly spiraled, smooth,

y con secciones distales puntiagudas, pudiendo llegar a medir poco más de 50 μm . La macroesfera tiene poros circulares a elípticos, con diámetros entre 4 y 8 μm . Puede tener pequeñas espinas secundarias en su superficie, cónicas, lisas y rectas.

Hexacontium hostile-armatum

group Cleve, 1990

Lámina 7, Fig. 5a y 8a, b.

Hexacontium hostile Cleve, 1900, p. 9, pl. 6, fig. 4. – Goll y Bjørklund, 1974, p. 449, fig. In text 6. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 112, pl. 2, fig. 13. – Sandoval, 2018, p. 120, pl. 3, fig. 3O, 3P.

Hexacontium pachydermum Jørgensen, 1905, p. 115, pl. 8, figs. 31a, 31b. – Bjørklund, 1976, pl. 1, figs. 4–9. – Kling, 1977, pl. 1, fig. 18.

Descripción: Esqueleto compuesto de tres conchas esféricas concéntricas enrejadas, una cortical y dos medulares. El diámetro de la concha cortical es de entre 100 μm y 200 μm , en tanto la macroesfera mide 50 μm y la microesfera entre 20 y 25 μm de diámetro. La concha cortical tiene poros circulares, con crestas, en un marco hexagonal de bordes redondeados, que pueden tener espinas secundarias cónicas, lisas y rectas. Cuenta con seis espinas principales lanceoladas, dispuestas a 90° entre ellas, con longitudes entre 45 y 55 μm . La macroesfera tiene poros circulares a elípticos, con espinas secundarias, cortas, lisas y rectas, en su superficie. La microesfera, esférica, difícil de ver en ocasiones, es enrejada y con poros circulares.

Género *Axoprurum* Haeckel, 1887

Axoprurum stauraxonium Haeckel, 1887

Lámina 8, Fig. 1–3a, b

Axoprurum stauraxonium Haeckel, 1887, p. 298, pl. 48, fig. 4. – Hays, 1965, p. 170, p. 1, fig. 3. Petrushevskaya y Kozlova, 1972, p. 521, pl. 10, fig. 10. – Nigrini y Moore, 1979, p. 857, pl. 7, figs. 2, 3.

Descripción: Esqueletos conformados por dos o tres conchas fusiformes, de tipo enrejado, con poros circulares con crestas leves o muy

with pointed ends, measuring just over 50 μm in length. The macrosphaere has circular to elliptical pores, with diameters ranging from 4 to 8 μm . It may have small conical, smooth, and straight by-spines on its surface.

Hexacontium hostile-armatum

group Cleve, 1990

Plate 7, Figs. 5a–8a, b

Hexacontium hostile Cleve, 1900, p. 9, pl. 6, fig. 4. – Goll and Bjørklund, 1974, p. 449, fig. In text 6. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 112, pl. 2, fig. 13. – Sandoval, 2018, p. 120, pl. 3, fig. 3O, 3P.

Hexacontium pachydermum Jørgensen, 1905, p. 115, pl. 8, figs. 31a, 31b. – Bjørklund, 1976, pl. 1, figs. 4–9. – Kling, 1977, pl. 1, fig. 18.

Description: The skeleton consists of three concentric latticed spherical shells, one cortical and two medullary. The diameter of the cortical shell ranges from 100 μm to 200 μm , while the macrosphaere measures 50 μm and the microsphaere has a diameter between 20 and 25 μm . The cortical shell has circular pores with ridges, arranged in a hexagonal framework with rounded edges. It may have conical, smooth, and straight by-spines. There are six bladed main spines, arranged at 90° angles to each other, with lengths ranging from 45 to 55 μm . The macrosphaere has circular to elliptical pores, with short, smooth, and straight by-spines. The microsphaere, which is spherical and sometimes difficult to observe, is latticed and has circular pores.

Genus *Axoprurum* Haeckel, 1887

Axoprurum stauraxonium Haeckel, 1887

Plate 8, Figs. 1–3a, b

Axoprurum stauraxonium Haeckel, 1887, p. 298, pl. 48, fig. 4. – Hays, 1965, p. 170, p. 1, fig. 3. – Petrushevskaya and Kozlova, 1972, p. 521, pl. 10, fig. 10. – Nigrini and Moore, 1979, p. 857, pl. 7, figs. 2, 3.

Description: Skeletons consist of two or three fusiform shells, latticed, with circular pores exhibiting either subtle or prominent



Lámina / Plate 7

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

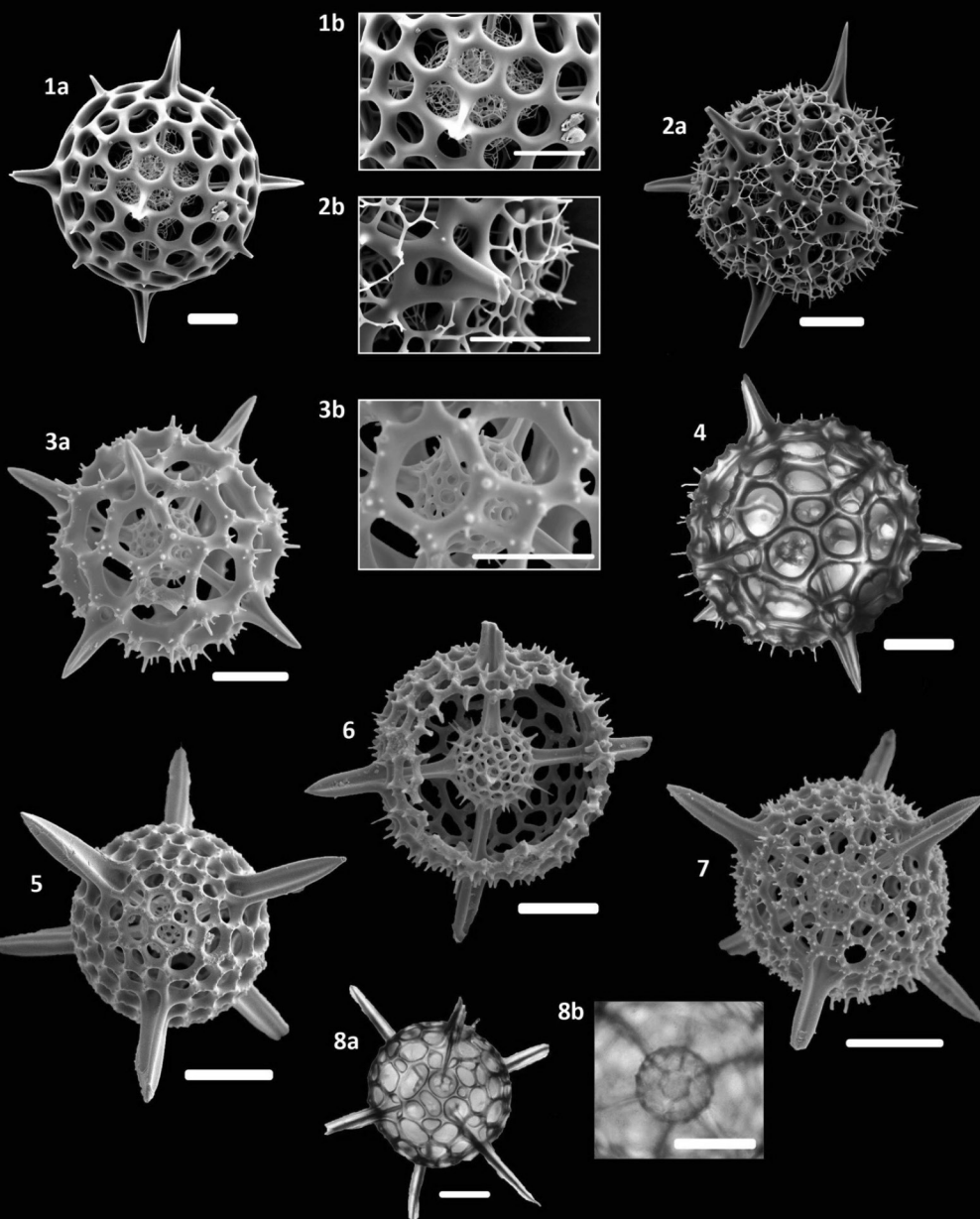
Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

Fig. 1a-b – 2a-b. *Hexacontium arachnoidale* Hollande & Enumet, 1960

Fig. 3a, b, 4. *Hexacontium heracliti* (Haeckel, 1887)

Fig. 5 – 8a, b. *Hexacontium hostile-armatum* group Cleve, 1990

Lámina / Plate 7





marcadas, con marcos hexagonales bien definidos en algunos especímenes, con patrón regular a escalonado. Presentan un par de espinas principales polares, generalmente una más larga que la otra, pudiendo ser cónicas o lanceoladas, lisas y rectas. Pueden presentar espinas secundarias en su superficie, de tipo cónico, rectas y lisas. Las conchas medulares son difíciles de observar, pero parecen ser enrejadas. Presentan barras lanceoladas que unen las conchas internas con las externas, siendo que solo 2 se propagan al exterior en la forma de espinas polares. Mide, de polo a polo sin contar las espinas, entre 150 y 200 μm , con espinas que pueden medir hasta 100 μm .

Género *Dorydruppa* Vinassa de Regny 1898

Dorydruppa bensoni Takahashi, 1991

Lámina 8, Fig. 4 y 5a, b

Haliomma pyriformis Bailey, 1856, p. 2, pl. 1, fig. 29.

Druppattractus cf. pyriformis (Bailey, 1856). -Benson, 1966, pp. 177-180, pl. 7, figs. 2-6.

Dorydruppa bensoni Takahashi, 1991, p. 78, pl. 15, fig. 11-14.

Descripción: El esqueleto se compone de 2 conchas, una medular y otra cortical. La concha cortical es esférica, con diámetro de 80 μm , levemente fusiforme en algunos especímenes. Sus poros son circulares en un marco hexagonal con crestas, en patrón escalonado. Puede tener espinas secundarias cónicas, lisas y rectas a levemente curvadas. Generalmente presentan una espina principal, de hasta 50 μm , en uno de sus polos, pudiendo tener una gemela en el polo opuesto o dos, además de otras de menor tamaño. Estas son lanceoladas, rectas a levemente curvas y lisas. Su rasgo diagnóstico es su concha medular, la cual tiene forma ovoide con un extremo esférico, simulando la forma de una pera, cuyo extremo más pequeño se conecta con la espina principal más grande (o la única). Cuenta con barras mayores que la conectan con la concha cortical.

ridges. Some specimens have well-defined hexagonal frames with a regular to staggered pattern. They feature a pair of polar main spines, usually with one longer than the other, which can be conical or bladed, smooth, and straight. By-spines may be present on the surface, conical in shape, straight, and smooth. The medullary shells are difficult to observe, but they appear to be latticed lanceolate bars connecting the inner and outer shells, with only two extending outward as polar spines. The skeleton measures between 150 and 200 μm from pole to pole, excluding the spines, with spines, which can reach up to 100 μm in length.

Genus *Dorydruppa* Vinassa de Regny 1898

Dorydruppa bensoni Takahashi, 1991

Plate 8, Figs. 4-5a, b

Haliomma pyriformis Bailey, 1856, p. 2, pl. 1, fig. 29.

Druppattractus cf. pyriformis (Bailey, 1856). - Benson, 1966, pp. 177-180, pl. 7, figs. 2-6.

Dorydruppa bensoni Takahashi, 1991, p. 78, pl. 15, fig. 11-14.

Description: The skeleton consists of two shells, a medullary shell, and a cortical shell. The cortical shell is spherical with a diameter of 80 μm , slightly fusiform in some specimens. Its pores are circular, arranged in a hexagonal framework with ridges, in a staggered pattern. It may have conical, smooth, and straight to slightly curved by-spines. Generally, it has a primary spine, up to 50 μm in length, at one of its poles, and it may have a twin spine at the opposite pole or two, plus additional smaller spines. These main spines are bladed, straight to slightly curved, with smooth edges. The diagnostic feature of this species is its medullary shell, which is pear-shaped, with the smaller end connected to the larger (or the only) primary spine. It has several beams that connect it to the cortical shell.

Género *Xiphatractus* Haeckel, 1887

Xiphatractus pluto (Haeckel, 1887)

Lámina 8, Fig. 6 y 7

Amphisphaera pluto Haeckel, 1887, p. 144, pl. 17, figs. 7, 8.

Stylatractus neptunus Haeckel, 1887, p. 328, pl. 17, fig. 6. – Riedel, 1958, p. 226, pl. 1, fig. 9.

Xiphatractus pluto (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 184, pl. 7, figs. 14–17. – Takahashi, 1991, p. 77, pl. 15, fig. 1–3.

Xiphatractus cronos (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 182, pl. 7, figs. 12, 13.

Stylatractus sp. – Nigrini and Moore, 1979, p. 555, pl. 7, figs. la, lb.

Descripción: Esqueleto fusiforme, de tipo enrejado, compuesto por una concha cortical y dos medulares. La concha cortical presenta grandes poros circulares, entre 5 y 18 μm , rodeados por un marco hexagonal grueso con prominentes crestas, y dispuestos en un patrón apenas regular. Su diámetro mayor alcanza 100 μm de largo, con espinas principales polares cortas, de no más de 40 μm . Son lanceoladas, rectas y lisas, con terminaciones puntiagudas. Las conchas medulares son de poros circulares. La microesfera es difícil de distinguir. Las conchas están conectadas por barras mayores, la mayoría de las cuales no se proyectan al exterior de la concha cortical (espinas principales).

Género *Ellipsoxiphus* Haeckel, 1887

Ellipsoxiphus atractus Haeckel, 1887

Lámina 8, Fig. 8a, b–10

Ellipsoxiphus atractus Haeckel, 1887, p. 298, pl. 14, fig. 1.

Descripción: Esqueleto conformado por tres conchas, una cortical y dos medulares. Las medulares son difíciles de observar, pero son enrejadas con poros esféricos, unidas por barras mayores, de las cuales solo dos se propagan al exterior en forma de espinas principales lanceoladas, relativamente cortas, lisas y rectas. La concha cortical ovoide, perforada por poros en forma de “roseta” regularmente distribuido y poros cercanos en grupos de tres o cuatro,

Genus *Xiphatractus* Haeckel, 1887

Xiphatractus pluto (Haeckel, 1887)

Plate 8, Figs. 6–7

Amphisphaera pluto Haeckel, 1887, p. 144, pl. 17, figs. 7, 8.

Stylatractus neptunus Haeckel, 1887, p. 328, pl. 17, fig. 6. – Riedel, 1958, p. 226, pl. 1, fig. 9.

Xiphatractus pluto (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 184, pl. 7, figs. 14–17. – Takahashi, 1991, p. 77, pl. 15, fig. 1–3.

Xiphatractus cronos (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 182, pl. 7, figs. 12, 13.

Stylatractus sp. – Nigrini and Moore, 1979, p. 555, pl. 7, figs. la, lb.

Description: The skeleton is fusiform in shape and latticed, composed of a cortical shell and two medullary shells. The cortical shell exhibits large circular pores, ranging from 5 to 18 μm , surrounded by thick hexagonal frames with prominent ridges, arranged in a roughly regular pattern. Its major diameter can reach up to 100 μm , with short polar main spines, not exceeding 40 μm . These main spines are straight, and smooth, with sharp pointed ends. The medullary shells have circular pores. The microsphaere is difficult to distinguish. The shells are connected by several major bars, most of which do not protrude outside of the cortical shell (main spines).

Genus *Ellipsoxiphus* Haeckel, 1887

Ellipsoxiphus atractus Haeckel, 1887

Plate 8, Figs. 8a, b–10

Ellipsoxiphus atractus Haeckel, 1887, p. 298, pl. 14, fig. 1.

Description: The skeleton consists of three shells, one cortical and two medullary. The medullary shells are difficult to observe; they are latticed with spherical pores, connected by major bars, of which only two extend outward in the form of relatively short, smooth, and straight-bladed main spines. The cortical shell is oval, perforated by regularly distributed rosette-shaped pores and close circular pores in sets of 3–4, which may or may not be fused. The



Lámina / Plate 8

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

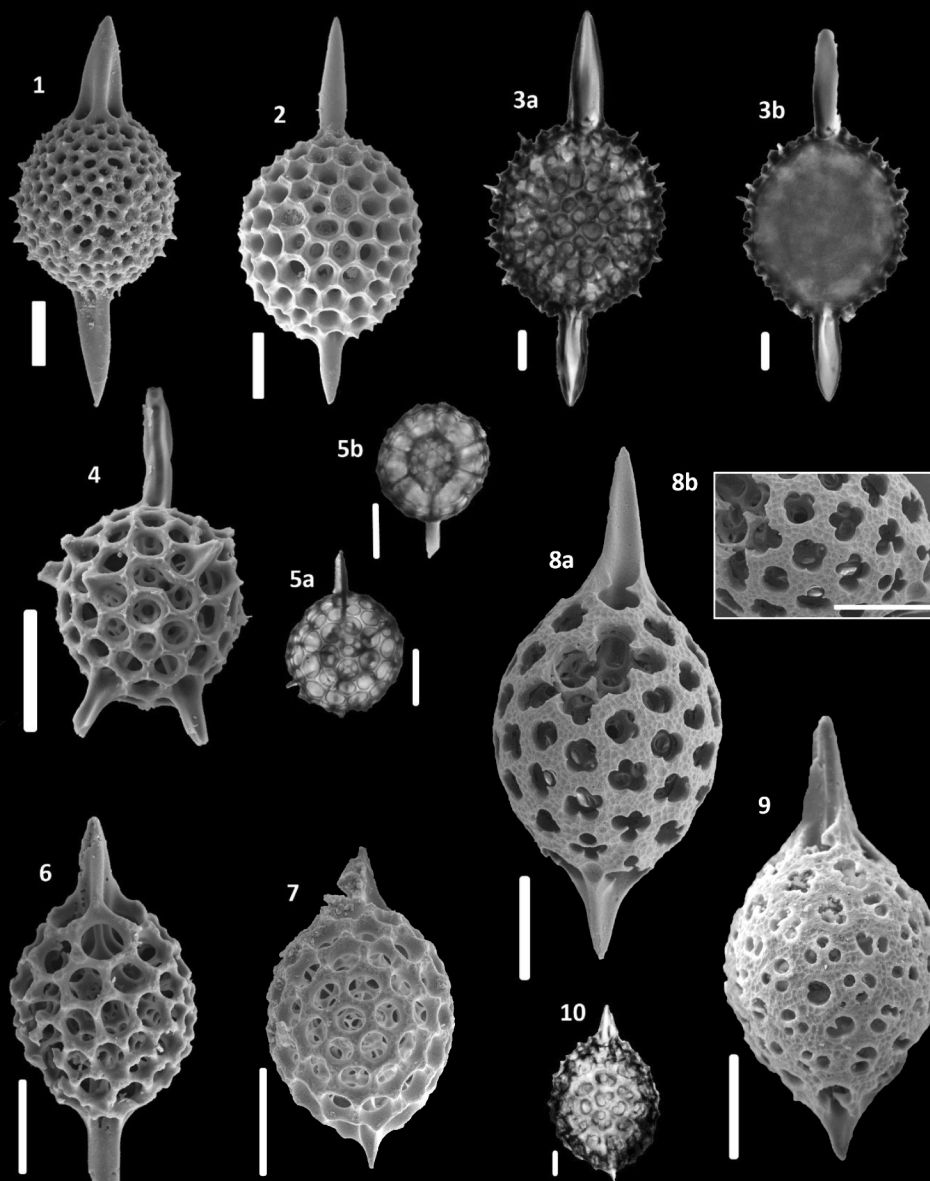
Fig. 1 – 3a-b. *Axoprunum stauraxonium* Haeckel, 1887

Fig. 4, 5a, b. *Dorydruppa bensoni* Takahashi, 1991

Fig. 6, 7. *Xiphatractus pluto* Haeckel, 1887

Fig. 8a, b – 10. *Ellipsoxiphus atractus* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 8





que pueden estar o no fusionados. El diámetro mayor de la concha cortical, sin contar las espinas, alcanza los 170 μm .

Observaciones: Su rasgo diagnóstico de la especie son sus poros en forma de “roseta” y sus poros cercanos y agrupados, total o parcialmente fusionados, en la concha cortical.

Género *Saturnalis* Haeckel, 1881

Saturnalis circularis Haeckel, 1887

Lámina 9, Fig. 1

Saturnalis circularis n.sp. Haeckel, 1887, p. 131 – Nigrini, 1967, p. 24, pl. 1, fig. 9. – Sandoval, 2018, p. 120, fig. 3M.

Descripción: Esqueleto compuesto por una concha de tipo enrejado, con poros circulares de aproximadamente del mismo tamaño, en un patrón regular de distribución. Su rasgo más distintivo es el anillo sagital resultante de la formación de arcos entre las espinas polares principales, los cuales son de tipo lanceolado. El diámetro de la concha es de 100 μm , mientras que el anillo sagital puede duplicar (incluso triplicar) este tamaño.

Género *Plegmosphaera* Haeckel, 1887

Plegmosphaera entodictyon Haeckel, 1887

Lámina 9, Fig. 2–4a, b

Plegmosphaera entodictyon Haeckel, 1887, p. 88. – Hollande y Enjumet, 1960, p. 103, pl. 48, fig. 1. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 106, pl. 1, fig. 16. – Baldessin, 2012, p. 60, pl. 6, fig. 9.

Spongospaera entodictyon van de Paverd, 1995, p. 118, pl. 29, fig. 1a–c.

Descripción: El esqueleto es una red esponjosa irregular e intrincada, aproximadamente esférica, siendo más compacta y densa hacia el centro. Los diámetros pueden superar los 200 μm . Debido a la densidad de la red esponjosa, la estructura interna, si la tiene, no se puede distinguir.

Observaciones: Se diferencia de *Plegmosphaera leptoplegma* Haeckel, 1887 su mayor densidad hacia el centro del esqueleto.

major diameter of the cortical shell, excluding the spines, can reach up to 170 μm .

Remarks: The diagnostic features of this species are the rosette-shaped pores and the close and grouped pores, totally or partially fused, of the cortical shell.

Genus *Saturnalis* Haeckel, 1881

Saturnalis circularis Haeckel, 1887

Plate 9, Fig. 1

Saturnalis circularis n.sp. Haeckel, 1887, p. 131. – Nigrini, 1967, p. 24, pl. 1, fig. 9. – Sandoval, 2018, p. 120, fig. 3M.

Description: The skeleton consists of a latticed shell with circular pores of approximately the same size, arranged in a regular pattern. Its most distinctive feature is the sagittal ring formed by the arches connecting the ends of the polar spines. The shell has a diameter of 100 μm , while the sagittal ring can double or even triple this size.

Genus *Plegmosphaera* Haeckel, 1887

Plegmosphaera entodictyon Haeckel, 1887

Plate 9, Figs. 2–4a, b

Plegmosphaera entodictyon Haeckel, 1887, p. 88. – Hollande and Enjumet, 1960, p. 103, pl. 48, fig. 1. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 106, pl. 1, fig. 16. – Baldessin, 2012, p. 60, pl. 6, fig. 9.

Spongospaera entodictyon van de Paverd, 1995, p. 118, pl. 29, fig. 1a–c.

Description: The skeleton consists of an irregular and intricate spongy network, approximately spherical, being more compact and denser towards the center. The diameters can exceed 200 μm . Due to the density of the spongy network, the inner structure, if any, can't be distinguished.

Remarks: It can be distinguished from *Plegmosphaera leptoplegma* Haeckel, 1887 by higher density towards the center of the skeleton.

Plegmosphaera leptoplegma Haeckel, 1887

Lámina 9, Fig. 6a–c y 7

Plegmosphaera leptoplegma Haeckel, 1887, p. 89. – Popofsky, 1908, p. 208, pl. 21, fig. 2.

Plegmosphaera pachyplegma Haeckel, 1887, p. 89. – Hollande y Enjumet, 1960, p.208, pl. 21, fig. 2

Spongosphaera leptoplegma van de Paverd, 1995, p. 116, pl. 28, fig. 4, pl. 29, fig. 2 y 4.

Plegmosphaera sp. Sandoval 2018, p. 120, fig. 3R.

Descripción: El esqueleto es una red de material esponjoso, con una forma irregular a aproximadamente esférica. La red puede proyectar al exterior pequeños apófisis, dando una apariencia espinosa. Pueden ser muy grandes, de casi 300 µm de largo. La densidad de la estructura puede variar, con algunos esqueletos siendo muy densos, mientras otros más ligeros, pero la densidad general es uniforme en todo el esqueleto.

Observaciones: Puede ser difícil de diferenciar de *P. entodictyon*, pero esta especie tiende a ser más densa hacia el centro comparado con *P. leptoplegma*.

Familia Heliodiscidae Haeckel, 1881

Lámina 10

Descripción: Esqueleto compuesto por un disco enrejado, en algunos más de uno, que poseen una macroesfera ovoide en su centro.

Género Heliodiscus Haeckel, 1862

Heliodiscus asteriscus Haeckel, 1887

Lámina 10, Fig. 1–3a, b

Heliodiscus asteriscus Haeckel, 1887, p. 445, pl. 33, fig. 8. – Nigrini, 1968, p. 32, pl. 3, figs. 1a, 1b; 1970, pl. 2, fig. 1. – Renz, 1976, p. 92, pl. 2, fig. 1. – Nigrini y Moore, 1979, p. 573, pl. 9, figs. 1, 2. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 115, pl. 3, fig. 8. – Johnson y Nigrini, 1980, p. 121, pl. 2, fig. 2. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 148, pl. 4, figs. 7, 8. – Baldessin, 2012, p. 57, pl. 2, fig. 12.

Plegmosphaera leptoplegma Haeckel, 1887

Plate 9, Figs. 6a, b, c; 7

Plegmosphaera leptoplegma Haeckel, 1887, p. 89. – Popofsky, 1908, p. 208, pl. 21, fig. 2.

Plegmosphaera pachyplegma Haeckel, 1887, p. 89. – Hollande and Enjumet, 1960, p.208, pl. 21, fig. 2

Spongosphaera leptoplegma van de Paverd, 1995, p. 116, pl. 28, fig. 4, pl. 29, fig. 2 and 4.

Plegmosphaera sp. Sandoval 2018, p. 120, fig. 3R.

Description: The skeleton consists of a network of spongy material, generally spherical or irregular in shape. The network may project outwards as small apophyses, giving it a thorny appearance. Its size can be substantial, reaching nearly 300 µm. While the density of the structure can vary, with some skeletons being denser than others, the overall density remains consistent throughout the skeleton.

Remarks: Even if the two species are similar, *P. leptoplegma* typically exhibits a denser core compared to *P. entodictyon*.

Family Heliodiscidae Haeckel, 1881

Plate 10

Description: The skeleton consists of one or more latticed discs that feature an ovoid macrosphaere at their center.

Genus Heliodiscus Haeckel, 1862

Heliodiscus asteriscus Haeckel, 1887

Plate 10, Figs. 1–3a, b

Heliodiscus asteriscus Haeckel, 1887, p. 445, pl. 33, fig. 8. – Nigrini, 1968, p. 32, pl. 3, figs. 1a, 1b; 1970, pl. 2, fig. 1. – Renz, 1976, p. 92, pl. 2, fig. 1. – Nigrini and Moore, 1979, p. 573, pl. 9, figs. 1, 2. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 115, pl. 3, fig. 8. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 121, pl. 2, fig. 2. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 148, pl. 4, figs. 7, 8. – Baldessin, 2012, p. 57, pl. 2, fig. 12.

Description: The discoidal skeleton is latticed, displaying a circular to slightly elliptical outline, composed of two shells, a cortical one



Lámina / Plate 9

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Actinommidae Haeckel, 1862

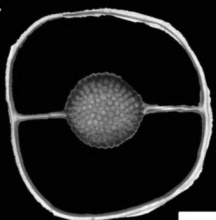
Fig. 1. *Saturnalis circularis* Haeckel, 1887

Fig. 2 – 4a, b. *Plegmosphaera entodictyon* Haeckel, 1887

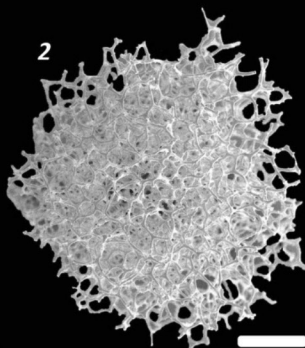
Fig. 6a – c, 7. *Plegmosphaera leptoplegma* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 9

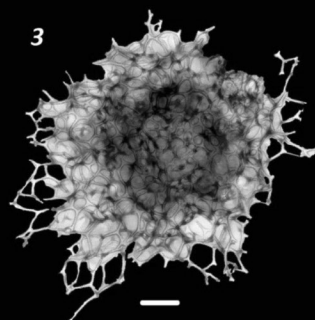
1



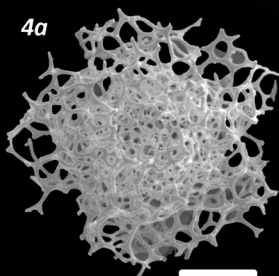
2



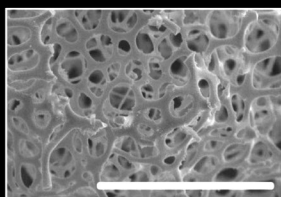
3



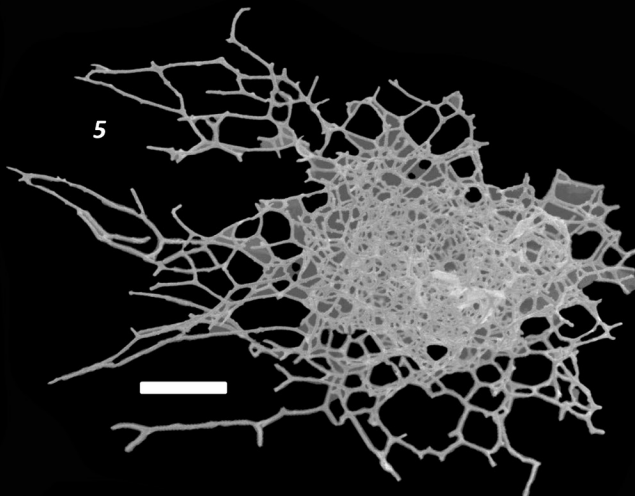
4a



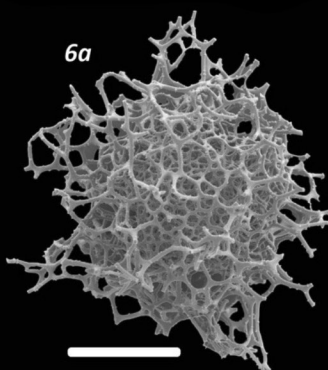
4b



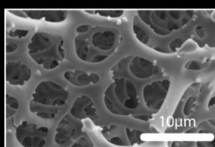
5



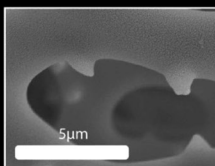
6a



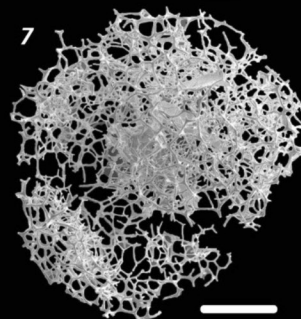
6b



6c



7





Descripción: Esqueleto enrejado discoidal, de perfil circular a levemente elíptico, compuesto de 2 conchas (cortical y medular). El disco cortical es de tipo lenticular (biconvexo), con diámetros entre 150 μm y 200 μm . Sus poros son circulares a subcirculares a levemente hexagonales, con patrones regulares escalonados, con tamaños entre los 2 y los 5 μm . De sus márgenes radian espinas principales lanceoladas, a veces cónicas con surcos en sus bases, rectas y lisas, de hasta 70 μm de largo. Puede tener espinas secundarias, cónicas, rectas y lisas, de mucho menor tamaño que las principales. La concha medular es delicada y levemente ovoide (lám. 10, fig. 4b), con grandes poros circulares, y barras mayores radiando de ella. Unas pocas espinas secundarias delgadas y marginales pueden estar presentes en el margen del disco cortical. Su tamaño suele estar cerca de los 50 μm .

Observaciones: Se diferencia de *Heliodiscus echiniscus* (Müller, 1858) por sus espinas radiales gruesas y menos numerosas.

Heliodiscus echiniscus (Müller, 1858)

Lámina 10, Fig. 4 y 5

Haliomma amphidiscus Müller, 1858, p.154, pl. 2, fig. 3-7.

Heliodiscus echiniscus Haeckel, 1887, p. 448, pl. 34, fig. 5.

Heliodiscus amphidiscus van de Paverd, 1995, p. 140, pl. 37, fig. 3-5.

Descripción: Esqueleto discoidal compuesto de 2 conchas (cortical y medular). El disco cortical es lenticular (biconvexo), enrejado, con poros circulares a elípticos, con patrones regulares o irregulares. En sus márgenes se extienden múltiples espinas radiales principales cónicas, delgadas, lisas y rectas, pudiendo ser largas o cortas. Su diámetro ronda los 150 μm . Cuenta con espinas secundarias, que en algunos especímenes pueden ser difíciles de diferenciar de las principales, si están cerca entre si o son muy cortas. La macroesfera es ovoide, lisa y con poros redondos, con su eje mayor midiendo 50 μm . La microesfera no se suele distinguir con facilidad.

and medullary one). The cortical disc is lenticular (biconvex) in shape, with diameters ranging from 150 μm to 200 μm . Its pores are circular to subcircular to slightly hexagonal, arranged in staggered patterns, with sizes between 2 and 5 μm . Along its margins, it bears bladed main spines, sometimes conical with grooved bases, straight and smooth, reaching lengths of up to 70 μm . It may also have by-spines, conical, straight, and smooth, much smaller than the main spines. The medullary shell is delicate and slightly ovoid (Pl. 10, Fig. 4b), rarely spherical, with circular large pores, and major bars radiating from it. A few short slender marginal by-spines may be present on the edge of the cortical disc. Their size is usually around 50 μm .

Remarks: It can be differentiated from *Heliodiscus echiniscus* (Müller, 1858) by its thicker and less numerous radial spines.

Heliodiscus echiniscus (Müller, 1858)

Plate 10, Figs. 4-5

Haliomma amphidiscus Müller, 1858, p.154, pl. 2, fig. 3-7.

Heliodiscus echiniscus Haeckel, 1887, p. 448, pl. 34, fig. 5.

Heliodiscus amphidiscus van de Paverd, 1995, p. 140, pl. 37, fig. 3-5.

Description: The discoidal skeleton consists of two spheres, a cortical one and medullary one. The cortical disc is lenticular (biconvex), latticed, featuring circular to elliptical pores that exhibit regular or irregular patterns. Extending from its margins are multiple slender, smooth, straight, conical radial main spines, varying in length. Its diameter is around 150 μm . Additionally, it possesses by-spines, which in some specimens may be challenging to distinguish from the main spines, especially if they are short or closely spaced. The macro-sphere is ovoid and smooth, with round pores, its major axis measuring 50 μm .

Remarks: It can be differentiated from *H. asteriscus* by its thinner and more abundant main spines.

Observaciones: Se distingue de *H. asteriscus* por sus espinas principales más delgadas y abundantes en cantidad.

Heliodiscus sp.
Lámina 10, Fig. 6

Descripción: Corresponde con las macroesferas de diferentes especies de *Heliodiscus*, que exhiben partes del disco cortical en pleno crecimiento. Sus tamaños son muy variables, pero generalmente se encuentran por debajo de los 80 μm .

Heliodiscus sp. A
Lámina 10, Fig. 7a–c

Descripción: Esqueleto discoidal enrejado conformado por dos conchas. La concha cortical es un disco lenticular de 150 μm de diámetro, con poros circulares de patrón regular y de tamaños entre los 4 y los 12 μm . En sus márgenes presenta múltiples espinas radiales secundarias de tipo cónicas, algunas con radix triangulares producto de surcos. Presenta una extensión del esqueleto en su margen, similar a las gorras (Lám. 10, fig. 8b), de 22 μm de largo, un ancho igual al eje menor de la macroesfera y espinas secundarias cónicas, lisas y rectas. Dicha gorra se alinea aproximadamente con el eje mayor de la macroesfera. La macroesfera es ovoide, de 60 μm , con poros circulares, de entre 3 y 14 μm . La proporción entre el diámetro del disco y el eje menor de la macroesfera es aproximadamente de 3:1.

Observaciones: Solo se encontró un ejemplar, que por sus características discoidales y macroesfera ovoide, así como múltiples espinas secundarias en sus márgenes, se optó por incluirlo dentro de la familia Heliodiscidae.

Familia Coccodiscidae Haeckel, 1962
Lámina 11

Descripción: Esqueletos enrejados fusiformes con microesferas discoidales u ovoides y macroesfera discoidales u ovoides a bilobuladas.

Heliodiscus sp.
Plate 10, Fig. 6

Description: This corresponds to the macrosphaeres of different species of *Heliodiscus*, that exhibit portions of the growing cortical disc. Their sizes vary greatly, generally below 80 μm .

Heliodiscus sp. A
Plate 10, Fig. 7a–c

Description: The skeleton is a latticed discoidal structure composed of two shells. The cortical shell is a lenticular disc with a diameter of 150 μm , featuring circular pores in a regular pattern, ranging in size from 4 to 12 μm . Multiple conical and radial by-spines, some with triangular radix resulting from grooves, are present along its margins. Additionally, an extension of the skeleton on its margin, resembling caps (Pl. 10, Fig. 8b), measures 22 μm in length, with a width equal to the minor axis of the macro sphere, and conical, smooth, and possesses straight by-spines. This cap aligns approximately with the major axis of the macrosphaere. The macrosphaere is ovoid, measuring 60 μm , with circular pores ranging from 3 to 14 μm . The proportion between the diameter of the disc and the minor axis of the macrosphaere consists of is approximately 3:1.

Remarks: Only one specimen was found, which, due to its discoidal characteristics, ovoid macrosphaere, and multiple by-spines along its margins, was classified within the Heliodiscidae family.

Family Coccodiscidae Haeckel, 1962
Plate 11

Description: The skeletons are latticed fusiform structures with discoidal or ovoid microsphaeres and discoidal or ovoid to bilobed macrosphaeres.



Lámina / Plate 10

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Heliodiscidae Haeckel, 1881

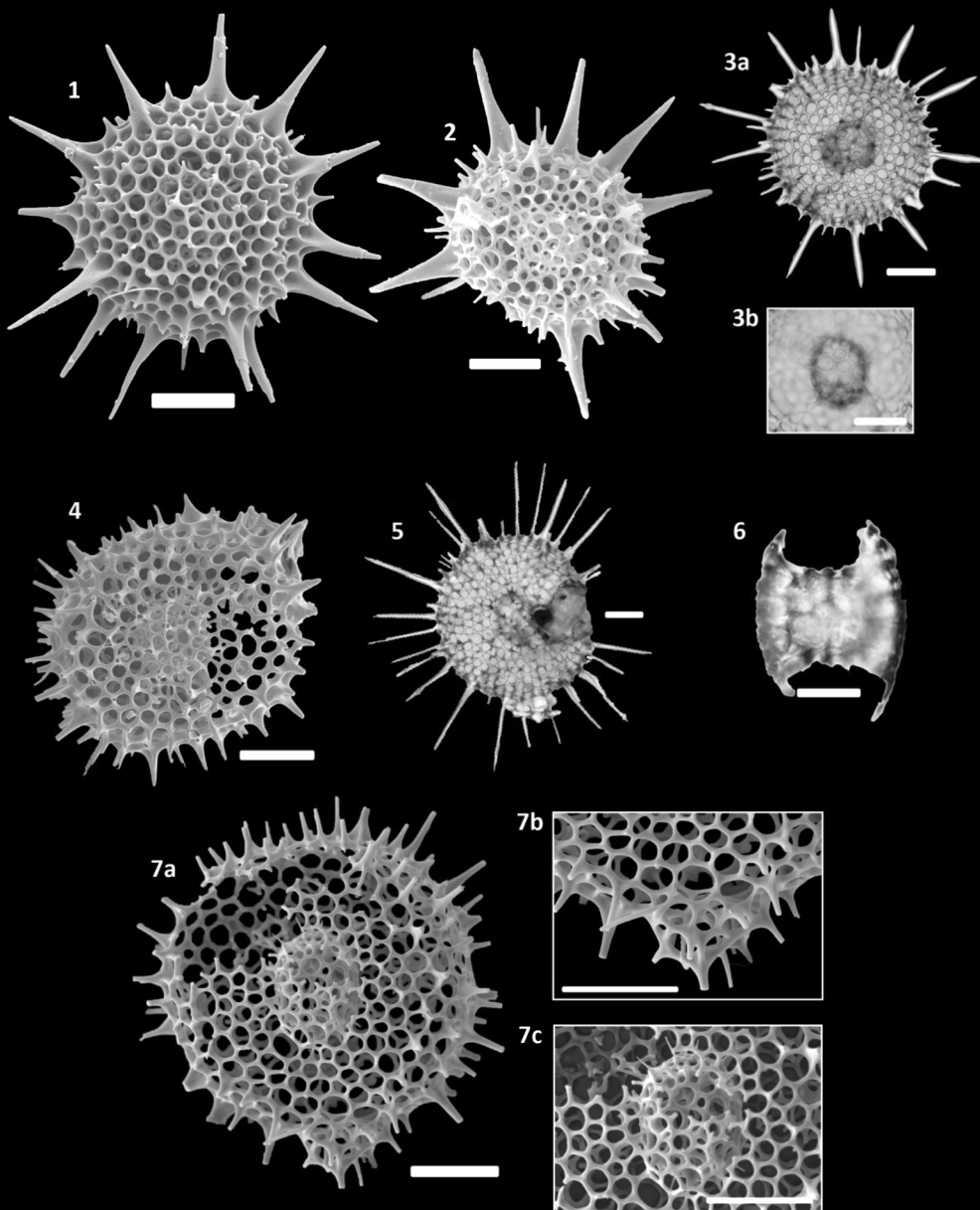
Fig. 1 – 3a-b. *Heliodiscus asteriscus* Haeckel, 188

Fig. 4, 5. *Heliodiscus echiniscus* (Müller, 1858)

Fig. 6. *Heliodiscus* sp.

Fig. 7a-c. *Heliodiscus* sp. A.

Lámina / Plate 10





Género *Didymocyrtis* Haeckel, 1862

Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus
(Haeckel, 1887)

Lámina 11, Fig. 1-7a, b

Panartus tetrathalamus Haeckel, 1887, p. 378, pl. 40, fig. 3. – Nigrini, 1967, p. 30, pl. 2, figs. 4a-4d.

Ommatartus tetrathalamus (Haeckel, 1887) – Riedel y Sanfilippo, 1971, p. 1588, pl. 1C, figs. 5-7.

Didymocyrtis tetrathalamus (Haeckel, 1887) – Sanfilippo y Riedel, 1980, p. 1010.

Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus (Haeckel, 1887) – Nigrini y Sanfilippo, 2001, p. 246. – Baldessin, 2012, p. 53, pl. 6, fig. 10, 11. – Sandoval, 2018, p. 120, pl. 3, fig. 3L.

Descripción: Esqueleto fusiforme enrejado, compuesto por dos conchas muy distintas entre sí. La microesfera (lám. 11, fig. 1), discooidal lenticular, de 40 μm de diámetro, de tipo perforada con poros circulares y en gradiente, con los poros más pequeños hacia el centro, y tamaños desde menos de 1 μm hasta los 3 μm . Las barras mayores radian de su margen. La macroesfera (lám. 11, fig. 2a y 3) se compone de dos lóbulos unidos (bilobulada) que pueden ser de tamaño similar o desigual. Los poros son de circulares a elípticos, de hasta 8 μm de diámetro, en patrones regulares. Puede presentar espinas secundarias, cónicas, lisas y rectas a curvas. El largo de la concha ronda entre los 100 μm y los 180 μm . En los externos de la macroesfera se pueden formar gorras polares (lám. 11, figs. 4 – 7), enrejadas, con forma de domo semiesférico o piramidal, con grandes poros similares a puertas entre la gorra y la macroesfera, de hasta 25 μm , dando un largo general al esqueleto de más de 200 μm . En los individuos más desarrollados se puede generar un patagium (lám. 5 y 7a, b).

Género *Larnacalpis* Haeckel, 1887

Larnacalpis sp.

Lámina 11, Fig. 8a, b

Descripción: Esqueleto enrejado de barras menores delgadas. Su forma general es

Genus *Didymocyrtis* Haeckel, 1862

Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus
(Haeckel, 1887)

Plate 11, Figs. 1-7a, b

Panartus tetrathalamus Haeckel, 1887, p. 378, pl. 40, fig. 3. – Nigrini, 1967, p. 30, pl. 2, figs. 4a-4d.

Ommatartus tetrathalamus (Haeckel, 1887). – Riedel and Sanfilippo, 1971, p. 1588, pl. 1C, figs. 5-7.

Didymocyrtis tetrathalamus (Haeckel, 1887). – Sanfilippo and Riedel, 1980, p. 1010.

Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus (Haeckel, 1887). – Nigrini and Sanfilippo, 2001, p. 246. – Baldessin, 2012, p. 53, pl. 6, fig. 10, 11. – Sandoval, 2018, p. 120, pl. 3, fig. 3L.

Description: Fusiform latticed skeleton consists of two distinct shells. The microsphere (Pl. 11, Fig. 1) is a discoidal lenticular structure, measuring 40 μm in diameter. It is perforated with circular pores arranged in a gradient, with smaller pores towards the center and sizes ranging from less than 1 μm to 3 μm . The major bars radiate from its margin. The macrosphaere (pl. 2a-3) consists of two joined lobes (bilobed) that can be of similar or unequal sizes. The pores range from circular to elliptical, with diameters of up to 8 μm , arranged in regular patterns. It may have conical, smooth, and straight to curved by-spines. The length of the shell ranges from 100 μm to 180 μm . At the outer edges of the macrosphere, polar caps can form (Pl. 11, Figs. 4-7). These caps are latticed structures resembling semi-spherical or pyramidal domes, with large pore openings measuring up to 25 μm between the cap and the macrosphere. This gives the overall skeleton a length of over 200 μm . In more developed individuals, a patagium can be generated (Pl. 11, Figs. 5 and 7a, b).

Genus *Larnacalpis* Haeckel, 1887

Larnacalpis sp.

Plate 11, Fig. 8a, b

Description: The skeleton is a latticed structure composed of thin minor bars. Its

fusiforme, con uno de los lados más grande que el otro, con bordes redondeados. Sus poros circulares a elípticos, con patrones regulares escalonados, y tamaños similares. Su largo ronda los 350 μm y su ancho de 220 μm . Cuenta con una pequeña concha medular, ovoide, enrejado y con poros circulares.

**Familia Pyloniidae Haeckel, 1881,
emend. Dumitrica, 1989**

Lámina 11, Fig. 9a, b; Lámina 12, Fig. 1–5

Descripción: Esqueletos enrejados de estructuras complejas de tipo pylonida en su interior, formados por varias conchas de poros amplios, generalmente en perfiles esféricos hasta ovoides, incluso irregulares.

**Género *Circodiscus* Kozlova in
Petrushevskaya and Kozlova, 1972**

Circodiscus sp.

Lámina 11, Fig. 9a, b

Descripción: Esqueleto delgado ligeramente convexo con forma circular a elíptica, configurándose como un disco enrejado elipsoidal, caracterizado por poros circulares de tamaño similar en un patrón escalonado y alineado. El esqueleto consta de fajas sagital, lateral y transversal bien desarrolladas. Los muros de dichas fajas son sumamente delgados. Posee al menos 8 barras principales que irradian desde el centro del esqueleto. En algunos especímenes, se puede observar la microesfera, pero es demasiado pequeña y difusa para caracterizarla. El esqueleto puede tener un diámetro (en el borde) superior a 400 μm .

Observaciones: El género *Circodiscus* es sumamente complejo, debido a la impresión que ha existido en la identificación de los especímenes aquí catalogados como tal, siendo agrupados en géneros como *Ommatodiscus*, *Stylodictya*, *Sethodiscus*, *Porodiscus*, por lo que también migran entre diferentes familias según el autor, tales como Spongodiscidae, Pyloniidae, Porodiscidae, entre otras familias. En este trabajo, se optó por emplear este género por ser el más el más usado comúnmente

overall shape is fusiform, with one side larger than the other and rounded edges. The pores are circular to elliptical, arranged in regular staggered patterns, and of similar sizes. It has a length of around 350 μm and a width of 220 μm . Additionally, a small medullary ovoid shell is present, with latticed wall, and circular pores.

**Family Pyloniidae Haeckel, 1881,
emend. Dumitrica, 1989**

Plate 11, Fig. 9a, b / Plate 12, Figs. 1–5

Description: Latticed skeletons with complex pylonid structures inside, composed of multiple shells with wide pores, typically spherical to ovoid, and sometimes irregular or discoidal.

**Genus *Circodiscus* Kozlova in
Petrushevskaya and Kozlova, 1972**

Circodiscus sp.

Plate 11, Fig. 9a, b

Description: Slightly convex and thin skeleton with circular to elliptical shape, configuring itself as an ellipsoidal latticed disk characterized by circular similar-sized pores in a staggered and aligned pattern. The skeleton consists of sagittal, lateral, and transversal well-development girdles. The walls of the girdles are very thin. It has at least eight major bars radiating from the center of the skeleton. In some specimens, the microsphere can be distinguished, but it is too small and diffuse to characterize. The skeleton can have a diameter (at the edge) exceeding 400 μm .

Remarks: The genus *Circodiscus* is highly complex, and the identification of specimens cataloged under this genus has been challenging. They have been grouped into various genera such as *Ommatodiscus*, *Stylodictya*, *Sethodiscus*, *Porodiscus*, and they can also migrate between different families depending on the author, including Spongodiscidae, Pyloniidae, Porodiscidae, among other families. In this study, the decision was made to use the genus *Circodiscus* because it is the most used (Petrushevskaya & Kozlova, 1972; Sandoval,



Lámina / Plate 11

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Coccodiscidae Haeckel, 1962

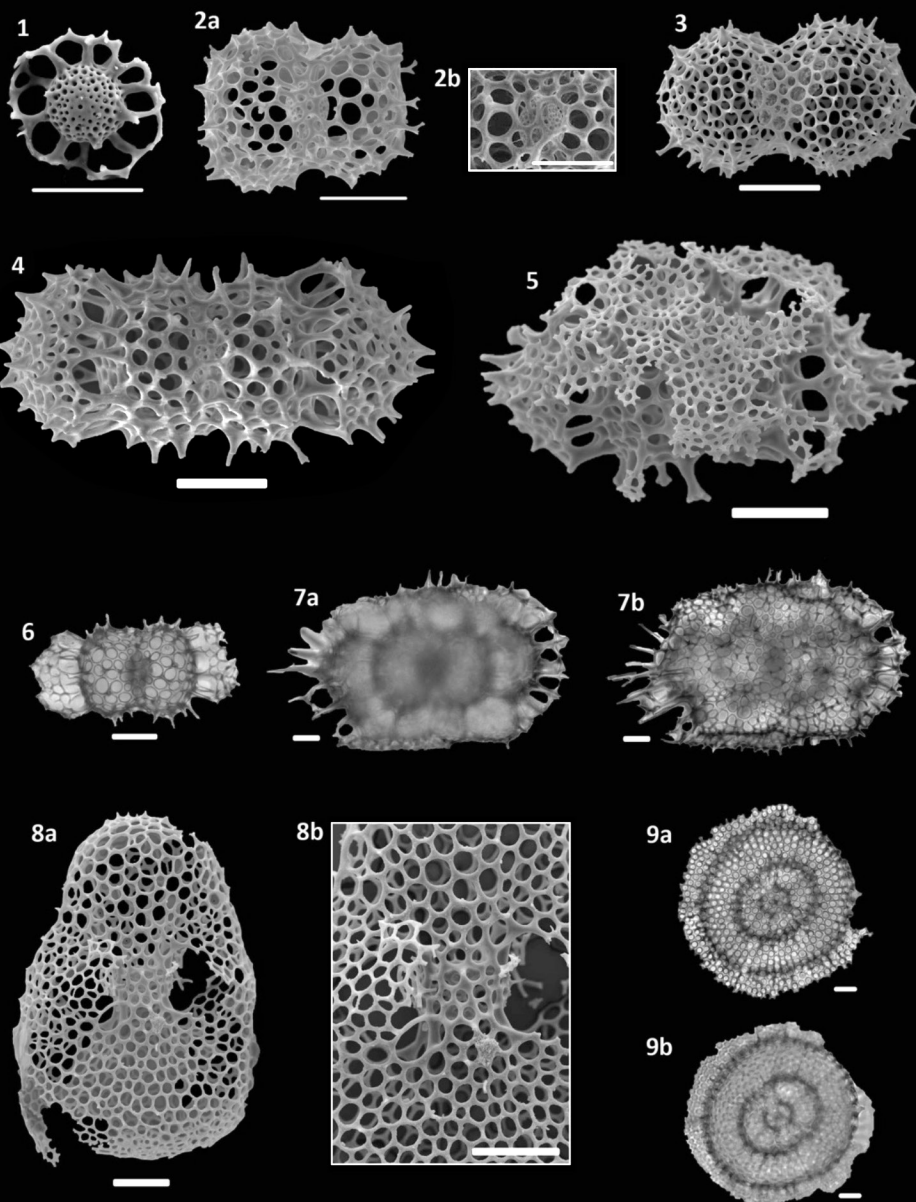
Fig. 1 – 7a-b. *Didymocyrtis tetrathalamus tetrathalamus* (Haeckel, 1887)

Fig. 8a, b. *Larnacalpis* sp.

Familia / Family Pyloniidae Haeckel, 1881

Fig. 9a, b. *Circodiscus* sp.

Lámina / Plate 11





(Petrushevskaya y Kozlova, 1972; Takahashi, 1991; Zhang y Suzuki, 2017; Sandoval, 2018 entre otros), para referirse a estos radiolarios. Así mismo, este género es agrupado dentro de la familia Pyloniidae siguiendo el esquema propuesto por Zhang y Suzuki (2017) para los radiolarios pilonidos del Holoceno.

Género *Phorticium*

Phorticium octopyle (Haeckel, 1887)

Lámina 12, Fig. 1 y 2

Pylospira octopyle Haeckel, 1887, p. 698, pl. 49, fig. 4

Phorticium pyloium Haeckel, 1887, p. 709, pl. 49, fig. 10.

Phortium octopyle van de Paver, 1995, p. 197, pl. 57, fig. 1-4 y 6-8.

Descripción: Esqueletos compuestos por al menos tres conchas enrejadas, esféricas a elípticas, con estructuras pilonidas y poros circulares a poligonales, con patrones regulares a irregulares y tamaños variables. Posee destacadas espinas principales cónicas, lisas y rectas, en mucha mayor cantidad que las secundarias, escasas, pequeñas, cónicas, rectas y lisas. Los esqueletos pueden alcanzar diámetros de 150 µm.

Observaciones: Se distingue de *Phorticium* sp. por tener espinas principales muy prominentes, sin embargo, la identificación de los especímenes del género *Phorticium* es complicada debido a que su apariencia cambia dependiendo de la orientación del esqueleto incluso en el mismo espécimen (Suzuki et al., 2021).

Phorticium sp.

Lámina 12, Fig. 3-5

Descripción: Esqueletos compuestos por al menos dos a tres conchas enrejadas, esféricas a elípticas, con estructuras pilonida. Poseen poros circulares a elípticas, con patrones regulares a irregulares y tamaños variables. Poseen espinas principales cortas, cónicas, lisas y rectas, con algunas espinas secundarias, pequeñas, cónicas, rectas y lisas. El tamaño de última concha cortical puede alcanzar los 120 µm.

2018; Takahashi, 1991; Zhang & Suzuki, 2017; among others) to refer to these radiolarians. In addition, this genus is grouped within the family Pyloniidae, following the scheme proposed by Zhang & Suzuki (2017) for Holocene pylonid radiolarians.

Genus *Phorticium*

Phorticium octopyle (Haeckel, 1887)

Plate 12, Figs. 1-2

Pylospira octopyle Haeckel, 1887, p. 698, pl. 49, fig. 4

Phorticium pyloium Haeckel, 1887, p. 709, pl. 49, fig. 10.

Phortium octopyle van de Paver, 1995, p. 197, pl. 57, fig. 1-4 and 6-8.

Description: Skeletons composed of at least three latticed shells, ranging from spherical to elliptical, with pylonid structures and circular to polygonal pores exhibiting regular to irregular patterns and varying sizes. They have prominent conical main spines that are smooth and straight, in much larger quantities than the by-spines, which are scarce and, if present, small, conical, straight, and smooth. The skeletons can reach 150 µm in diameter.

Remarks: Regarding their differentiation from *Phorticium* sp., their highly prominent main spines serve as a distinguishing factor. However, identifying specimens of the genus *Phorticium* proves challenging due to variations in appearance depending on the skeleton's orientation, even within the same specimen (Suzuki et al., 2021).

Phorticium sp.

Plate 12, Figs. 3-5

Description: The skeletons are composed of at least two to three latticed consistss, ranging from spherical to elliptical, with pylonid structures. They have circular to elliptical pores with regular to irregular patterns and varying sizes. They have short, conical, smooth, and straight main spines, along with some small, conical, straight, and smooth by-spines. The

Observaciones: La identificación de los especímenes del género *Phorticism* es complicada debido a que su apariencia cambia dependiendo de la orientación del esqueleto incluso en el mismo espécimen (Suzuki et al., 2021).

Familia Litheliidae Haeckel, 1881

Lámina 12, Fig. 6–11 / Lámina 13, Lámina 14 / Fig. 1–10.

Descripción: Esqueletos enrejados esféricos, sub-esféricos, elípticos a poliédricos (principalmente triangulares a cuadrangulares) con estructuras lithelidas y pylonidas bien desarrolladas.

Género *Lithelius* Haeckel, 1862

Lithelius nautiloides Popofsky, 1908

Lámina 12, Fig. 6 y 7a, b

Lithelius nautiloides Popofsky, 1908, p. 230, pl. 27, fig. 4. – Riedel, 1958, p. 228, pl. 2, fig. 3, fig. In text 2. – Petrushevskaya, 1967, p. 53, fig. 27–29. – Nigrini y Moore, 1971, p. S137, pl. 17, fig. 5.

Descripción: Esqueleto enrejado de tipo lithelida de hasta cuatro giros, más claramente observable en imágenes de microscopio de luz, con barras mayores atravesando el esqueleto de forma radial hasta emerger en la forma de espinas principales cónicas, lisas y rectas. En su porción externa y superficial exhibe poros circulares a levemente poligonales, con un patrón de distribución irregular. El esqueleto puede alcanzar los 250 µm de diámetro.

Lithelius minor Jørgensen, 1900

Lámina 12, Fig. 8–11

Lithelius minor Jørgensen, 1900, pp. 65–66, pl. 5, fig. 24. – Benson, 1966, p. 262, pl. 17, figs. 9, 10; pl. 18, figs. 1–4. – Boltovskoy y Jankilevich, 1985, pl. 3, fig. 17. – Baldessin, 2012, p. 54, pl. 4, fig. 10–15. – Sandoval, 2018, pl. 5, fig. 5G, 5H.

Descripción: Esqueletos esféricos a elípticos, con al menos dos giros, y una estructura interna lithelida más discreta. Presentan

size of the outermost cortical consists can reach up to 120 µm.

Remarks: The identification of the specimens of the genus *Phorticism* is complicated because their appearance changes depending on the orientation of the skeleton, even in the same specimen (Suzuki et al., 2021).

Family Litheliidae Haeckel, 1881

Plate 12, Figs. 6–11 / Plate 13 / Plate 14, Figs. 1–10

Description: Spherical, sub-spherical, elliptical, or polyhedral (mostly triangular and quadrangular) latticed skeleton with lithelid and pylonid well development structures.

Genus *Lithelius* Haeckel, 1862

Lithelius nautiloides Popofsky, 1908

Plate 12, Figs. 6–7a, b

Lithelius nautiloides Popofsky, 1908, p. 230, pl. 27, fig. 4. – Riedel, 1958, p. 228, pl. 2, fig. 3, fig. In text 2. – Petrushevskaya, 1967, p. 53, fig. 27–29. – Nigrini and Moore, 1979, p. S137, pl. 17, fig. 5.

Description: The skeleton is a latticed lithelid structure with up to four coils, more clearly observable in light microscope images. It features major bars that traverse the skeleton radially and emerge as conical, smooth, and straight main spines. The outer and superficial portion of the skeleton exhibits circular to slightly polygonal pores, in an irregular pattern. The skeleton can reach up to 250 µm in diameter.

Lithelius minor Jørgensen, 1900

Plate 12, Figs. 8–11

Lithelius minor Jørgensen, 1900, pp. 65–66, pl. 5, fig. 24. – Benson, 1966, p. 262, pl. 17, figs. 9, 10; pl. 18, figs. 1–4. – Boltovskoy and Jankilevich, 1985, pl. 3, fig. 17. – Baldessin, 2012, p. 54, pl. 4, fig. 10–15. – Sandoval, 2018, pl. 5, fig. 5G, 5H.

Description: The skeletons are spherical to elliptical, with at least two coils, and exhibit



Lámina / Plate 12

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Pyloniidae Haeckel, 1881

Fig. 1 – 5. *Phorticium octopyle* (Haeckel, 1887)

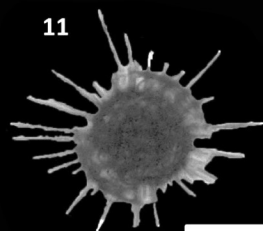
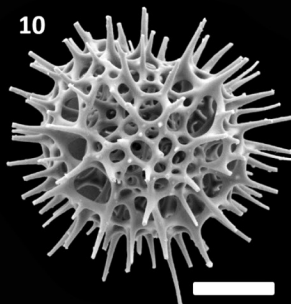
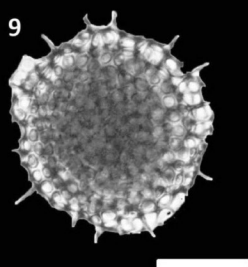
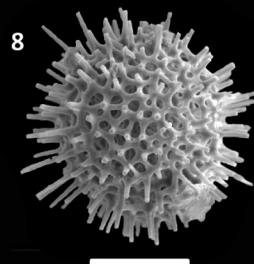
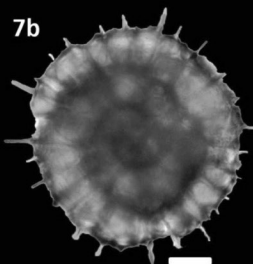
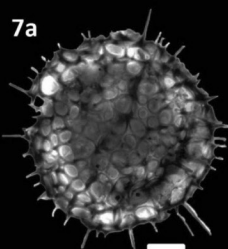
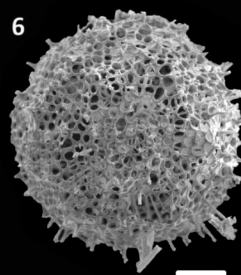
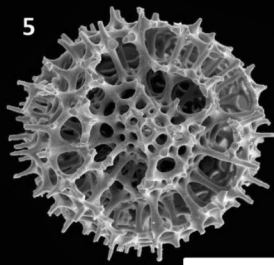
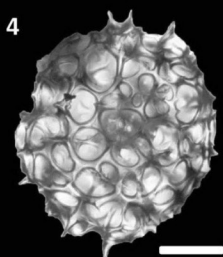
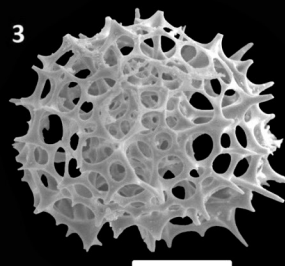
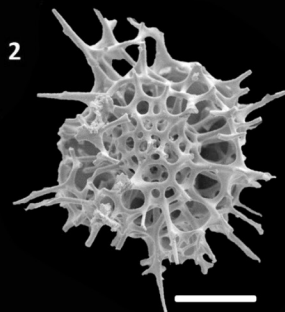
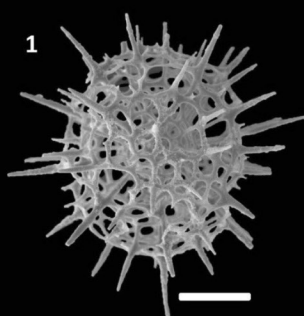
Fig. 3 – 5. *Phorticium* sp.

Familia / Family Litheliidae Haeckel, 1881

Fig. 6, 7a, b. *Lithelius nautiloides* Popofsky, 1908

Fig. 8 – 11. *Lithelius minor* Jørgensen, 1900

Lámina / Plate 12





espinas principales que radian desde el interior y terminan en espinas cónicas, lisas y rectas. La estructura exterior del esqueleto es de tipo enrejado, con poros circulares a elípticos, con patrones regulares a irregulares y tamaños dispares o similares. Sus diámetros máximos suelen rondar los 100 μm a 130 μm .

Género *Larcospira* Haeckel, 1887

Larcospira quadrangula Haeckel, 1887

Lámina 13, Fig. 1

Larcospira quadrangula Haeckel, 1887, p. 696, pl. 49, fig. 3. – Benson, 1966, p. 266, pl. 18, figs. 7, 8. – Nigrini, 1970, p. 169, pl. 2, fig. 9, fig. In text 21. – Nigrini y Moore, 1979, p. S133, pl. 17, fig. 2. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 150, pl. 6, fig. 2. – Baldessin, 2012, p. 53, pl. 4, fig. 5, 6. – Sandoval, 2018, p. 122, pl. 5, fig. 5K, 5L.

Descripción: Esqueleto ovoide pilonado de un solo giro, dejando dos aberturas, una en cada cara del organismo. Su esqueleto es enrejado, con poros circulares con disposición regular escalonada y tamaños similares. Presenta espinas secundarias de tipo cónicas, rectas y lisas, de tamaños variables. La concha medular es ovoide, igualmente enrejada. El tamaño a lo ancho del organismo es de 180 μm y 150 μm de alto.

Género *Larcopyle* Dreyer, 1889

Larcopyle sp.

Lámina 13, Fig. 2 y 3

Descripción: Esqueletos ovoides elípticos, compuestos de dos a tres conchas enrejadas, con poros irregulares en disposición y forma, pero de tamaños similares. Puede contar con espinas secundarias, cónicas, lisas y rectas, sólo observables en la concha cortical más externa, en caso de estar presentes. Su eje mayor puede medir hasta 200 μm .

Larcopyle buetschlii Dreyer, 1889

Lámina 13, Fig. 4

Larcopyle buetschlii Dreyer, 1889, pl. 10, fig. 10. – Molina-Cruz, 1977, p. 335. 3-5.

a more discreet lithelid internal structure. They have main spines that radiate from the interior and end in conical, smooth, and straight spines. The external structure of the skeleton is latticed, with circular to elliptical pores displaying regular to irregular patterns and varying or similar sizes. Their maximum diameters typically range from 100 μm to 130 μm .

Genus *Larcospira* Haeckel, 1887

Larcospira quadrangula Haeckel, 1887

Plate 13, Fig. 1

Larcospira quadrangula Haeckel, 1887, p. 696, pl. 49, fig. 3. – Benson, 1966, p. 266, pl. 18, figs. 7, 8. – Nigrini, 1970, p. 169, pl. 2, fig. 9, fig. In text 21. – Nigrini and Moore, 1979, p. S133, pl. 17, fig. 2. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pl. 6, fig. 2. – Baldessin, 2012, p. 53, pl. 4, fig. 5, 6. – Sandoval, 2018, p. 122, pl. 5, fig. 5K, 5L.

Description: Ovoid pylonid skeleton with a single coil, resulting in two openings, one on each side of the organism. Its skeleton is latticed, with circular pores arranged in a regular staggered pattern and similar sizes. It has by-spines that are conical, straight, and smooth, with varying sizes. The medullary shell is also ovoid and latticed of the organism is 180 μm , and its height is 150 μm .

Genus *Larcopyle* Dreyer, 1889

Larcopyle sp.

Plate 13, Figs. 2-3

Description: The skeletons are ovoid to elliptical, composed of two to three latticed shells with irregularly shaped and arranged pores, but similar in size. They may have by-spines, conical, smooth, and straight, only observable in the outermost cortical consists if present. Their major axis can measure up to 200 μm .

Larcopyle buetschlii Dreyer, 1889

Plate 13, Fig. 4

Larcopyle butschlii Dreyer, 1889, pl. 10, fig. 10. – Molina-Cruz, 1977, p. 335. 3-5. – Nigrini

– Nigrini and Moore, 1979, p. S131, pI. 17, figs. la, lb. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pI. 5, fig. 15. – Takahashi, 1991, p. 91, pl. 22, fig. 1-4. – Boltovskoy, 1998, figs. 5B-B', 15.85.

Descripción: Esqueleto ovoide (cuyo máximo diámetro puede alcanzar los 150 µm). Su esqueleto es enrejado, con poros circulares a irregulares, con patrones de distribución aparentemente regulares. Se compone de alrededor de tres conchas, con espinas principales cortas, lanceoladas o cónicas. En los extremos o polos se pueden encontrar estructuras similares a espinas lanceoladas gruesas que dan la impresión de radiar desde allí.

Larcopyle polycantha group
Campbell y Clark, 1944
Lámina 13, Fig. 5 y 6

Larnacantha polyacantha Campbell y Clark, 1944, p. 30-31, pl. 5, figs 4-7. Lazarus et al., 2015, p. 106, pl. 2, 3 y 4.

Lithocarpium polyacantha (Campbell y Clark, 1944). – Petrushevskaya 1975; p. 572, pl. 3, figs 6-8. 1984.

Descripción: Esqueletos ovoides achata-dos en sus extremos, con prominentes espinas principales cónicas, con surcos en sus radix. Se compone de al menos dos conchas enrejadas, con poros en patrones irregulares, tamaños dispa-res y formas circulares a pseudo-polygonales. En algunos ejemplares (lám. 13, fig. 5) se parece evidenciar ya sea la formación de una concha cortical adicional, de tipo fibrosa o la formación de un patagio, pero no está bien definido.

Género *Tholospira* Haeckel, 1887
Tholospira cervicorne Haeckel, 1887
Lámina 13, Fig.. 7 y 8

Tholospira cervicornis Haeckel, 1887, p. 700, pI. 49, fig. 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pI. 5, figs. 16-18.

Tholospironium cervicore van de Paverd, p. 185, pl. 54, fig. 1-4 y 6-12, pl. 58, fig. 7, pl. 59, fig. 6.

Descripción: Esqueletos alargados, fusi-formes más que elípticos, de tipo enrejado con

and Moore, 1979, p. S131, pI. 17, figs. la, b. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pI. 5, fig. 15. – Takahashi, 1991, p. 91, pl. 22, fig. 1-4. – Boltovskoy, 1998, figs. 5B-B', 15.85.

Description: The skeleton is ovoid (maximum diameter can reach up to 150 µm). Its skeleton is latticed, with circular to irregular pores and seemingly regular distribution patterns. It consists of approximately three shells, with short, bladed, or conical main spines. At the ends or poles, structures resembling thick-bladed spines can be found, giving the impression of radiating from there.

Larcopyle polycantha
group Campbell and Clark, 1944
Plate 13, Figs. 5-6

Larnacantha polyacantha Campbell and Clark, 1944, p. 30-31, pl. 5, figs 4-7. - Lazarus et al., 2015, p. 106, pl. 2, 3 and 4.

Lithocarpium polyacantha (Campbell and Clark, 1944). – Petrushevskaya 1975; p. 572, pl. 3, figs 6-8. 1984.

Description: The skeletons are ovoid and flattened at their ends, with prominent conical main spines that have grooves in their radix. They consist of at least two latticed shells with pores in irregular patterns, varying sizes, and circular to pseudo-polygonal shapes. In some specimens (Pl. 13, Fig. 5), there appears to be the formation of an additional fibrous cortical shell or the development of a patagium, but it is not well-defined.

Genus *Tholospira* Haeckel, 1887
Tholospira cervicorne Haeckel, 1887
Plate 13, Figs. 7-8

Tholospira cervicornis Haeckel, 1887, p. 700, pI. 49, fig. 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pI. 5, figs. 16-18.

Tholospironium cervicore van de Paverd, p. 185, pl. 54, fig. 1-4 and 6-12, pl. 58, fig. 7, pl. 59, fig. 6.

Description: The skeletons are elongated, fusiform rather than elliptical, and latticed in structure. They have large circular pores



Lámina / Plate 13

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Litheliidae Haeckel, 1881

Fig. 1. *Larcospira quadrangula* Haeckel, 1887

Fig. 2, 3. *Larcopyle* sp.

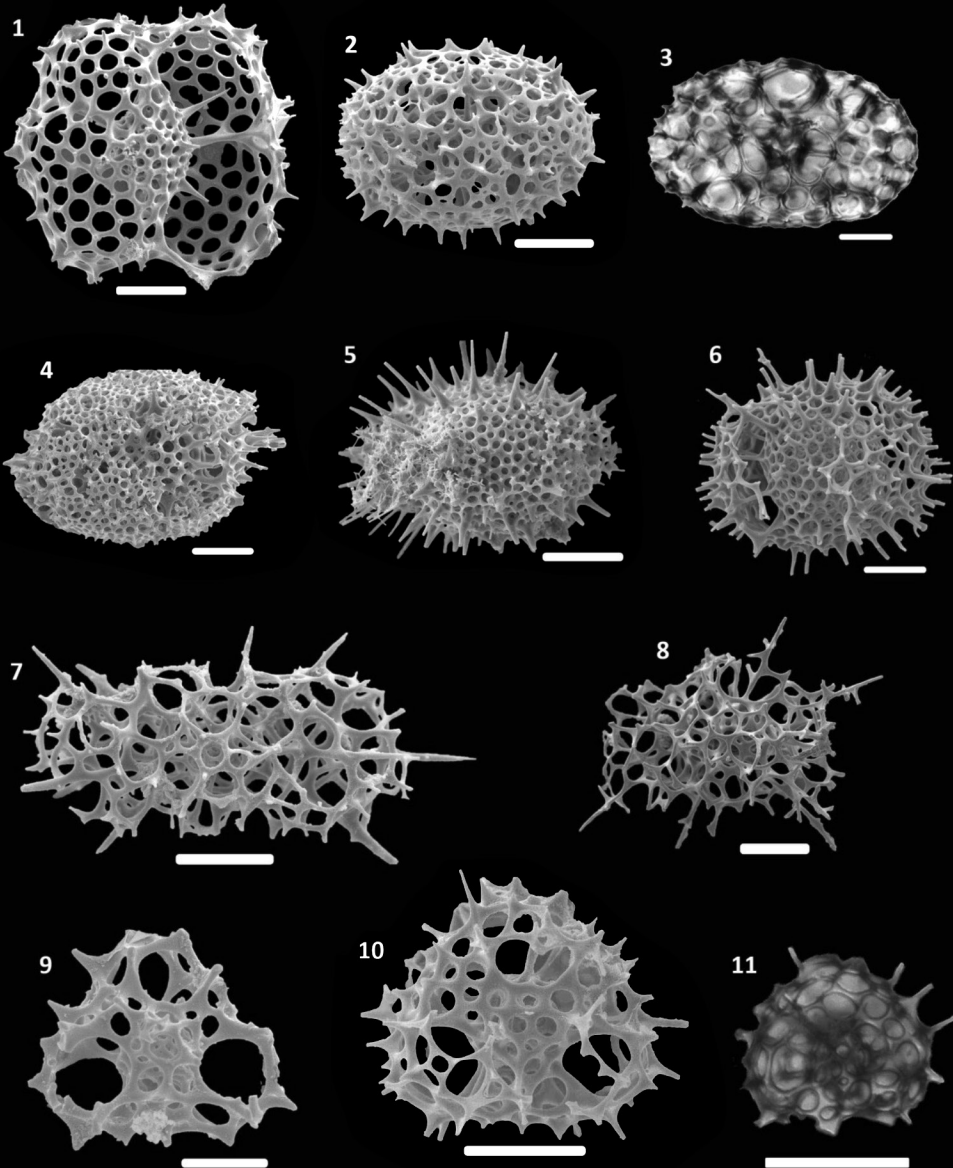
Fig. 4. *Larcopyle buetschlii* Dreyer, 1889

Fig. 5, 6. *Larcopyle polycantha* Group Campbell & Clark, 1944

Fig. 7, 8. *Tholospira cervicorne* Haeckel, 1887

Fig. 9 – 11. *Hexapyle dodecantha* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 13





grandes poros circulares sin patrón definido y tamaños dispares. Algunos cuentan con crestas. Presentan espinas principales de tipo cónicas, rara vez lanceoladas, con secciones distales puntiagudas. Son rectas y lisas. Por el entramado de su esqueleto, no se distingue entre conchas corticales y medulares.

Género *Hexapyle* Haeckel, 1881

Hexapyle dodecantha Haeckel, 1887

Lámina 13, Fig. 9–11

Hexapyle dodecantha Haeckel, 1887, p. 569, pi. 48, fig. 16. – Renz, 1976, p. 113, pi. 1, fig. 11. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pi. 6, fig. 3.

Descripción: Esqueleto pilonido y enrejado de forma triangular compuesto por bandas siendo la banda lateral la de perfil triangular, de lados rectos o levemente curvos, pero de aristas redondeadas. Los poros son circulares, y de patrones regulares alineados. Presenta espinas secundarias, cónicas, lisas y rectas. Entre las bandas se presentan tres puertas amplias de hasta 40 μm . Sus tamaños no superan los 100 μm .

Género *Tetrapyle* Müller, 1858

Tetrapyle octacantha group Müller, 1858

Lámina 14, Fig. 1–10

Tetrapyle octacantha Müller, 1858, p. 33, pl. 2, figs. 12–13; pl. 3, figs. 1–12. – Nigrini y Moore, 1979, p. S125, pl. 16, figs. 3a, b. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 150, pl. 6, figs. 5–6. – Baldessin, 2012, p. 59, pl. 9, fig. 9–12. – Sandoval, 2018, p. 122, pl. 5, fig. 5Q.

Descripción: Esqueleto elíptico pilonido enrejado, compuesto por tres bandas. La macroesfera es bordeada por la faja sagital y tiene forma elíptica, de tamaños variables, rara vez superando los 40 μm . La conexión entre la macroesfera y el anillo lateral se da por barras delgadas y de perfil circular. Estas pueden estar presentes y bien desarrolladas. El anillo lateral puede tener hasta un diámetro de 130 μm y su perfil es principalmente elíptico a cuadrangular, pocas veces circular. Los poros

without a defined pattern and varying sizes. Some may exhibit crests. They have conical main spines, occasionally bladed, with sharp distal tips. The spines are straight and smooth. Due to the interlacing nature of their skeleton, it is not distinguishable between cortical and medullary consistss.

Genus *Hexapyle* Haeckel, 1881

Hexapyle dodecantha Haeckel, 1887

Plate 13, Figs. 9–11

Hexapyle dodecantha Haeckel, 1887, p. 569, pi. 48, fig. 16. – Renz, 1976, p. 113, pi. 1, fig. 11. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pi. 6, fig. 3.

Description: The skeleton is pylonid and latticed, taking on a triangular shape composed of bands. The lateral band has a triangular profile with straight or slightly curved sides but with rounded edges. The pores are circular and arranged in regular aligned patterns. It exhibits by-spines that are conical, smooth, and straight. Between the bands, there are three wide openings, resembling doors, with sizes of up to 40 μm . The dimensions of the skeleton do not exceed 100 μm .

Genus *Tetrapyle* Müller, 1858

Tetrapyle octacantha group Müller, 1858

Plate 14, Figs. 1–10

Tetrapyle octacantha Müller, 1858, p. 33, pl. 2, figs. 12–13; pl. 3, figs. 1–12. – Nigrini and Moore, 1979, p. S125, pl. 16, figs. 3a, b. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 150, pl. 6, figs. 5–6. – Baldessin, 2012, p. 59, pl. 9, fig. 9–12. – Sandoval, 2018, p. 122, pl. 5, fig. 5Q.

Description: The skeleton is an elliptical pylonid latticed shell, composed of three bands. The macrosphaere is bordered by the sagittal band and has an elliptical shape, varying in size, rarely exceeding 40 μm . The connection between the macrosphaere and the lateral ring is formed by thin, circular-profiled bars. These bars may be present and well-developed. The lateral ring can have a diameter of up to 130 μm and its profile is mainly elliptical to square,

del esqueleto son circulares a irregulares, con tamaños dispares, entre los 3 y los 25 μm , con un patrón regular alineado o escalando.

Observaciones: Algunos ejemplares entran, según algunos trabajos, como parte de la especie *Octopyle stenozona* (Haeckel, 1887). En la presente investigación, debido a la gran similitud entre ambos, llegando en ocasiones hasta ser incapaz de distinguirse entre ellos, que se agrupan en una sola especie: *T. octacantha* group.

Familia Tholoniidae

Haeckel, 1887, emend. Campbell, 1954

Lámina 14, Figs. 11–12a, b

Descripción: Esqueletos tholonidos que desarrolla cupulas enrejadas dispuestas sucesivamente sobre los tres ejes cartesianos de las conchas.

Género *Cubotholus* Haeckel, 1887

Cubotholus sp.

Lámina 14, Fig. 11–12a, b

Descripción: Esqueletos elípticos de tipo enejado con patrones de poros regulares escalonados o irregulares, compuestos de tres conchas, dos medulares y una cortical. La concha cortical, diagnostica para el grupo, se estructura en una serie de seis cúpulas, cuatro bordeando el ecuador, sin suturas entre ellas. Las conchas medulares, poco visibles, son ovoide, enrejadas y de poros circulares. Pueden presentar espinas principales, cónicas, delgadas y largas, con secciones distales puntiagudas, rectas y lisas, además de algunas espinas secundarias cónicas, rectas y lisas, pero de menor envergadura. Así mismo, puede haber barras menores que no se propaguen a espinas, uniendo la macroesfera con la concha cortical. Su tamaño total es de poco más de 150 μm .

Familia Spongodiscidae Haeckel, 1881

Láminas 15–18

Descripción: Esqueletos esponjosos a enrejados finos con formas discoidales o con

occasionalmente circular. The skeleton pores are circular to irregular, with varying sizes ranging from 3 to 25 μm , exhibiting a regular aligned or staggered pattern.

Remarks: Some specimens are considered part of the species *Octopyle stenozona* (Haeckel, 1887) according to certain studies. In this investigation, due to the high similarity between them, sometimes making it difficult to distinguish between them, they are grouped as a single species: *T. octacantha* group.

Family Tholoniidae

Haeckel, 1887, emend. Campbell, 1954

Plate 14, Figs. 11; 12a, b

Description: Tholoniid skeletons that develop latticed domes successively arranged along the three Cartesian axes of the shells.

Genus *Cubotholus* Haeckel, 1887

Cubotholus sp.

Plate 14, Figs. 11; 12a, b

Description: The skeletons are elliptical, latticed structures with irregular or regularly staggered pore patterns. They consist of three shells: two medullary shells and one cortical shell. The diagnostic feature for this group is the cortical shell, which is composed of a series of six domes, with four located around the equator and no sutures between them. The medullary shells, which are less visible, are ovoid, latticed circular pores. They may have prominent main spines that are conical, thin, and long, with sharp, straight, and smooth distal tips. Additionally, there may be smaller bars that do not develop into spines, connecting the macrosphaere with the cortical shell. The total size of the skeleton reaches 150 μm .

Family Spongodiscidae Haeckel, 1881

Plates 15–18

Description: The skeletons are spongy to finely latticed structures with discoidal shapes or radial arms. Many taxa exhibit a patagium



Lámina / Plate 14

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

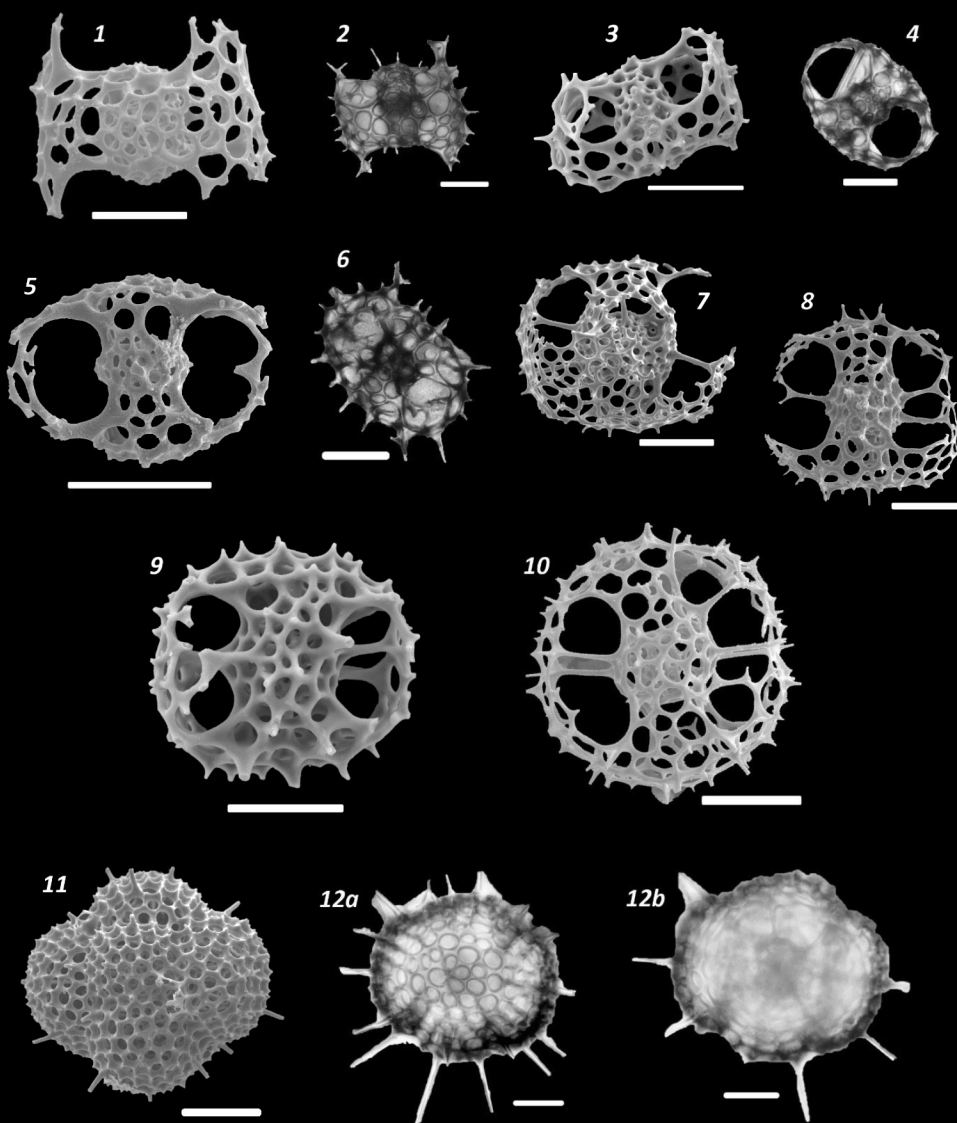
Familia / Family Litheliidae Haeckel, 1881

Fig. 1 – 10. *Tetrapyle octacantha* group Müller, 1858

Familia / Familia/Family Tholoniidae Haeckel, 1887

Fig. 11, 12a, b. *Cubotholus* sp.

Lámina / Plate 14





brazos radiales, con muchos taxones presentando un patagio en sus etapas más desarrolladas y espinas radiales.

Género *Amphirhopalum* Haeckel, 1881

Amphirhopalum ypsilon (Haeckel, 1887)

Lámina 15, Fig. 1–3

Amphirhopalum wyvilleanum Haeckel, 1887, p. 522, pl. 45, fig. 12.

Amphirhopalum ypsilon Haeckel, 1887, p. 522. – Nigrini, 1967, p. 35, p. 3, figs. 3a–3d. – Nigrini y Moore, 1979, p. S75–S77, pl. 10, figs. 1a–e. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 117, pl. 3, fig. 16. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 17, fig. 1–3. – Baldessin, 2012, p. 62, p. 8, fig. 3. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4A.

Descripción: Esqueleto esponjoso alargado con un par de brazos radiales polarmente opuestos que emergen desde su margarita discoidal. Los poros son de tamaños relativamente homogéneos, entre 5 y 10 μm , mostrando gradación, con poros más pequeños hacia la margarita. La margarita es de tipo esponjoso y está compuesta por dos a tres discos concéntricos, el más central puede carecer de poros. Los brazos radiales son gruesos, pudiendo alcanzar anchos de poco más de 100 μm , y pueden bifurcarse en dos secciones independientes (Lám. 15, Figs. 3) o apenas separados (Lám. 15, Figs. 1 y 2). Estos brazos se componen de varios ciclos de conchas. El perfil general del esqueleto es de tipo lenticular. Puede presentar espinas secundarias cortas, cónicas y lisas, rectas o curvas. En los ejemplares más desarrollados puede presentar un patagio. Su largo general, de brazo a brazo, puede llegar a medir los 220 μm .

Género *Euchitonina* Ehrenberg, 1860

Euchitonina elegans-furcata group

(Ehrenberg, 1872)

Lámina 15, Fig. 4–8a, b

Pteractis elegans Ehrenberg, 1872, p. 319; 1872b, p. 299, pl. 8, fig. 3.

Euchitonina elegans (Ehrenberg, 1872) – Haeckel, 1887, p. 535. – Nigrini, 1967, p. 39, pl. 4, figs. 2a, 2b. – Nigrini y Moore, 1979, p. S83,

in their more developed stages, along with radial spines.

Genus *Amphirhopalum* Haeckel, 1881

Amphirhopalum ypsilon (Haeckel, 1887)

Plate 15, Figs. 1–3

Amphirhopalum wyvilleanum Haeckel, 1887, p. 522, pl. 45, fig. 12.

Amphirhopalum ypsilon Haeckel, 1887, p. 522. – Nigrini, 1967, p. 35, p. 3, figs. 3a–3d. – Nigrini and Moore, 1979, p. S75–S77, pl. 10, figs. 1a–e. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 117, pl. 3, fig. 16. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 17, fig. 1–3. – Baldessin, 2012, p. 62, p. 8, fig. 3. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4A.

Description: The skeleton is a spongy elongated structure with a pair of polarly opposed radial arms emerging from a discoidal central *margarita*. The pores are relatively uniform in size, ranging between 5 and 10 μm , with a gradual decrease in size towards the central *margarita*. The central *margarita* is spongy and composed of two to three concentric discs, with the innermost disc possibly lacking pores. The radial arms are thick and can reach widths of slightly over 100 μm . They may bifurcate into two separate sections (Pl. 15, Fig. 3) or be slightly separated (Pl. 15, Figs. 1 and 2). The arms consist of multiple cycles of shells. The overall profile of the skeleton is lenticular. It may exhibit short, conical, smooth by-spines that can be straight or curved. In more developed specimens, a web structure called a patagium may be present. The overall length, from arm to arm, can reach up to 220 μm .

Genus *Euchitonina* Ehrenberg, 1860

Euchitonina elegans-furcata group

(Ehrenberg, 1872)

Plate 15, Figs. 4–8a, b

Pteractis elegans Ehrenberg, 1872, p. 319; 1872b, p. 299, pl. 8, fig. 3.

Euchitonina elegans (Ehrenberg, 1872) – Haeckel, 1887, p. 535. – Nigrini, 1967, p. 39, pl. 4, figs. 2a, 2b. – Nigrini and Moore, 1979, p. S83, pl. 11, figs. 1a, b. – Johnson and Nigrini,

pl. 11, figs. 1a, 1b. – Johnson y Nigrini, 1980, p. 127, pl. 2, fig. 7. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 2. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.70. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4D, 4E.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular con tres brazos que radian de una margarita discoidal central, conformada por de tres a cuatro discos concéntricos, dando su característica forma de “Y”. Los poros que cubren el esqueleto son circulares a elípticos hasta angulares con bordes redondeados, de no más de 3 μm , dispuestos en patrón de empaquetamiento hexagonal en la margarita (Lám. 15, Fig. 5b) y regular alineado o escalonado en los brazos. Los brazos suelen ser rectos o levemente curvados, con extremos redondeados. Los ángulos entre los brazos son obtusos, dos de ellos rondando entre 110° y 150°, mientras el tercero es aproximadamente 90°. En los individuos más desarrollados el esqueleto está cubierto por un patagio. Los brazos suelen rondar los 100 μm , mientras sus margaritas tienen radios máximos entre 40 μm y 50 μm .

Observaciones: Se diferencia de *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, 1873 por sus ángulos amplios mayores a 90° entre los brazos y que estos no tienden a ser lobulados en sus extremos. Se distingue de *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg, 1861) por sus brazos mucho más largos que el diámetro de su margarita.

Género *Dictyocoryne*, Ehrenberg, 1861

Dictyocoryne profunda Ehrenberg, 1873

Lámina 16, Fig. 1–7

Dictyocoryne profunda Ehrenberg, 1860a, p. 767 – Haeckel, 1887, p. 592. – Nigrini y Moore, 1979, p. S87–S88, pl. 12, fig. 1. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 115, pl. 3, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 83, pl. 16, fig. 10, 12, 13, 15. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 1. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4C.

Hymeniastrum euclidis Haeckel, 1887, p. 531, pl. 43, fig. 13. – Benson, 1966, p. 222, pl. 12, fig. 1–3. – Nigrini, 1970, p. 168, pl. 2, fig. 4, fig. In text. 16. – Nigrini y Moore, 1979, p. S91,

1980, p. 127, pl. 2, fig. 7. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 2. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.70. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 5. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4D, 4E.

Description: The skeleton is a lenticular spongy structure with three arms radiating from a central discoidal *margarita*, which consists of three to four concentric discs, giving it a characteristic “Y” shape. The pores covering the skeleton are circular to elliptical or angular with rounded edges, measuring no more than 3 μm in size. In the central *margarita*, the pores are arranged in a hexagonal packing pattern (Pl. 15, Fig. 5b), while in the arms, they follow an aligned or staggered pattern. The arms are generally straight or slightly curved, with rounded ends. The angles between the arms are obtuse, with two of them ranging between 110° and 150°, while the third angle is approximately 90°. In more developed individuals, the skeleton is covered by a patagium. The arms typically measure around 100 μm in length, while the radii of the central *margarita* range from 40 μm to 50 μm .

Remarks: It can be distinguished from *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, 1873 by its wide angles greater than 90° between the arms and the absence of lobulated ends on the arms. It is also distinct from *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg, 1861) by having arms much longer than the diameter of its central *margarita*.

Genus *Dictyocoryne*, Ehrenberg, 1861

Dictyocoryne profunda Ehrenberg, 1873

Plate 16, Figs. 1–7

Dictyocoryne profunda Ehrenberg, 1860a, p. 767. – Haeckel, 1887, p. 592. – Nigrini and Moore, 1979, p. S87–S88, pl. 12, fig. 1. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 115, pl. 3, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 83, pl. 16, fig. 10, 12, 13, 15. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 1. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4C.

Hymeniastrum euclidis Haeckel, 1887, p. 531, pl. 43, fig. 13. – Benson, 1966, p. 222, pl. 12, fig. 1–3. – Nigrini, 1970, p. 168, pl. 2, fig. 4, fig. In text. 16. – Nigrini and Moore, 1979, p.



Lámina / Plate 15

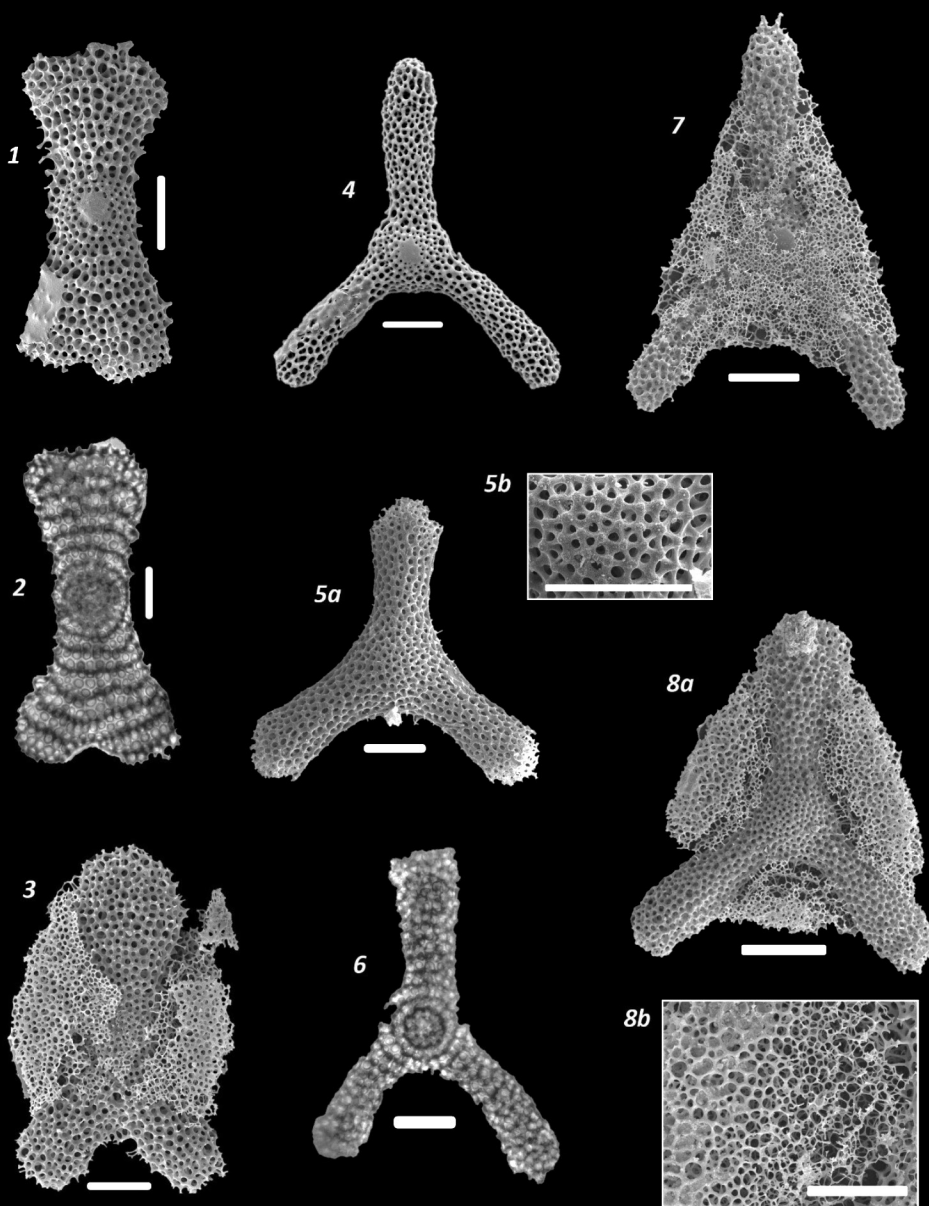
Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Spongodiscidae Haeckel, 1881

Fig. 1 – 3. *Amphirhopalum ypsilon* Haeckel, 188

Fig. 4 – 8a, b. *Euchitonia elegans-furcata* group (Ehrenberg, 1872)

Lámina / Plate 15





pl. 12, fig. 3. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 3–5.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular con tres brazos que radian de una margarita discoidal central, creando una forma general de “Y”, conformada por al menos tres discos concéntricos, con microesferas discoidales poco definidas o diferenciadas en algunos organismos (lám. 16, figs. 5 y 7). Las margaritas rondan diámetros cercanos a los 50 μm . Los poros que cubren el esqueleto son circulares, elípticos hasta angulares con bordes redondeados dispuestos en patrón de empaquetamiento hexagonal en la margarita (lám. 16, fig. 3b) volviéndose regular alineado o escalonado en los brazos. Sus tamaños aumentan fuera de la margarita, pero suelen ser homogéneos. Los brazos son cortos y rectos, no superando los 100 μm con sus extremos lobulados. Los ángulos entre los brazos rondan siempre los 120° entre sí. En los organismos más desarrollados se presenta un patagio que envuelve total o parcialmente el esqueleto principal.

Observaciones: Se distingue de *D. truncatum* por sus brazos más largos que el diámetro de su margarita y de *E. elegans-furcata* group por sus brazos lobulados en forma de cámaras.

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg, 1861)
Lámina 16, Fig. 8–10

Rhopalodictyum truncatum n.sp. Ehrenberg, 1861, p. 301.

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg, 1861) – Nigrini and Moore, 1979, p. S89, pl. 12, figs. 2a, b. – Takahashi, 1991, p. 83, pl. 16, fig. 14. – Sandoval, 2018, p. 121, fig. 4B.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular con forma de “Y” por sus tres brazos radiantes de una margarita central difícil de distinguir y detallar internamente en los especímenes observados, notándose más densa que el resto del esqueleto. El diámetro de la margarita es de 50 μm . Los poros que cubren la margarita presentan empaquetamiento hexagonal, volviéndose regular alineado a escalonado en los brazos. Los poros son circulares, elípticos a poligonales redondeados, de tamaños

S91, pl. 12, fig. 3. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 3–5.

Description: The skeleton is a lenticular spongy structure with three arms radiating from a central discoidal *margarita*, creating a general “Y” shape. It consists of at least three concentric discs, with indistinct or poorly differentiated discoidal microsphaeres in some organisms (Pl. 16, Figs. 5 and 7). The central *margarita* has a diameter around of 50 μm . The pores covering the skeleton are circular, elliptical, or angular with rounded edges, arranged in a hexagonal packing pattern in the central *margarita* (Pl. 16, Fig. 3b), and become regularly aligned or staggered in the arms. The pore sizes increase outside the central *margarita* but are usually homogeneous. The arms are short and straight, not exceeding 100 μm , with lobulated ends. The angles between the arms are always around 120°. In more developed organisms, there is a patagium that partially or completely envelops the main skeleton.

Remarks: It can be distinguished from *D. truncatum* (Ehrenberg, 1861) by having arms longer than the diameter of its central *margarita*, and from the *E. elegans-furcata* group by having lobulated chambered ends on its arms.

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg, 1861)
Plate 16, Figs. 8–10

Rhopalodictyum truncatum n.sp. Ehrenberg, 1861, p. 301.

Dictyocoryne truncatum (Ehrenberg, 1861) – Nigrini and Moore, 1979, p. S89, pl. 12, figs. 2a, b. – Takahashi, 1991, p. 83, pl. 16, fig. 14. – Sandoval, 2018, p. 121, fig. 4B.

Description: The skeleton is a lenticular spongy structure with a “Y” shape formed by three radiating arms from a central *margarita*, which is difficult to distinguish and detail internally in the observed specimens but appears denser than the rest of the skeleton. The diameter of the central *margarita* is around 50 μm . The pores covering the central *margarita* exhibit a hexagonal packing pattern, becoming regularly aligned or staggered in the arms. The pores are circular, elliptical, or

homogéneos a lo largo de todo el esqueleto. El diámetro de la margarita ronda los 50 μm , tamaño que comparte con la envergadura de los brazos. Los ángulos entre los brazos son obtusos, de más de 110°, pudiendo llegar casi a 180°, dando un claro perfil triangular. Los brazos pueden ser delgados o gruesos.

Observaciones: Se diferencia de *D. profunda* y *E. elegans-furcata* group por sus brazos más cortos, sin cámaras y la ausencia de patagio.

Género *Spongurus* Haeckel, 1862

Spongurus cylindricus Haeckel, 1861

Lámina 16, Fig. 11–14a–c

Spongurus cylindricus Haeckel, 1860, p. 845; 1862, p. 465, p. 27, fig. 1; 1887, p. 334. – Dumitrica, 1973, p. 834, pl. 11, fig. 2; pl. 18, fig. 23. – Takahashi, 1991, p. 85, pl. 17, fig. 6–9.

Spongocore diplocylindrica Haeckel, 1887, p. 346. – Renz, 1976, p. 95, p. 3, fig. 8.

Spongocore puella Haeckel, 1887, p. 347, pl. 48, fig. 6. – Benson, 1966, p. 187, p. 8, figs. 1–3. – Nigrini, 1970, p. 168, pl. 2, fig. 3. – Casey, 1971, p. 341, p. 23.3, fig. 20. – Nigrini y Moore, 1979, p. S69, pl. 8, figs. 5a–5c. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 149, pl. 4, fig. 20. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 6. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4H.

Spongocore cylindrica (Haeckel, 1860). – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 116, pl. 3, fig. 12.

Descripción: Esqueleto alargado esponjoso cilíndrico, como dos brazos polarmente opuestos emergiendo de un núcleo esponjoso no muy bien definido en su estructura interna. Los extremos del esqueleto son lobulados. Los poros del esqueleto son circulares a irregulares, sin patrón de poros definido, de diámetros entre 1 y 5 μm . Puede tener múltiples espinas secundarias a lo largo de su cuerpo, siendo cónicas, rectas y lisas, en ocasiones con surcos en el radix. La longitud del esqueleto suele rondar los 250 μm . En los ejemplares más desarrollados cubren sus esqueletos con un patagio (Lám. 16, figs. 14a–c).

rounded polygonal shapes, with homogeneous sizes throughout the entire skeleton. The diameter of the central *margarita* is approximately 50 μm , which is also the size of the arms. The angles between the arms are obtuse, measuring more than 110°, and can approach 180°, giving a distinct triangular profile. The arms can be slender or thick.

Remarks: It can be distinguished from the *D. profunda* and the *E. elegans-furcata* group by having shorter arms without chambers and the absence of a patagium.

Genus *Spongurus* Haeckel, 1862

Spongurus cylindricus Haeckel, 1861

Plate 16, Figs. 11–14a–c

Spongurus cylindricus Haeckel, 1860, p. 845; 1862, p. 465, p. 27, fig. 1; 1887, p. 334. – Dumitrica, 1973, p. 834, pl. 11, fig. 2; pl. 18, fig. 23. – Takahashi, 1991, p. 85, pl. 17, fig. 6–9.

Spongocore diplocylindrica Haeckel, 1887, p. 346. – Renz, 1976, p. 95, p. 3, fig. 8.

Spongocore puella Haeckel, 1887, p. 347, pl. 48, fig. 6. – Benson, 1966, p. 187, p. 8, figs. 1–3. – Nigrini, 1970, p. 168, pl. 2, fig. 3. – Casey, 1971, p. 341, p. 23.3, fig. 20. – Nigrini and Moore, 1979, p. S69, pl. 8, figs. 5a–5c. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 4, fig. 20. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 6. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4H.

Spongocore cylindrica (Haeckel, 1860). – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 116, pl. 3, fig. 12.

Description: The skeleton is an elongated, spongy cylindrical structure resembling two polarly opposite arms emerging from a loosely defined internal spongy core. The ends of the skeleton are lobulated. The pores of the skeleton are circular to irregular, without a defined pore pattern, with diameters ranging from 1 to 5 μm . It may have multiple by-spines along its body, which are conical, straight, and smooth, sometimes with grooves in the radix. The length of the skeleton typically measures around 250 μm . In more developed specimens, they cover their skeletons with a patagium (Pl. 16, Figs. 14a–c).



Lámina / Plate 16

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

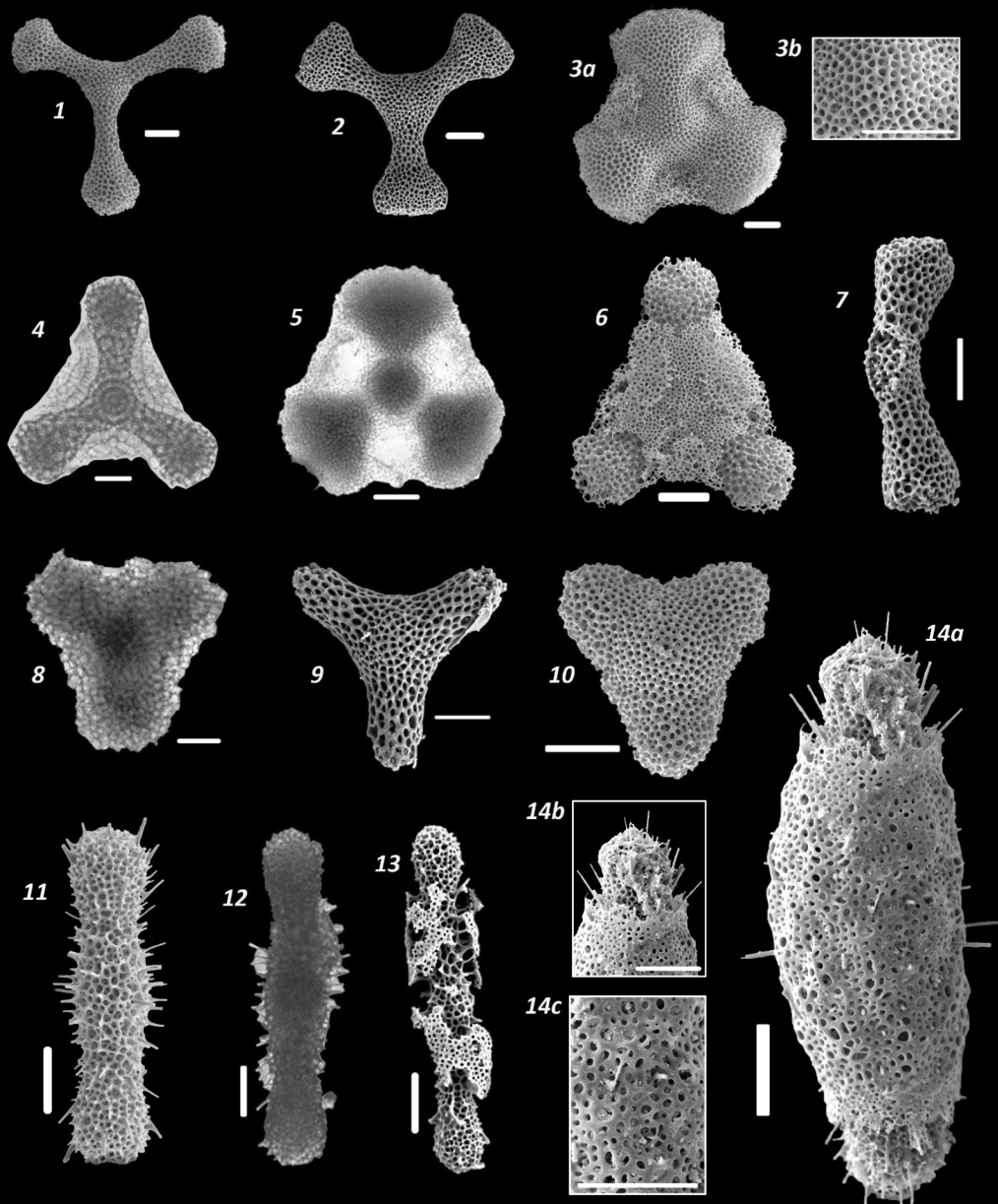
Familia / Family Spongodiscidae Haeckel, 1881

Fig. 1 – 7. *Dictyocoryne profunda* Ehrenberg, 1873

Fig. 8 – 10. *Dictyocoryne truncatum* (Ehrenberg, 1861)

Fig. 11 – 14a, b. *Spongurus cylindricus* Haeckel, 1861

Lámina / Plate 16





Género *Spongaster* Ehrenberg, 1861

Spongaster tetras Nigrini, 1968

Lámina 17, Fig. 1-4

Spongaster tetras Ehrenberg, 1860b, p. 833; 1872b, p. 299, pl. 4(3), fig. 8.

Spongaster tetras tetras Ehrenberg – Nigrini and Moore, 1979, p. S93-S94, pl. 13, fig. 1. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.67. Takahashi, 1991, 86, p. 17, fig. 10, 11. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 4. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4F.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular de perfil cuadrado que en su interior parece conformado por un disco central esponjoso del que manan cuatro brazos lobulados (Lám. 17, Figs. 2 y 4), dispuestos entre sí en ángulo recto formando una cruz, unidos entre sí por material esquelético similar. Los poros del son circulares a poligonales redondeados, de un tamaño similar entre ellos. En algunos ejemplares se presenta un patrón regular alineado, pero en general es irregular. No presentan espinas de ningún tipo, ni en sus márgenes (Lám. 17, Fig. 3).

Spongaster pentas Riedel y Sanfilippo, 1970

Lámina 17, Fig. 5

Spongaster pentas Riedel y Sanfilippo, 1970, p. 523, pl. 15, fig. 3; 1971, p. 1589, pl. 1D, figs. 5-7; 1978, p. 74, pl. 2, figs. 5-8. – McMillen y Casey, 1978, pl. 3, fig. 14. – Takahashi, 1991, p. 86, pl. 17, fig. 12-16.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular de perfil de 5 puntas, formado por una margarita central esponjosa de la que radian 5 brazos espinosos, lobulados en sus extremos y unidos por una red esponjosa del mismo material que el resto del esqueleto. No exhibe ningún patrón de distribución de poros, los cuales son del mismo tamaño y en general circulares. Carecen de espinas.

Genus *Spongaster* Ehrenberg, 1861

Spongaster tetras Nigrini, 1968

Plate 17, Figs. 1-4

Spongaster tetras Ehrenberg, 1860b, p. 833; 1872b, p. 299, pl. 4(3), fig. 8.

Spongaster tetras tetras Ehrenberg–Nigrini and Moore, 1979, p. S93-S94, pl. 13, fig. 1. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.67. Takahashi, 1991, 86, p. 17, fig. 10, 11. – Baldessin, 2012, p. 63, pl. 8, fig. 4. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4F.

Description: The skeleton is a spongy lenticular structure with a square profile. Internally, it appears to be composed of a central spongy disc from which four lobulated arms emerge (Pl. 17, Figs. 2 and 4). The arms are arranged at right angles to each other, forming a cross, and are connected by similar skeletal material. The pores of the skeleton are circular to rounded polygonal, with similar sizes among them. In some specimens, a regular aligned pattern is present, but overall, it is irregular. There are no spines of any kind, either on the arms or along the margins (Pl. 17, Fig. 3).

Spongaster pentas Riedel and Sanfilippo, 1970

Plate 17, Fig. 5

Spongaster pentas Riedel and Sanfilippo, 1970, p. 523, pl. 15, fig. 3; 1971, p. 1589, pl. 1D, figs. 5-7; 1978, p. 74, pl. 2, figs. 5-8. – McMillen and Casey, 1978, pl. 3, fig. 14. – Takahashi, 1991, p. 86, pl. 17, fig. 12-16.

Description: The skeleton is a spongy lenticular structure with a profile that resembles a five-point star. It consists of a central spongy margarita from which the five spongy arms radiate. The arms are slightly lobulated at their ends and are connected by a spongy network made of the same material as the rest of the skeleton. There is no discernible pattern in the distribution of pores, which are generally circular and of the same size. The skeleton does not possess any spines.

Género *Spongodiscus* Ehrenberg, 1854

Spongodiscus biconcavus Haeckel, 1887

Lámina 17, Fig. 6–8

Spongodiscus biconcavus Haeckel, 1887, p. 577. – Popofsky, 1912, p. 143, pl. 6, fig. 2. – Tan and Tchang, 1976, p. 255, fig. In text 25.

Spongaster disymmetricus (Dogel). – Petrushevskaya and Kozlova, 1972, p. 528, pl. 21, fig. 14.

“Elliptical” spongodiscid. – McMillen and Casey, 1978, pl. 3, fig. 13

Descripción: Esqueletos esponjosos discoidales de perfil circular, con estructuras internas claramente distinguibles, con poros circulares a elípticos, con patrones regulares escalonados o alineados, pero principalmente irregulares. Su esqueleto es mucho más denso en la margarita que en el resto del disco (ala), la cual se diferencia por sus domos hundidos sobre la margarita. Algunos ejemplares muestran pequeñas espinas sobre la superficie y en los márgenes, pero pueden ser también barras menores construyendo y aumentando el tamaño del disco. Los diámetros del esqueleto suelen estar entre los 150 μm y los 220 μm , con margaritas de entre 60 μm y 80 μm .

Observaciones: Se diferencia de *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg, 1854 por ser mucho más denso en su margarita que el ala, notable en las imágenes de microscopio de luz. En imágenes de MEB se distinguen por el hundimiento relativo de la margarita respecto al ala.

Spongodiscus resurgens Ehrenberg, 1854

Lámina 17, Fig. 9a, b–11

Spongodiscus resurgens Ehrenberg, 1854, p. 21, pl. 35B, fig. 16. – Haeckel, 1887, p. 577. – Petrushevskaya and Kozlova, 1972, p. 528, pl. 21, fig. 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 4, fig. 11. – Takahashi, 1991, p. 84, pl. 19, fig. 1.

Spongodiscus resurgens resurgens Ehrenberg, 1854. – Petrushevskaya and Bjørklund, 1974, p. 40, fig. In text 6.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular, compuesto de múltiples discos concéntricos,

Genus *Spongodiscus* Ehrenberg, 1854

Spongodiscus biconcavus Haeckel, 1887

Plate 17, Figs. 6–8

Spongodiscus biconcavus Haeckel, 1887, p. 577. – Popofsky, 1912, p. 143, pl. 6, fig. 2. – Tan and Tchang, 1976, p. 255, fig. In text 25.

Spongaster disymmetricus (Dogel). – Petrushevskaya and Kozlova, 1972, p. 528, pl. 21, fig. 14.

“Elliptical” spongodiscid. – McMillen and Casey, 1978, pl. 3, fig. 13

Description: The spongy skeletons are discoidal in shape with a circular profile. The internal structures are distinguishable, with circular to elliptical pores that exhibit irregular patterns, although some specimens may show regular stepped or aligned patterns. The density of the skeleton is much higher in the central *margarita* compared to the rest of the disc (brim), which is characterized by sunken domes on the surface of the *margarita*. Some specimens may display small spines on the surface and along the margins, although these may also be smaller bars contributing to the growth and size of the disc. The diameter of the skeleton typically ranges from 150 μm to 220 μm , with *margarita* measuring between 60 μm and 80 μm in diameter.

Remarks: It can be distinguished from *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg, 1854 by the higher density of the *margarita* compared to the brim, which is noticeable in light microscope images. In scanning electron microscope (SEM) images, the relative sinking of the *margarita* compared to the brim can be observed.

Spongodiscus resurgens Ehrenberg, 1854

Plate 17, Figs. 9a, b–11

Spongodiscus resurgens Ehrenberg, 1854, p. 21, pl. 35B, fig. 16. – Haeckel, 1887, p. 577. – Petrushevskaya and Kozlova, 1972, p. 528, pl. 21, fig. 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 4, fig. 11. – Takahashi, 1991, p. 84, pl. 19, fig. 1.

Spongodiscus resurgens resurgens Ehrenberg, 1854. – Petrushevskaya and Bjørklund, 1974, p. 40, fig. In text 6.



de perfil circular con una margarita prominente que sobresale del perfil del ala. Los poros son circulares a elípticos, de hasta 3 μm , sin patrón aparente, aunque en algunos ejemplares pueden ser más pequeños en la margarita que en el ala. Algunos ejemplares muestran espinas secundarias. El diámetro de las margaritas suele rondar los 50 μm mientras la totalidad del disco puede alcanzar los 200 μm . Algunos ejemplares parecen contar con un delgado recubrimiento de tipo enrejado de barras delgadas y poros grandes en comparación.

Observaciones: Se distingue de *S. biconcavus* Haeckel, 1887 por su margarita sobresaliente y densidad relativamente más homogénea, aunque la margarita suele ser la parte más densa del esqueleto de los Spongodiscidae.

Spongodiscus sp.
Lámina 17, Fig. 12

Descripción: Esqueleto discoidal lenticular de perfil circular, con poros circulares, irregulares o poligonales redondeados, con patrones irregulares y regulares, y tamaños homogéneos. Los tamaños son variables, generalmente pequeños en comparación con *S. resurgens* y *S. biconcavus*, con diámetros no mayores a 100 μm . No presentan espinas.

Observaciones: Es posible que algunos ejemplares con tamaños cercanos a los 50 μm identificados como *Spongodiscus* sp. corresponden con margaritas de *S. resurgens* Ehrenberg, 1854 y *S. biconcavus* Haeckel, 1887.

Género *Spongopyle* Dreyer, 1889

Spongopyle osculosa Dreyer, 1889

Lámina 17, Fig. 13 y 14

Spongopyle osculosa Dreyer, 1889, p. 42, pl. 11, figs. 99–100 – Riedel, 1958, p. 226, pl. 1, fig. 12. – Nigrini y Moore 1979, pl. 15, fig. 1. – Takahashi, 1991, p. 86, pl. 20, fig. 1–4. – Baldessin, 2012, p. 62, pl. 7, fig. 10. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4T.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular de perfil circular, con una margarita sobresaliente del perfil del domo. Los poros son

Description: The spongy skeleton is lenticular in shape, composed of multiple concentric discs with a circular profile. It features a prominent *margarita* that protrudes from the profile of the brim. The pores are circular to elliptical, measuring up to 3 μm , and there is no apparent pattern observed, although, in some specimens, the pores may be smaller in the *margarita* compared to the brim. Some specimens exhibit by-spines. The diameter of the *margaritas* typically ranges around 50 μm , while the overall disc can reach up to 200 μm . Some specimens appear to have a thin covering of latticed structures consisting of thin bars and larger pores in comparison.

Remarks: It can be distinguished from *S. biconcavus* Haeckel, 1887 by its prominent *margarita* and relatively more homogeneous density, although the *margarita* is usually the densest part of the Spongodiscidae skeleton.

Spongodiscus sp.
Plate 17, Fig. 12

Description: The discoidal lenticular skeleton has a circular profile and features circular, irregular, or rounded polygonal pores. The patterns of the pores can be irregular or regular, and the sizes are relatively homogeneous. The sizes of the specimens are variable, generally smaller compared to *S. resurgens* and *S. biconcavus*, with diameters not exceeding 100 μm . There are no spines present.

Remarks: Some specimens with sizes around 50 μm identified as *Spongodiscus* sp. may correspond to *margaritas* of *S. resurgens* Ehrenberg, 1854 and *S. biconcavus* Haeckel, 1887.

Genus *Spongopyle* Dreyer, 1889

Spongopyle osculosa Dreyer, 1889

Plate 17, Figs. 13–14

Spongopyle osculosa Dreyer, 1889, p. 42, pl. 11, figs. 99–100. – Riedel, 1958, p. 226, pl. 1, fig. 12. – Nigrini and Moore 1979, pl. 15, fig. 1. – Takahashi, 1991, p. 86, pl. 20, fig. 1–4. – Baldessin, 2012, p. 62, pl. 7, fig. 10. – Sandoval, 2018, p. 121, pl. 4, fig. 4T.

circulares, de tamaños homogéneos y patrones regulares alineados, más marcado en la margarita, llegando a irregulares en algunos ejemplares, mayormente en el ala. Los diámetros de los discos varían entre los 100 μm y los 220 μm . En los especímenes vistos, la estructura interna es difusa y no se notan partes claras. Su característica más resaltante es la presencia de un piloma que cuenta con una extensión al exterior en la forma de un tubo de material perforado o esponjoso, que puede medir unos pocos micrómetros hasta 40 μm . No presentan espinas.

Género *Spongotrochus* Haeckel, 1960

Spongotrochus glacialis Popofsky, 1908

Lámina 17, Fig. 15

Spongotrochus glacialis Popofsky, 1908, p. 228, pI. 26, fig. 8; pI. 27, fig. 1; pI. 28, fig. 2. – Riedel, 1958, p. 227, fig. In text. 1; pI. 2, figs. 1, 2. – Casey, 1971, p. 337, pI. 23.1, figs. 4, 5. – Boltovskov and Riedel, 1980, p. 117, pI. 3, fig. 15. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pI. 4, fig. 17. – Takahashi, 1991, p. 84, pl. 19, fig. 10.

Spongotrochus arachnius Haeckel, 1862. – Popofsky, 1908, p. 227, pI. 26, figs. 5, 6, 6a, 7, pI. 28, fig. 1.

Spongotrochus multispinus Haeckel, 1887. – Renz, 1976, p. 97, pI. 3, fig. 9.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular de perfil circular, con una margarita prominente que sobresale del perfil del domo. Los poros en la margarita son circulares a elípticos con patrones desde irregulares a regulares alineados, mayormente regulares en el ala. Los poros tienen a ser de tamaños similares. Presenta prominentes espinas cónicas, delgadas, lisas y rectas, con secciones distales puntiagudas o redondeadas que pueden llegar a medir poco más de 50 μm , y que por sus largos se puede presumir que son espinas principales. Estas emergen principalmente del margen del disco, algunas pocas desde el ala, que suelen ser más cortas que las que emergen del margen. La margarita tiene diámetros de 50 μm , mientras la totalidad del disco puede alcanzar los 170 μm .

Description: Circular-profiled, lenticular spongy skeleton with a prominent *margarita* extending from the dome's profile. The pores are circular, with homogeneous sizes and regular aligned patterns, more pronounced in the *margarita* and occasionally becoming irregular in some specimens, mainly in the brim. The diameters of the discs range from 100 μm to 220 μm . In the observed specimens, the internal structure appears diffuse, and no distinct parts are discernible. Its most notable feature is the presence of a pylome that extends outward in the form of a perforated or spongy tubular material, measuring from a few micrometers to 40 μm . There are no spines present.

Genus *Spongotrochus* Haeckel, 1960

Spongotrochus glacialis Popofsky, 1908

Plate 17, Fig. 15

Spongotrochus glacialis Popofsky, 1908, p. 228, pI. 26, fig. 8; pI. 27, fig. 1; pI. 28, fig. 2. – Riedel, 1958, p. 227, fig. In text. 1; pI. 2, figs. 1, 2. – Casey, 1971, p. 337, pI. 23.1, figs. 4, 5. – Boltovskov and Riedel, 1980, p. 117, pI. 3, fig. 15. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pI. 4, fig. 17. – Takahashi, 1991, p. 84, pl. 19, fig. 10.

Spongotrochus arachnius Haeckel, 1862. – Popofsky, 1908, p. 227, pI. 26, figs. 5, 6, 6a, 7, pI. 28, fig. 1.

Spongotrochus multispinus Haeckel, 1887. – Renz, 1976, p. 97, pI. 3, fig. 9.

Description: Circular-profiled, lenticular spongy skeleton with a prominent *margarita* that protrudes from the dome's profile. The pores in the *margarita* are circular to elliptical, with patterns ranging from irregular to regularly aligned, predominantly regular in the brim. The pores tend to be of similar sizes. It exhibits prominent conical spines that are thin, smooth, and straight, with pointed or rounded distal sections that can measure slightly over 50 μm , indicating that they are likely main spines. These spines mainly emerge from the margin of the disc, with a few emerging from the brim, which are typically shorter than those from the margin. The margarita has a diameter of 50 μm , while the entire disc can reach up to 170 μm .



Lámina / Plate 17

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Spongodiscidae Haeckel, 1881

Fig. 1 – 4. *Spongaster tetras* Nigrini, 1968

Fig. 5. *Spongaster pentas* Riedel & Sanfilippo, 1970

Fig. 6 – 8. *Spongodiscus biconcavus* Haeckel, 1887

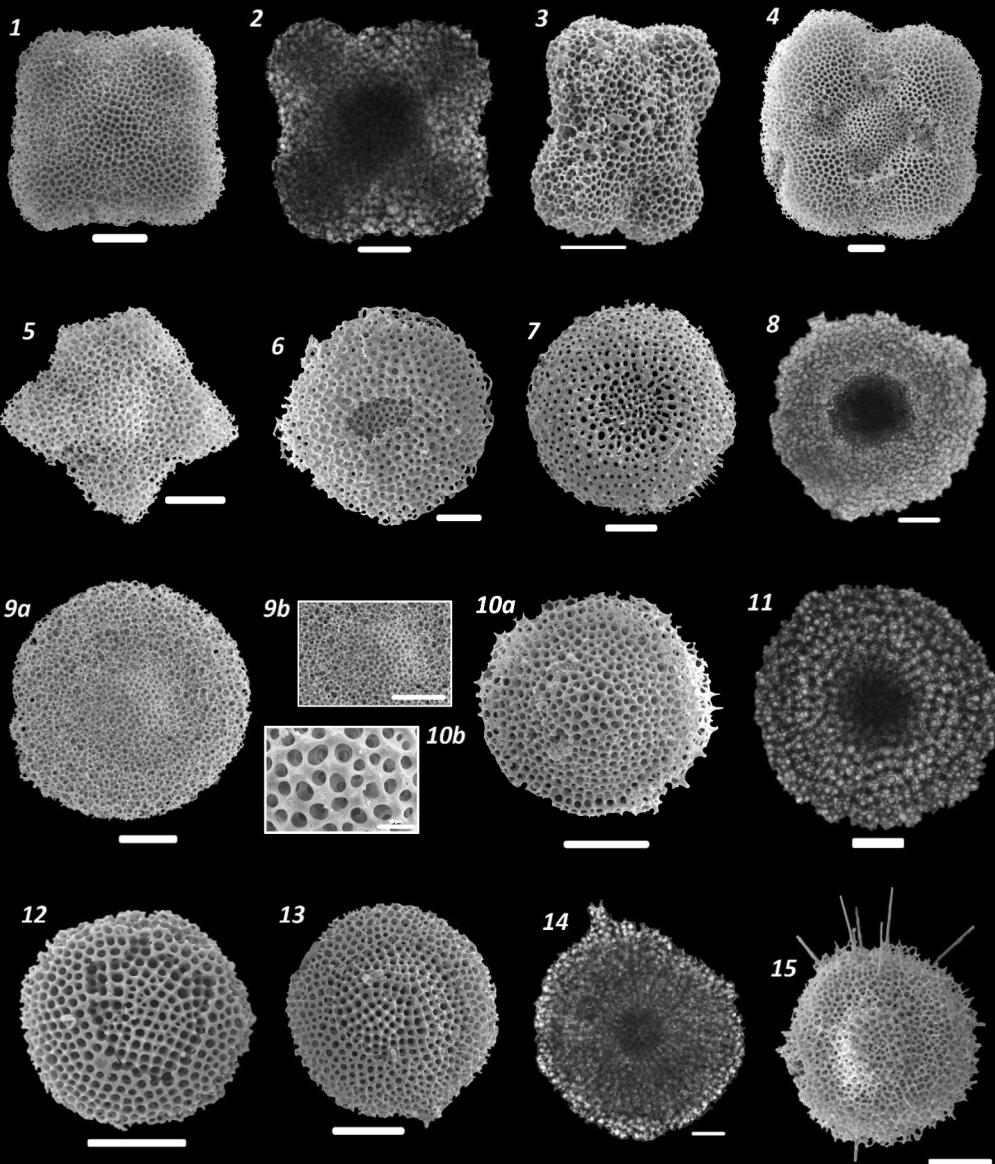
Fig. 9a, b – 11. *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg, 1854

Fig. 12. *Spongodiscus* sp.

Fig. 13, 14. *Spongopyle osculosa* Dreyer, 1889

Fig. 15. *Spongotrochus glacialis* Popofsky, 1908

Lámina / Plate 17



**Género *Ommatodiscus* Stohr, 1880***Ommatodiscus murrayi* Dreyer, 1889

Lámina 18, Fig. 1a, b

Ommatodiscus murrayi Dreyer, 1889, pl. 9, fig. 56. – Cheng y Yeh, 1989, p. 185, pl. 1, figs. 15–18, pl. 9, figs. 14. – Hull, 1993 (ODP Leg 136 SR), p. 11, pl. 3, fig. 12.

Descripción: Esqueleto esponjoso lenticular de perfil circular, el cual la margarita y parte del ala se encuentran cubiertas por una suerte de patagio de tipo perforado, con poros sumamente pequeños, circulares, elípticos e irregulares, sin patrón definido y tamaños variables y sumamente diferenciado del resto del esqueleto (Lám. 18, fig. 1b). Los poros en el resto del disco son notablemente más grandes, notándose un arreglo regular en gradación, con los poros más pequeños hacia el margen del disco y más grandes en la margarita. El diámetro del disco es de 200 μm y el de la margarita es difícil de medir. El del patagio es de aproximadamente 110 μm .

Género *Stylochlamydidium* Haeckel, 1881*Stylochlamydidium venustum* (Bailey, 1856)

Lámina 18, Fig. 2a, b y 3

Perichlamydidium venustum Bailey, 1856, p. 5, pi. 1, figs. 16, 17.

Stylochlamydidium venustum (Bailey, 1856). – Haeckel, 1887, p. 515. – Ling et al., 1971, p. 711, pl. 1, figs. 7,8, fig. In tex 5. – Renz, 1976, p. 110, pi. 3, fig. 11. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 118, pI. 4, fig. 3. – Takahashi, 1991, p.82, pl. 20, fig. 11.

Spongotrochus? venustum (Bailey). – Nigrini and Moore, 1979, p. S119; pI. 15, figs. 3a, 3b.

Descripción: Esqueleto esponjoso a enrejado, a lenticular, con perfil casi circular, cubierto en los extremos de sus alas por un crecimiento estilo patagio en ambos domos del disco, extendiéndose paralelamente al exterior, que pueden fusionarse eventualmente, pero este caso es raro. El disco no muestra diferencias muy marcadas entre la margarita y el ala, sin embargo, la margarita puede sobresalir, además de que puede llegar a poseer un patrón

Genus *Ommatodiscus* Stohr, 1880*Ommatodiscus murrayi* Dreyer, 1889

Plate 18, Fig. 1a, b

Ommatodiscus murrayi Dreyer, 1889, pl. 9, fig. 56. – Cheng and Yeh, 1989, p. 185, pl. 1, figs. 15–18, pl. 9, figs. 14. – Hull, 1993 (ODP Leg 136 SR), p. 11, pl. 3, fig. 12.

Description: Circular-profiled, lenticular spongy skeleton in which the *margarita* and part of the brim are covered by a perforated type patagium. The patagium features extremely small, circular, elliptical, and irregular pores, without a defined pattern and with variable sizes that are distinct from the rest of the skeleton (Pl. 18, Fig. 1b). The pores in the rest of the disc are noticeably larger, with a regular gradation pattern, with smaller pores towards the disc margin and larger pores in the *margarita*. The disc diameter is 200 μm , while it is difficult to measure the *margarita's* diameter. The patagium has an approximate diameter of 110 μm .

Genus *Stylochlamydidium* Haeckel, 1881*Stylochlamydidium venustum* (Bailey, 1856)

Plate 18, Figs. 2a, b; 3

Perichlamydidium venustum Bailey, 1856, p. 5, pi. 1, figs. 16, 17.

Stylochlamydidium venustum (Bailey, 1856. – Haeckel, 1887, p. 515. – Ling et al., 1971, p. 711, pl. 1, figs. 7,8, fig. In tex 5. – Renz, 1976, p. 110, pi. 3, fig. 11. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 118, pI. 4, fig. 3. – Takahashi, 1991, p.82, pl. 20, fig. 11.

Spongotrochus? venustum (Bailey). – Nigrini and Moore, 1979, p. S119; pI. 15, figs. 3a, 3b.

Description: Spongy to a latticed, lenticular skeleton with an almost circular profile, covered at the ends of its brims by a patagium growth in both dome structures of the disc, extending parallel to the exterior. These patagium can occasionally fuse, although this is rare. The disc does not show very distinct differences between the *margarita* and the brim, although the *margarita* may protrude and may have a regular pattern of pores in a hexagonal packing arrangement. In general, the disc has

de poros regular de tipo empaquetamiento hexagonal. En general, el disco posee poros circulares a elípticos, a veces poligonales (en caso de empaquetamiento hexagonal), de tamaños homogéneos y patrones regulares alineados y/o escalonados. El diámetro de este disco se estima entre 120 μm y 160 μm . Del disco pueden emanar espinas cónicas, delgadas, lisas y rectas, radiando centrífugamente. Las mayores espinas en tamaño, que se presume por el mismo pueden ser espinas principales, se ubican en el margen del disco, atravesando y rompiendo la malla estilo patagio. La cobertura estilo patagio parece no penetrar hacia adentro para cubrir la margarita y su periferia, sino que hacia el exterior. Esta es de un material notablemente diferente al del disco, por ser de tipo perforado, con poros circulares y elípticos, que pueden llegar a parecer triangulares si se les ven con poco aumento. Junto con el patagio, el disco puede aumentar en 50 μm su radio.

Observaciones: La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydidium*, *Stylodictya* y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydidium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

Stylochlamydidium asteriscus Haeckel 1887

Lámina 18, Fig. 4–6

Stylochlamydidium asteriscus Haeckel, 1887, p. 514, pI. 41, fig. 10. – Renz, 1976, p. 109, pI. 3, fig. 12. – McMillen and Casey, 1978, pI. 2, fig. 20. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 118, pI. 4, fig. 2.

Descripción: Esqueleto esponjoso a enrejado, lenticular o en forma de moneda, de perfil circular, con una margarita muy marcada por sobresalir del perfil del domo o la cara, generalmente más estrecha (con diámetro de 50 μm) que el resto del disco (con diámetros de hasta 350 μm). Los poros son circulares, generalmente del mismo tamaño y con arreglos

circular to elliptical pores, sometimes polygonal (in the case of hexagonal packing), with homogeneous sizes and regular patterns, either aligned or staggered. The diameter of this disc is estimated to be between 120 μm and 160 μm . Conical, thin, smooth, and straight spines can emerge from the disc, radiating centrifugally. The largest spines, presumed to be main spines, are located at the disc margin, piercing and breaking through the patagium mesh. The patagium covering does not seem to extend inward to cover the *margarita* and its periphery but rather extends outward. It is composed of a noticeably different material from the disc, being perforated, with circular and elliptical pores that can appear triangular when viewed at low magnification. Along with the patagium, the disc can increase its radius by up to 50 μm .

Remarks: The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydidium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydidium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).

Stylochlamydidium asteriscus Haeckel 1887

Plate 18, Figs. 4–6

Stylochlamydidium asteriscus Haeckel, 1887, p. 514, pI. 41, fig. 10. – Renz, 1976, p. 109, pI. 3, fig. 12. – McMillen and Casey, 1978, pI. 2, fig. 20. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 118, pI. 4, fig. 2.

Description: Spongy to latticed, lenticular, or coin-shaped skeleton with a circular profile, featuring a prominent *margarita* that protrudes from the dome or face of the structure. The *margarita* is usually narrower, with a diameter of 50 μm , compared to the rest of the disc, which can have diameters of up to 350 μm . The pores are circular, generally of the same size, and exhibit regular aligned arrangements. Along the disc margins, the skeleton may exhibit a perforated covering with small pores. Internally, the discs that form the *margarita* and the first cortical



regulares alineados. El borde del disco, sobre los márgenes, el esqueleto puede exhibir una cobertura de tipo perforada, con poros pequeños. Internamente, los discos que conforman la margarita y el primer disco cortical son circulares, en tanto que el resto van tomando un perfil octagonal, que se acentúa conforme aumenta el número de discos corticales. El centro de cada lado de los octágonos es atravesado por una barra que emerge de la margarita, la cual en los últimos discos corticales se puede ver una leve deformación cóncava. Por lo menos en ningún espécimen visto, las barras no se propagan al exterior en espinas. En algunos ejemplares parecen existir bases para espinas secundarias en la superficie del disco.

Observaciones: Se diferencia de las especies de *Stylodictya* por tener discos corticales octagonales, más claramente vistos en los especímenes de microscopía de luz. La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydidium*, *Stylodictya* y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydidium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

Stylochlamydidium sp.

Lámina 18, Fig. 7

Descripción: Esqueleto enrejado discoidal en forma de moneda de perfil circular, que cubre los discos internos, con diámetros de 140 μm , con poros circulares en patrón regular alineado y de tamaños homogéneos. Su margarita es de 25 μm , con tres discos corticales, unidos por barras mayores delicadas de perfil circular. Las espinas que emergen de estas, las espinas principales, salen de los flancos, siendo cónicas, rectas y lisas, con algunas espinas secundarias, en el flanco también, pero algunas podrían ser barras menores en pleno desarrollo de una nueva capa del esqueleto.

Observaciones: La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydidium*,

disc are circular, while the subsequent discs take on an octagonal profile, which becomes more pronounced as the number of cortical discs increases. The center of each side of the octagon is crossed by a bar that emerges from the *margarita*, and in the last cortical discs, a slight concave deformation can be observed. At least in the specimens observed, the bars do not extend outward into spines. In some specimens, there appear to be bases for by-spines on the surface of the disc.

Remarks: It differs from species of *Stylodictya* by having octagonal cortical discs, which are more clearly visible in specimens under light microscopy. The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydidium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydidium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).

Stylochlamydidium sp.

Plate 18, Fig. 7

Description: Disk-shaped latticed skeleton in the form of a coin with a circular profile, covering the internal discs with diameters of 140 μm . The skeleton exhibits circular pores in a regular aligned pattern, with homogeneous sizes. The *margarita* has a diameter of 25 μm and is composed of three cortical discs, connected by delicate major bars with a circular profile. The spines, that are main spines, emerge from the sides of these bars and are conical, straight, and smooth. Some by-spines are also present on the sides, but some of them may be minor bars in the process of developing a new layer of the skeleton.

Remarks: The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydidium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydidium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the

Stylodictya y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydidium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

Género *Stylodictya* Ehrenberg, 1846, 1847, emend. Kozlova in Petrushevskaya and Kozlova, 1972

Stylodictya aculeata Jørgensen, 1905

Lámina 18, Fig. 8–10

Stylodictya aculeata n.sp. Jørgensen, 1905, pl. 10, fig. 41a–c. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.62a. – Sandoval, 2018, p.121, fig. 41).

Descripción: Esqueleto esponjoso a enrejado en forma de moneda de perfil circular, compuesto internamente por múltiples discos corticales de perfil circular o semicircular, con cerca de seis discos en algunos ejemplare y una margarita compuesta de dos a tres discos, con formas lobuladas, de cuatro cámaras, con una microesfera semi-poligonal en el centro (Lám. 18, fig. 10). El caparazón que envuelve a los discos es enrejado, con poros en patrón regular alineado, de formas circulares y tamaños en gradiente, siendo más pequeños hacia la margarita y grandes hacia los bordes del disco. La unión entre discos es proporcionada por barras, cuatro de las cuales son responsables de la forma lobulada de la margarita y se ubican a 90° entre ellas. Presentan múltiples espinas cónicas lisas y rectas, en su mayoría secundarias, y cortas.

Observaciones: Se diferencia de otros *Stylodictya* y *Stylochlamydidium* por su margarita lobulada con cuatro lóbulos bien marcados. La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydidium*, *Stylodictya* y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydidium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).

Genus *Stylodictya* Ehrenberg, 1846, 1847, emend. Kozlova in Petrushevskaya and Kozlova, 1972

Stylodictya aculeata Jørgensen, 1905

Plate 18, Figs. 8–10

Stylodictya aculeata n.sp. Jørgensen, 1905, pl. 10, fig. 41a–c. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.62a. – Sandoval, 2018, p.121, fig. 41).

Description: Spongy to latticed skeleton in the form of a coin with a circular profile, internally composed of multiple cortical discs with circular or semicircular profiles. Some specimens have approximately six discs, while the *margarita* consists of two to three lobulated discs with four chambers, featuring a semi-polygonal microsphaere at the center (Pl. 18, Fig. 10). The skeleton's outer shell, which encases the discs, is latticed, with pores arranged in a regular aligned pattern. The pores exhibit circular shapes and sizes that gradually decrease towards the *margarita* and increase toward the edges of the disc. The discs are connected by bars, with four bars responsible for the lobulated shape of the *margarita*, positioned at 90° angles to each other. The specimen also displays multiple short, smooth, and straight conical spines, predominantly by-spines.

Remarks: It is distinguishable from other *Stylodictya* and *Stylochlamydidium* species by its lobulated *margarita* with four well-defined lobes. The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydidium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydidium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).



Lámina / Plate 18

Orden / Order Spumellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Spongodiscidae Haeckel, 1881

Fig. 1a, b. *Ommatodiscus murrayi* Dreyer, 1889

Fig. 2a, b, 3. *Stylochlamydium venustum* (Bailey, 1856)

Fig. 4 – 6. *Stylochlamydium asteriscus* Haeckel, 1887

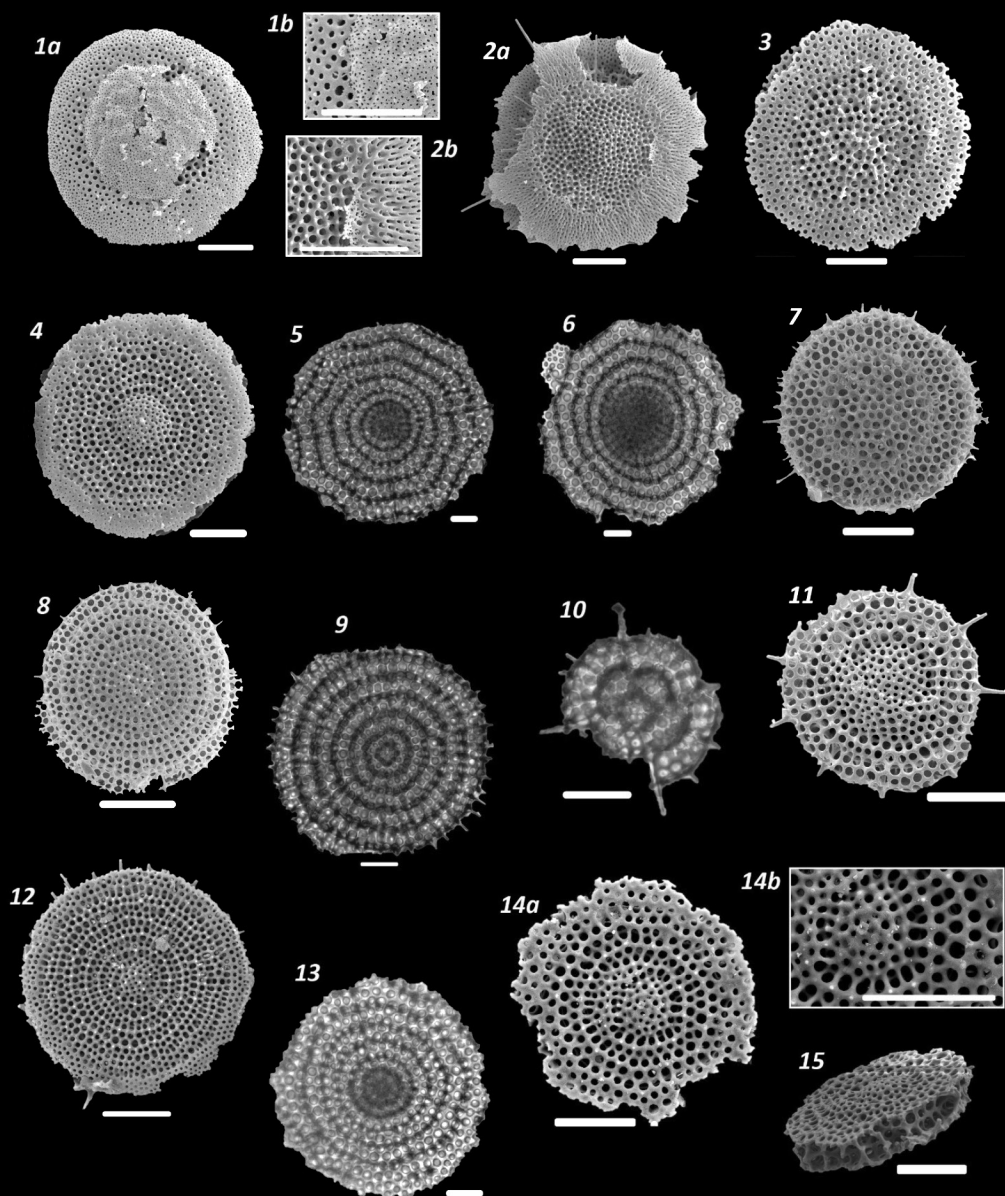
Fig. 7. *Stylochlamydium* sp.

Fig. 8 – 10. *Stylodictya aculeata* Jørgensen, 1905

Fig. 11, 12. *Stylodictya multispina* Haeckel, 1861

Fig. 13 – 15. *Stylodictya* sp.

Lámina / Plate 18





Stylodictya multispina Haeckel, 1861
Lámina 18, Fig. 11 y 12

Stylodictya multispina Haeckel, 1860, p. 842; 1862, p. 496, pl. 29, fig. 5. – Renz, 1976, p. 111, pl. 3, fig. 13. – McMillen y Casey, 1978, pl. 2, fig. 17. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 118, pl. 4, figs. 4a.-4b. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 20, fig. 5, 10, 12. – Baldessin, 2012, p. 61, pl. 7, fig. 9.

Stylodictya validispina n.sp., Jørgensen, 1905, p. 119, pl. 10, fig. 40 – Nigrini y Moore, 1979, pl. 13, fig. 5a, b. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 19, fig. 11. – Baldessin, 2012, p. 61, pl. 7, fig. 9. – Sandoval, 121, pl. 4, fig. 4J.

Descripción: Esqueleto discoidal en forma de moneda, con perfil circular, que en su interior contiene varios discos de perfil circular, con margaritas compactas de poco tamaño (20 μm –25 μm) y discos de hasta 210 μm . La cubierta esquelética es enrejada a esponjosa, con poros circulares en patrón alineado y tamaños en gradiente, donde los más pequeños se ubican en la margarita o en los bordes del disco. Presentan grandes y largas espinas cónicas, lisas y rectas que emanan de los márgenes del disco, pudiendo tener algunas espinas secundarias del mismo tipo en la periferia.

Observaciones: Se distingue por sus largas espinas en los márgenes del disco. La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydium*, *Stylodictya* y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

Stylodictya sp.
Lámina 18, Fig. 13–15

Descripción: Discos esponjosos a enrejados en forma de moneda de perfil semi-circular que en su interior puede contener un número variable de discos internos. El

Stylodictya multispina Haeckel, 1861
Plate 18, Figs. 11–12

Stylodictya multispina Haeckel, 1860, p. 842; 1862, p. 496, pl. 29, fig. 5. – Renz, 1976, p. 111, pl. 3, fig. 13. – McMillen and Casey, 1978, pl. 2, fig. 17. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 118, pl. 4, figs. 4a.-4b. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 149, pl. 5, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 20, fig. 5, 10, 12. – Baldessin, 2012, p. 61, pl. 7, fig. 9.

Stylodictya validispina n. sp., Jørgensen, 1905, p. 119, pl. 10, fig. 40. – Nigrini and Moore, 1979, pl. 13, fig. 5a, b. – Takahashi, 1991, p. 81, pl. 19, fig. 11. – Baldessin, 2012, p. 61, pl. 7, fig. 9. – Sandoval, 121, pl. 4, fig. 4J.

Description: Coin-shaped discoidal skeleton with a circular profile, containing multiple discs with circular profiles internally. The *margaritas* are compact and relatively small, measuring around 20 μm to 25 μm , while the discs can reach sizes up to 210 μm . The skeletal covering is latticed to spongy, with circular pores arranged in an aligned pattern and showing a gradient in size, with smaller pores located in the *margarita* or at the edges of the disc. The specimen exhibits large, long conical spines that are smooth and straight, emanating from the margins of the disc. There may also be some by-spines of the same type present in the periphery.

Remarks: This species is distinguished by its long spines along the disc margins. The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).

Stylodictya sp.
Plate 18, Figs. 13–15

Description: Semi-circular disc-shaped skeletons, ranging from spongy to latticed in

esqueleto presenta poros circulares a elípticos, en arreglos regulares y de tamaños que aumentan de tamaño conforme se alejan del centro del disco. La margarita se puede diferenciar por ser más densa y/o sobresalir de la cara. Se distinguen barras internas uniendo los discos internos, pero no se observan espinas. Los diámetros son variables, rondando generalmente cerca de los 100 μm .

Observaciones: Aquí se agrupan los *Stylodictya* que al carecer de características diagnósticas, o no estar bien desarrollados para presentar las mismas, no se pueden agrupar dentro de una especie en particular. La diferenciación taxonómica entre los géneros *Stylochlamydidium*, *Stylodictya* y *Flustrella* continúa siendo complicada, debido a las grandes similitudes morfológicas que existen entre los tres géneros, incluso con otros tales como *Perichlamydidium*, *Trematodiscus* y algunos *Porodiscus*, llegando al grado de que las diferencias entre las estructuras de algunos permanecen aún desconocidas (Suzuki et al., 2021).

Orden Nassellaria Ehrenberg, 1875

Láminas 19–23

Descripción: Esqueletos perforados y enrejados, de formas cónicas o no cónicas, siendo estos últimos desarrollos de la Espícula Inicial, presente como estructura germinal del orden, por medio de arcos y espinas.

Familia Spyridae Ehrenberg, 1846

Lámina 19

Descripción: Esqueletos enrejados no cónicos, enfocados en el desarrollo de su Espícula Inicial por medio de arcos y espinas. Algunos se recubren de material esquelético enrejado, con un único segmento: el Céfalos.

Género *Acanthodesmia* Müller, 1858

Acanthodesmia vinculata (Müller, 1858)

Lámina 19, Fig. 1–4

Acanthodesmia vinculata Müller, 1858, p. 30, pl. 1, figs. 4–7. – Petrushevskaya, 1971,

structure, containing a variable number of internal discs. The skeleton features circular to elliptical pores arranged in regular patterns, with pore sizes increasing as they move away from the center of the disc. The *margarita* may appear denser or protrude from the surface. Internal bars connecting the internal discs can be observed, but no spines are present. The diameters of the specimens are variable, typically around 100 μm .

Remarks: This group includes *Stylodictya* specimens that lack diagnostic features or are not well-developed enough to be classified into a specific species. The taxonomic differentiation between the genera *Stylochlamydidium*, *Stylodictya*, and *Flustrella* remains complicated due to the significant morphological similarities that exist among the three genera, even with others such as *Perichlamydidium*, *Trematodiscus*, and some *Porodiscus*, to the extent that the differences between the structures of some of them remain unknown (Suzuki et al., 2021).

Orden Nassellaria Ehrenberg, 1875

Plates 19–23

Description: Perforated and latticed skeletons, with conical or non-conical shapes. The non-conical shapes represent the development of the Initial Spicule, which serves as the germinal structure of the order, characterized by arches and spines.

Family Spyridae Ehrenberg, 1846

Plate 19

Description: Non-conical latticed skeletons focused on the development of their Initial Spicule through arches and spines. Some are covered with latticed skeletal material, consisting of a single segment: The Cephalis.

Genus *Acanthodesmia* Müller, 1858

Acanthodesmia vinculata (Müller, 1858)

Plate 19, Figs. 1–4

Acanthodesmia vinculata Müller, 1858, p. 30, pl. 1, figs. 4–7. – Petrushevskaya, 1971, p.



p. 278, fig. 143, I-VII; 144, I-VI. – Ling, 1972, p. 169, pl. 1, fig. 6. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 120, pl. 4, fig. 12. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 18, 19.

Eucoronis nephrospyrus Haeckel, 1887, p. 977, pl. 82, fig. 5. – Benson, 1966, p. 304, pi. 21, figs. 6–8.

Eucoronis angulata Haeckel, 1887, p. 978, pl. 82, fig. 3.

Eucoronis challengerii Haeckel, 1887, p. 978, pl. 82, fig. 4.

Giraffospyris angulata (Haeckel, 1887) – Goll, 1969, p. 331, pi. 59, figs. 4, 6, 7, 9, text-figs. 2. – Renz, 1976, p. 167, pl. 8, fig. 5. – Nigrini and Moore, 1979, p. N11, pi. 19, figs. 2a–d, 3a, b.

Descripción: Esqueleto enrejado no-cónico compuesto por una Espícula Inicial cuyas espinas se unen por medio de tres arcos: Sagital, Frontal y Basal, con dos poros del cuello en el anillo basal separados por la barra media. Los arcos son prominentes y semicirculares. Los arcos son lanceolados. Presenta espinas secundarias cónicas, rectas y lisas, cortas o largas, sobre la superficie de los arcos. Mide de alto entre 35 μm y 40 μm y de ancho, de extremo a extremo del anillo frontal, hasta 200 μm .

Acanthodesmia zonaria Haeckel, 1887

Lámina 19, Fig. 5 y 6

Microcubus zonarius Haeckel, 1887, pl. 94, fig. 8.

Acanthodesmia zonaria van de Paverd, 1995, p. 206, pl. 60, fig. 8–10 y 15.

Descripción: Esqueleto no cónico enrejado compuesto por arcos Frontal, Basal y Sagital, además de un cuarto arco que cruza perpendicularmente frente al arco sagital en el medio del esqueleto, interceptándose con el anillo frontal, el cual será llamado como anillo perpendicular. Estos arcos son cónicos, rara vez lanceolados. Destaca su anillo frontal que presenta una pronunciada curva en su unión superior con el anillo Sagital. Presenta dos poros del cuello en su anillo basal, separados por la barra media, que en muchos ejemplares no se distingue con claridad. Su ancho ronda los 150 μm , mientras

278, fig. 143, I-VII; 144, I-VI. – Ling, 1972, p. 169, pl. 1, fig. 6. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 120, pl. 4, fig. 12. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 18, 19.

Eucoronis nephrospyrus Haeckel, 1887, p. 977, pl. 82, fig. 5. – Benson, 1966, p. 304, pi. 21, figs. 6–8.

Eucoronis angulata Haeckel, 1887, p. 978, pl. 82, fig. 3.

Eucoronis challengerii Haeckel, 1887, p. 978, pl. 82, fig. 4.

Giraffospyris angulata (Haeckel, 1887). – Goll, 1969, p. 331, pi. 59, figs. 4, 6, 7, 9, text-figs. 2. – Renz, 1976, p. 167, pl. 8, fig. 5. – Nigrini and Moore, 1979, p. N11, pi. 19, figs. 2a–d, 3a, b.

Description: Non-conical latticed skeleton composed of an Initial Spicule, whose spines are connected by three arches: Sagittal, Frontal, and Basal, with two neck pores in the basal ring separated by the median bar. The arches are prominent and semi-circular. The arches are bladed in shape. It exhibits by-spines that are conical, straight, and smooth, either short or long, on the surface of the arches. It measures approximately 35 μm to 40 μm in height and up to 200 μm in width, from the outer edge to the end of the frontal ring.

Acanthodesmia zonaria Haeckel, 1887

Plate 19, Figs. 5–6

Microcubus zonarius Haeckel, 1887, pl. 94, fig. 8.

Acanthodesmia zonaria van de Paverd, 1995, p. 206, pl. 60, fig. 8–10 and 15.

Description: Non-conical latticed skeleton composed of Frontal, Basal, and Sagittal arches, as well as a fourth arch that crosses perpendicularly in front of the Sagittal arch in the middle of the skeleton, intersecting with the Frontal ring, which will be referred to as the perpendicular ring. These arches are conical and rarely bladed. The Frontal ring stands out, exhibiting a pronounced curve at its upper junction with the Sagittal ring. It has two neck pores in its Basal ring, separated by the median bar, which may not be distinguishable in many specimens. Its width is approximately 150 μm , while its height in the Sagittal ring area is around 40 μm .

su alto, en la zona del anillo sagital, es de alrededor de los 40 μm .

Observaciones: Se distingue de *A. vinculata* por la presencia de un cuarto anillo en medio del esqueleto y su pronunciada curva en el disco frontal en su unión con el anillo sagital.

Género *Liriospyris* Haeckel, 1881

Liriospyris reticulata (Ehrenberg, 1872)

Lámina 19, Fig. 7 y 8

Dictyospyris reticulata n.sp. Ehrenberg, 1872b, p. 307, pl. 10, fig. 19.

Amphispyris reticulata (Ehrenberg, 1872b) Boltovskoy, 1998, fig. 15.95. – Tan y Chen, 1999, p. 279, fig. 5–198. – Baldesin, 2012, p. 51, pl. 10, figs. 1 y 2. – Sandoval, 2018, p. 122, fig. 6A.

Descripción: Esqueleto no cónico, enrejado y alargado, con perfil rectangular, en el sentido del anillo sagital y estrecho en el sentido del anillo frontal. Presenta los tres anillos, con el anillo frontal y basal bifurcándose antes de unirse al anillo sagital. Los arcos son de tipo lanceolado o cónico. En los especímenes más desarrollados, el esqueleto se cubre con material esquelético enrejado, de poros circulares a elípticos, de entre 5 y 10 μm , y con patrones regulares. El largo del esqueleto ronda entre 100 μm y 130 μm , mientras de ancho llega a los 100 μm como máximo. Puede tener dos espinas emergiendo del anillo basal, propagaciones de las espinas laterales, de tipo cónicas, rectas y lisas, con secciones terminales puntiagudas.

Liriospyris thorax Haeckel, 1887

Lámina 19, Fig. 9 y 10

Amphispyris thorax Haeckel, 1887, p. 1096, pl. 88, fig. 4

Amphispyris toxarium Haeckel, 1887 – Benson, 1966, p. 293–297, pl. 20, figs. 3, 5–6

Amphispyris toxarium Haeckel, 1887 – Benson, 1966, p. 293–297, pl. 20, figs. 3, 5–6

Liriospyris thorax (Haeckel, 1887) *laticapsa* n.subsp. Takahashi, 1991, p. 106, pl. 31, figs. 10, 11, 13

Descripción: Esqueleto no cónico, enrejado, ensanchado (de hasta 220 μm), a lo largo

Remarks: It differs from *A. vinculata* by the presence of a fourth ring in the middle of the skeleton and the pronounced curve in the frontal disc at its junction with the sagittal ring.

Genus *Liriospyris* Haeckel, 1881

Liriospyris reticulata (Ehrenberg, 1872)

Plate 19, Figs. 7–8

Dictyospyris reticulata n.sp. Ehrenberg, 1872b, p. 307, pl. 10, fig. 19.

Amphispyris reticulata (Ehrenberg, 1872b) Boltovskoy, 1998, fig. 15.95. – Tan and Chen, 1999, p. 279, fig. 5–198. – Baldesin, 2012, p. 51, pl. 10, figs. 1 and 2. – Sandoval, 2018, p. 122, fig. 6A.

Description: Non-conical, lattice, elongated skeleton with a rectangular profile in the direction of the Sagittal ring and narrow in the direction of the Frontal ring. It exhibits the three rings, with the Frontal and Basal rings bifurcating before joining the Sagittal ring. The arches are bladed or conical in shape. In more developed specimens, the skeleton is covered with latticed skeletal material, with circular to elliptical pores ranging from 5 to 10 μm in size, and with regular patterns. The length of the skeleton ranges between 100 μm and 130 μm , while the width reaches a maximum of 100 μm . It may have two spines emerging from the Basal ring, which are extensions of the lateral spines. These spines are conical, straight, and smooth, with pointed terminal sections.

Liriospyris thorax Haeckel, 1887

Plate 19, Figs. 9–10

Amphispyris thorax Haeckel, 1887, p. 1096, pl. 88, fig. 4

Amphispyris toxarium Haeckel, 1887 – Benson, 1966, p. 293–297, pl. 20, figs. 3, 5–6

Amphispyris toxarium Haeckel, 1887 – Benson, 1966, p. 293–297, pl. 20, figs. 3, 5–6

Liriospyris thorax (Haeckel, 1887) *laticapsa* n.subsp. Takahashi, 1991, p. 106, pl. 31, figs. 10, 11, 13

Description: Non-conical, latticed skeleton that widens along the Basal ring (up to



del anillo basal, y acortado en sentido del anillo sagital (hasta 140 μm). Presenta dos poros del cullo bien diferenciados, además de contar con espinas secundarias cónicas, rectas y lisas. Se presenta la bifurcación del anillo frontal antes de unirse al sagital. Es muy común que el esqueleto esté cubierto total o parcialmente por material esquelético enrejado de poros mucho más anchos que las barras menores, de formas poligonales angulares o redondeadas, sin patrón de distribución y tamaños heterogéneos. Los arcos son curvos y de tipo lanceolado.

Observaciones: Se diferencia de *L. reticulata* por su forma más ancha que alta, además de su recubrimiento de poros poligonales.

Género *Lophospyris* Haeckel, 1881

Lophospyris pentagona hyperborea
(Jørgensen, 1905)

Lámina 19, Fig. 11

Ceratospyris hyperborea Jørgensen, 1905, p. 130, 131, pl. 13, fig. 49. – Goll y Bjørklund, 1974, p. 449, fig. In text 7.

Ceratospyris polygona Haeckel, 1887 – Popofsky, 1913, p. 305–308, pl. 30, fig. 1. – Benson, 1966, p. 321–324, pl. 22, figs. 17, 18.

Ceratospyris sp. A. – Renz, 1976, p. 173, pl. 8, fig. 9.

Lophospyris pentagona hyperborea (Jørgensen, 1905) emend. Goll, 1976, p. 400, pl. 14, figs. 4–6, 8–9, 11–12; pl. 15, figs. 1–12. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 152, pl. 7, figs. 22–26.

Descripción: Esqueleto enrejado no cónico bilobulado, con tres arcos (sagital, frontal y basal). Dichos arcos con lanceolados o cónicos. El frontal sufre de bifurcación antes de unirse al anillo sagital y cuenta con un recubrimiento esquelético enrejado de poros circulares a elípticos. De todo el esqueleto emanen espinas secundarias de tipo cónicas, rectas y lisas, resaltando las ubicadas sobre el anillo basal, las cuales deben corresponder con propagaciones de las espinas laterales primarias y secundarias.

Observaciones: Se distingue de algunos ejemplares de *Phormospyris stablis scaphites* (Haeckel, 1887) porque sus espinas laterales

220 μm) and is shortened in the direction of the Sagittal ring (up to 140 μm). It exhibits two well-differentiated neck pores, as well as by-spines that are conical, straight, and smooth. The Frontal ring bifurcates before joining the Sagittal ring. It is very common for the skeleton to be partially or completely covered by latticed skeletal material with wider pores compared to the minor bars. These pores can have angular or rounded polygonal shapes, with no specific distribution pattern and varying sizes. The arches are curved and bladed in shape.

Remarks: It differs from *L. reticulata* in its wider shape compared to its height, as well as the presence of polygonal pore covering.

Genus *Lophospyris* Haeckel, 1881

Lophospyris pentagona hyperborea
(Jørgensen, 1905)

Plate 19, Fig. 11

Ceratospyris hyperborea Jørgensen, 1905, p. 130, 131, pl. 13, fig. 49. – Goll and Bjørklund, 1974, p. 449, fig. In text 7.

Ceratospyris polygona Haeckel, 1887 – Popofsky, 1913, p. 305–308, pl. 30, fig. 1. – Benson, 1966, p. 321–324, pl. 22, figs. 17, 18.

Ceratospyris sp. A. – Renz, 1976, p. 173, pl. 8, fig. 9.

Lophospyris pentagona hyperborea (Jørgensen, 1905) emend. Goll, 1976, p. 400, pl. 14, figs. 4–6, 8–9, 11–12; pl. 15, figs. 1–12. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 152, pl. 7, figs. 22–26.

Description: Bilobed non-conical latticed skeleton with three arches (Sagittal, Frontal, and Basal). These arches are lanceolate or conical in shape. The Frontal arch undergoes bifurcation before joining the Sagittal ring. It is covered with a latticed skeletal material with circular to elliptical pores. By-spines of conical, straight, and smooth shape emanate from the entire skeleton, with particular emphasis on those located on the Basal ring, which are likely propagations of the primary and secondary lateral spines.

Remarks: It can be distinguished from some specimens of *Phormospyris stablis scaphites* (Haeckel, 1887) because its lateral spines

no sobresalen tanto como en *L. pentagona hiperborea*.

Lophospyris pentagona pentagona
(Haeckel, 1887)
Lámina 19, Fig. 12

Ceratospyris pentagona Ehrenberg, 1872, p. 303; 1872, p. 302, pl. 1.5, fig. 15.

Ceratospyris allmersii Haeckel, 1887, p. 1067, pl. 86, fig. 3.

Ceratospyris strasburgeri Haeckel, 1887, p. 1067, pl. 86, fig. 2.

Ceratospyris polygona Haeckel, 1887 – Benson, 1966, p. 321–324, pl. 22, figs. 15, 16.

Ceratospyris sp. – Nigrini, 1968, pp. 48, 49, pl. 5, fig. 6. – Renz, 1976, p. 172, pl. 8, fig. 8.

Dorcadospyrus pentagona (Ehrenberg, 1872). – Goll, 1969, p. 338, 339, p. 59, figs. 1–3, 5. – Ling, 1972, p. 168, pl. 2, fig. 5.

Lophospyris pentagona pentagona (Ehrenberg, 1872). – Goll, 1976, p. 384,398, pl. 10, fig. 1–7; pl. 11, figs. 1–3, 5. – Nigrini y Moore, 1979, p. N15, pl. 19, fig. 5. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 20, 21. – Baldessin, 2012, p. 51, pl. 10, fig. 4. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6I.

Descripción: Esqueleto no cónico enrejado bilobulado compuesto por los cuatro anillos (sagital frontal, basal y perpendicular), siendo el perpendicular el más estrecho. El esqueleto muestra la presencia de múltiples barras que conectan desde diferentes puntos de cada anillo con los otros, siendo mayormente rectos, con pocos arcos y barras curvas. Este entramado le da aspecto de esqueleto enrejado con grandes poros poligonales. Presenta espinas secundarias de tipo cónicas, rectas y lisas, con cuatro espinas en la sección basal correspondientes propagaciones de las espinas laterales primarias y secundarias. Sus dimensiones son de 60 µm a 70 µm de alto por 100 µm a 120 µm de ancho.

Género *Nephrospyris* Haeckel, 1887
Nephrospyris renilla renilla Takahashi, 1991
Lámina 19, Fig. 13 y 14

Nephrospyris renilla Haeckel, 1887, p. 1101, pl. 90, figs. 9–10. – Renz, 1976, p. 176, pl. 8,

do not protrude as much as in *L. pentagona hiperborea*.

Lophospyris pentagona pentagona
(Haeckel, 1887)
Plate 19, Fig. 12

Ceratospyris pentagona Ehrenberg, 1872, p. 303; 1872, p. 302, pl. 1.5, fig. 15.

Ceratospyris allmersii Haeckel, 1887, p. 1067, pl. 86, fig. 3.

Ceratospyris strasburgeri Haeckel, 1887, p. 1067, pl. 86, fig. 2.

Ceratospyris polygona Haeckel, 1887.–Benson, 1966, p. 321–324, pl. 22, figs. 15, 16.

Ceratospyris sp. – Nigrini, 1968, pp. 48, 49, pl. 5, fig. 6. – Renz, 1976, p. 172, pl. 8, fig. 8.

Dorcadospyrus pentagona (Ehrenberg, 1872). – Goll, 1969, p. 338, 339, p. 59, figs. 1–3, 5. – Ling, 1972, p. 168, pl. 2, fig. 5.

Lophospyris pentagona pentagona (Ehrenberg, 1872). – Goll, 1976, p. 384,398, pl. 10, fig. 1–7; pl. 11, figs. 1–3, 5. – Nigrini and Moore, 1979, p. N15, pl. 19, fig. 5. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 20,21. – Baldessin, 2012, p. 51, pl. 10, fig. 4. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6I.

Description: Non-conical latticed bilobed skeleton composed of four rings (Sagittal, Frontal, Basal, and Perpendicular), with the Perpendicular ring being the narrowest. The skeleton exhibits multiple bars connecting different points of each ring to the others, mostly straight with a few curved arches and bars. This latticed structure gives it the appearance of a latticed skeleton with large polygonal pores. It has by-spines that are conical, straight, and smooth, with four spines in the basal section corresponding to propagations of the primary and secondary lateral spines. Its dimensions range from 60 µm to 70 µm in height and 100 µm to 120 µm in width.

Genus *Nephrosoyris* Haeckel, 1887
Nephrospyris renilla renilla Takahashi, 1991
Plate 19, Figs. 13–14

Nephrospyris renilla Haeckel, 1887, p. 1101, pl. 90, figs. 9–10. – Renz, 1976, p. 176, pl. 8,



fig. 18. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.99. – Baldessin, 2012, p. 52, pl. 10, fig. 13. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6J.

Nephrodictyiim renilla (Haeckel, 1887). – Benson, 1966, p. 302–304, pl. 21, fig. 5.

Nephrospyris renilla renilla Haeckel, 1887. – Goll, 1980, p. 437, pl. 5, fig. 2. – Takahashi, 1991, p. 104, pl. 30, fig. 7–9.

Descripción: Esqueleto no cónico enrejado, compuesto, según lo evidencian algunos ejemplares, por al menos los tres anillos básicos (basal, sagital y frontal) cubiertos por el material esquelético de poros amplios, de tamaños homogéneos y formas circulares, elípticas y mayormente poligonales. El esqueleto se propaga más en el sentido del anillo basal, llegando a casi envolverlo. Destaca por una amplia abertura en el cuerpo esquelético enrejado en el centro, específicamente en el anillo sagital, que permite observar al mismo, en caso de estar presente. El alto respecto a la zona del anillo sagital ronda los 120 μm , mientras el largo total puede llegar a los 170 μm . Su ancho puede alcanzar los 180 μm .

Género *Phormospyris* Goll, 1976

Phormospyris stabilis scaphipes (Haeckel, 1887)

Lámina 19, Fig. 15–17

Tristyllospiris scaphipes n.sp. Haeckel, 1887, p. 1033, pl. 84, fig. 13.

Phormospyris stabilis scaphipes (Haeckel, 1887) – Goll, 1976, p. 394, pl. 8–9.

Tholospyris scaphipes (Haeckel, 1887) – Molina-Cruz, 1977, p. 336, pl. 7, figs. 11–12.

Descripción: Esqueleto no cónico enrejado, compuesto por dos lóbulos o cámaras bien diferenciadas por un anillo sagital prominente. El material esquelético enrejado cuenta con poros circulares a elípticos, de tamaños heterogéneos y sin patrones definidos claramente. Presenta prominentes extensiones de las espinas laterales primarias y secundarias, siendo espinas cónicas o lanceoladas, curvas hacia abajo y lisas. El anillo frontal es poco perceptible hasta ausente, en contraste con el anillo basal y los poros del cuello, claramente distinguibles en la mayoría de los especímenes.

fig. 18. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.99. – Baldessin, 2012, p. 52, pl. 10, fig. 13. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6J.

Nephrodictyiim renilla (Haeckel, 1887. – Benson, 1966, p. 302–304, pl. 21, fig. 5.

Nephrospyris renilla renilla Haeckel, 1887. – Goll, 1980, p. 437, pl. 5, fig. 2. – Takahashi, 1991, p. 104, pl. 30, fig. 7–9.

Description: Non-conical latticed skeleton, composed of at least the three basic rings (basal, sagittal, and frontal), as evidenced by some specimens, covered by skeletal material with large pores of uniform sizes and mostly circular, elliptical, and polygonal shapes. The skeleton extends further in the direction of the basal ring, almost enveloping it. It features a wide opening in the latticed skeletal structure in the center, specifically in the sagittal ring, which allows for observation of the interior if present. The height relative to the sagittal ring area is approximately 120 μm , while the total length can reach up to 170 μm . Its width can reach 180 μm .

Genus *Phormospyris* Goll, 1976

Phormospyris stabilis scaphipes (Haeckel, 1887)

Plate 19, Figs. 15–17

Tristyllospiris scaphipes n.sp. Haeckel, 1887, p. 1033, pl. 84, fig. 13.

Phormospyris stabilis scaphipes (Haeckel, 1887). – Goll, 1976, p. 394, pl. 8–9.

Tholospyris scaphipes (Haeckel, 1887). – Molina-Cruz, 1977, p. 336, pl. 7, figs. 11–12.

Description: Non-conical latticed skeleton, composed of two distinct lobes or chambers separated by a prominent sagittal ring. The latticed skeletal material contains circular to elliptical pores of varying sizes, without clearly defined patterns. It exhibits prominent extensions of primary and secondary lateral spines, which are conical or bladed in shape, curved downward, and smooth. The frontal ring is barely perceptible to absent, contrasting with the well-defined basal ring and neck pores in most specimens. By-spines may grow on the surface of the skeleton, appearing as conical, smooth, straight, or curved. There is typically a

Puede presentar espinas secundarias creciendo por la superficie del esqueleto, de tipo cónicas, lisas y rectas o curvas. Suele presentarse una espina prominente en la parte superior sobre el anillo sagital. En algunos organismos más desarrollados se puede dar un crecimiento del esqueleto, de tipo enrejado y con poros circulares, cubriendo las extensiones de las espinas laterales, pero sin formar un tórax como tal. El ancho máximo del esqueleto no supera los 100 μm , generalmente de 70 μm . El largo es de 50 μm aproximadamente, sin contar las espinas laterales, que pueden agregar hasta 50 μm al largo del esqueleto total.

Observaciones: Se distingue de *L. pentagona hiperborea* por la presencia de grandes extensiones de las espinas laterales primarias y secundarias.

Phormospyris stabilis stabilis Goll, 1976

Lámina 19, Fig. 18

Desmospyris anthocyrtoides Benson, 1966, p. 332, pl. 23, figs. 6–8.

Dendrosyris stabilis Goll, 1968, p. 1422, pl. 173, figs. 16–18, 20.

Phormospyris stabilis (Goll, 1968) *stabilis* Goll, 1976, p. 390, pl. 1, figs. 1–13; pl. 2, figs. 7–14. – Takahashi, 1991, p. 104, pl. 30, figs. 2–5. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.100. – Baldessin, 2012, p. 52, pl. 10, fig. 5. – Sandoval, 2018, 123, pl. 6, fig. 6N.

Descripción: Esqueleto no cónico de tipo enrejado, compuesto por poros amplios, circulares a elípticos, de entre 5 y 20 μm , sin patrón de distribución. El céfalo es bilobulado, separado en dos cámaras por el anillo sagital. En algunos individuos es distinguible el anillo basal. El tórax es de forma acampanada, con una boca de bordes irregulares. La sutura cervical está marcada. El ancho del céfalo es de entre 80 μm y 90 μm , mientras el del tórax de 100 μm a 110 μm . El largo total del esqueleto es variable, pudiendo llegar a los 120 μm .

prominent spine at the top of the sagittal ring. In some more developed organisms, the skeleton may extend in a latticed pattern with circular pores, covering the extensions of the lateral spines, but without forming a distinct thorax. The maximum width of the skeleton does not exceed 100 μm , typically around 70 μm . The length is approximately 50 μm , excluding the lateral spines, which can add up to 50 μm to the total length of the skeleton.

Remarks: It can be distinguished from *L. pentagona hiperborea* by the presence of large extensions of primary and secondary lateral spines.

Phormospyris stabilis stabilis Goll, 1976

Plate 19, Fig. 18

Desmospyris anthocyrtoides Benson, 1966, p. 332, pl. 23, figs. 6–8.

Dendrosyris stabilis Goll, 1968, p. 1422, pl. 173, figs. 16–18, 20.

Phormospyris stabilis (Goll, 1968) *stabilis* Goll, 1976, p. 390, pl. 1, figs. 1–13; pl. 2, figs. 7–14. – Takahashi, 1991, p. 104, pl. 30, figs. 2–5. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.100. – Baldessin, 2012, p. 52, pl. 10, fig. 5. – Sandoval, 2018, 123, pl. 6, fig. 6N.

Description: Non-conical latticed skeleton composed of large, circular to elliptical pores ranging from 5 to 20 μm in size, without a discernible distribution pattern. The cephalis is bilobed and divided into two chambers by the sagittal ring. In some individuals, the basal ring is distinguishable. The thorax is bell-shaped with irregularly bordered openings. The cervical suture is well-defined. The width of the cephalis ranges from 80 μm to 90 μm , while the width of the thorax ranges from 100 μm to 110 μm . The total length of the skeleton varies and can reach up to 120 μm .



Lámina / Plate 19

Orden / Order Nassellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Spyridae Ehrenberg, 1846

Fig. 1 – 4. *Acanthodesmia vinculata* Müller, 1858

Fig. 5, 6. *Acanthodesmia zonaria* Haeckel, 1887

Fig. 7, 8. *Liriospyris reticulata* (Ehrenberg, 1872)

Fig. 9, 10. *Liriospyris thorax* Haeckel, 1887

Figuras / Figure 11. *Lophospyris pentagona hyperborea* (Jørgensen, 1905)

Fig. 12. *Lophospyris pentagona pentagona* (Haeckel, 1887)

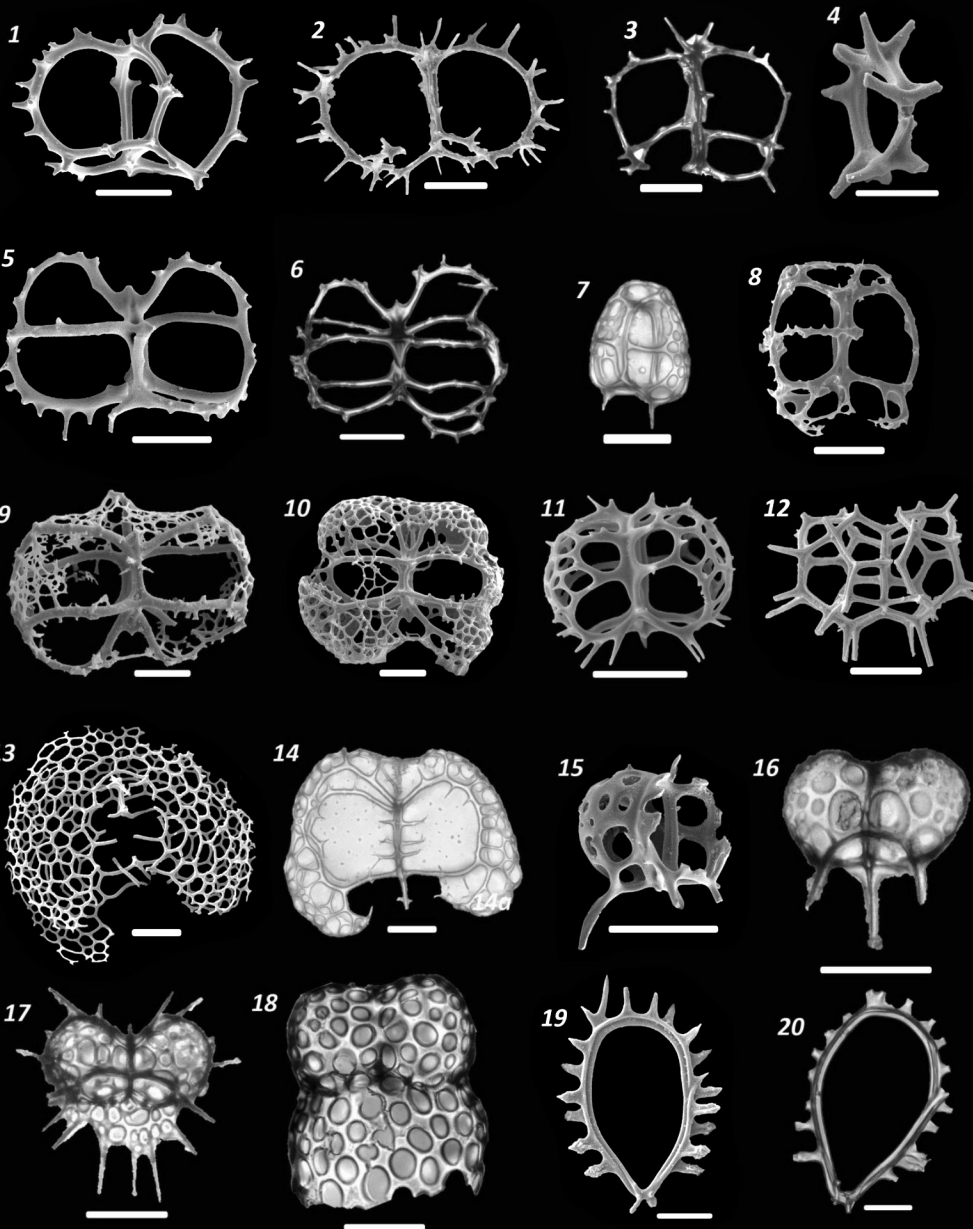
Fig. 13, 14. *Nephrospyris renilla renilla* Takahashi, 1991

Fig. 15 – 17. *Phormospyris stabilis scaphipes* (Haeckel, 1887)

Fig. 18. *Phormospyris stabilis stabilis* Goll, 1977

Fig. 19, 20. *Zygocircus productus* group Bütschli, 1882

Lámina / Plate 19





Género *Zygocircus*

Bütschli, 1882, emend. Goll, 1979

Zygocircus productus group Bütschli, 1882

Lámina 19, Fig. 19 y 20

Zygocircus productus Benson, 1966, p. 288, pl. 19, figs. 14–15. – Goll, 1979, p. 381, pl. 2, figs. 4–9. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 13, 14. – Baldessin, 2012, p. 52, 53, pl. 10, fig. 11. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6L.

Descripción: Esqueleto no cónico enrejado, compuesto por un único anillo, el anillo sagital, el cual es casi circular, de tipo lanceolado, y se une a una diminuta barra media, pequeña en comparación con el anillo, pero que no suele pasar de los 5 µm de largo. El anillo es de tipo lanceolado y presenta múltiples espinas cónicas, lisas y rectas o curvas, en su superficie, algunas incluso pudiendo ramificarse o bifurcarse. Presenta dos propagaciones de las espinas laterales, una para las primeras y otras para las secundarias. La forma del anillo es alargada, semi-elíptica, midiendo hasta 150 µm de eje mayor y entre 80 µm y 100 µm de eje menor de máxima longitud.

Observaciones: Se distingue de los fragmentos de anillos sagitales de *Acanthodesmia vinculata* pues estos son de menor tamaño, sus barras medias no son tan diminutas en proporción al anillo sagital y su perfil más circular que elíptico.

Familia Plagoniidae Haeckel, 1881,

emend. Riedel, 1957

Lámina 20, Fig. 1–11

Descripción: Esqueletos cónicos, conformados por céfalo y tórax, en algunos este último es ausente o parcialmente ausente. Presentan formas alargadas y formas de campana en su gran mayoría.

Observaciones: Debido a su pequeño tamaño, morfología compleja y débil marco taxonómico han causado que no resalten mucho en los estudios sobre radiolarios, dejando que algunos lophophaenidos (Subfamilia Lophophaenidae) tengan descripciones pobres o incluso de una descripción formal (Trubovitz

Genus *Zygocircus*

Bütschli, 1882, emend. Goll, 1979

Zygocircus productus group Bütschli, 1882

Plate 19, Figs. 19; 20

Zygocircus productus Benson, 1966, p. 288, pl. 19, figs. 14–15. – Goll, 1979, p. 381, pl. 2, figs. 4–9. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 151, pl. 7, figs. 13, 14. – Baldessin, 2012, p. 52, 53, pl. 10, fig. 11. – Sandoval, 2018, p. 123, pl. 6, fig. 6L.

Description: Non-conical latticed skeleton composed of a single ring, the sagittal ring, which is almost circular and bladed in shape, connected to a tiny median bar that is small in comparison to the ring and usually no longer than 5 µm. The ring is bladed in shape and has multiple conical, smooth, straight, or curved spines on its surface, some of which may branch or bifurcate. It exhibits two extensions of the lateral spines, one for the main spines and another for the by-spines. The shape of the ring is elongated and semi-elliptical, measuring up to 150 µm in the major axis and between 80 µm and 100 µm in the minor axis.

Remarks: It is distinguished from fragments of sagittal rings of *A. vinculata* as they are smaller in size, their median bars are not as tiny in proportion to the sagittal ring, and their profile is more circular than elliptical.

Family Plagoniidae Haeckel, 1881,

emend. Riedel, 1957

Plate 20, Figs. 1–11

Description: Conical skeletons consisting of cephalis and thorax, with the latter being absent or partially absent in some specimens. They exhibit elongated shapes and predominantly bell-shaped forms.

Remarks: Due to their small size, complex morphology, and weak taxonomic framework, they have not been extensively studied in radiolarian research, resulting in some lophophaenids (Subfamily Lophophaenidae) having poor or even no formal descriptions (Trubovitz et al., 2022). For this reason, the identification of the lophophaenids in this study is based on

et al., 2022). Por este motivo, para la identificación de los lophophaenidos de este trabajo se emplea la investigación de Trubovitz et al. (2020), por ser una revisión extensiva de los miembros de esta familia en para el Neógeno Tardío al Reciente del Pacífico Tropical del Este (PTE).

**Género *Arachnocorallium* Haeckel, 1887,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Arachnocorallium stilla

Renaudie y Lazarus, 2016

Lámina 20, Fig. 1

? *Arachnocorallium* group Motoyama, 1996, pl. 3, fig. 17 (non fig. 18).

Arachnocorallium stilla n. sp., Renaudie and Lazarus, 2016, pl. 5, figs. 3–5, 7. – Trubovitz et al., 2020, p. 18, pl. 3, figs. 3A–C.

Descripción: Esqueleto enrejado de poros circulares a elípticos, de tamaños variables y sin patrón distinguible. Los especímenes se limitan al céfalo, el cual es ovoide, adelgazándose o estrechándose en el cuello, con un eje mayor que mide poco más de 90 µm y su ancho no supera los 70 µm. Presenta espinas en el esqueleto, de tipo secundarias, cónicas, rectas y lisas, siendo más prominentes las prolongaciones de las espinas laterales que salen sobre el plano del cuello. Dichas espinas son cónicas o lanceoladas, lisas y rectas, pero presentan leves bifurcaciones o ramificaciones en sus secciones distales.

Observaciones: Existe la posibilidad de que corresponda con céfalo sin tórax de ejemplares de *Arachnocorys circumtexta* Haeckel, 1862, sin embargo, sus tamaños hacen pensar lo contrario.

**Género *Arachnocorys* Haeckel, 1860,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Arachnocorys circumtexta Haeckel, 1862

Lámina 20, Fig. 2

Arachnocorys circumtexta n. sp., Haeckel, 1862, pl. 6, figs. 9–11. – Hertwig, 1879, pl. 7, fig. 2. – Popofsky, 1913, pl. 33, fig. 4; pl. 36, fig. 1; text-figs. 82–83. – Petrushevskaya, 1971, pl.

the research by Trubovitz et al. (2020), as it provides an extensive review of the members of this family in the Late Neogene to Recent of the Eastern Equatorial Pacific (EEP).

**Genus *Arachnocorallium* Haeckel, 1887,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Arachnocorallium stilla

Renaudie and Lazarus, 2016

Plate 20, Fig. 1

? *Arachnocorallium* group Motoyama, 1996, pl. 3, fig. 17 (non fig. 18).

Arachnocorallium stilla n. sp. Renaudie and Lazarus, 2016, pl. 5, figs. 3–5, 7. – Trubovitz et al., 2020, p. 18, pl. 3, figs. 3A–C.

Description: Latticed skeletal structure with circular to elliptical pores of variable sizes and no distinguishable pattern. The specimens are limited to the cephalis, which is ovoid and tapers or narrows at the neck. The major axis measures just over 90 µm, while the width does not exceed 70 µm. The skeleton exhibits byspines that are conical, straight, and smooth. The extensions of the lateral spines protrude above the plane of the neck. These spines can be conical or bladed, with slight bifurcations or branching in their distal sections.

Remarks: There is a possibility that these specimens correspond to cephalis without thorax of *Arachnocorys circumtexta* Haeckel, 1862, although their sizes suggest otherwise.

**Genus *Arachnocorys* Haeckel, 1860,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Arachnocorys circumtexta Haeckel, 1862

Plate 20, Fig. 2

Arachnocorys circumtexta n. sp., Haeckel, 1862, pl. 6, figs. 9–11. – Hertwig, 1879, pl. 7, fig. – Popofsky, 1913, pl. 33, fig. 4; pl. 36, fig. 1; text-figs. 82–83. – Petrushevskaya, 1971, pl. 65, figs. 3–5; pl. 67, figs. 1–2. – Nishimura and Yamauichi, 1984, pl. 24, figs. 10a–10b. – Boltovskoy and Riedel, 1987, pl. 3, fig. 25. – Kurihara and Matsuoka, 2010, fig. 3.2. – Trubovitz et al., 2020, p. 19, pl. 3, figs. 4–5.



65, figs. 3–5; pl. 67, figs. 1–2. – Nishimura and Yamauchi, 1984, pl. 24, figs. 10a–10b. – Bolto-vskoy and Riedel, 1987, pl. 3, fig. 25. – Kurihara and Matsuoka, 2010, fig. 3.2. – Trubovitz et al., 2020, p. 19, pl. 3, figs. 4 – 5.

Arachnocorys araneosa n. sp., Haeckel, 1887, pl. 56, fig. 11 – Fujioka, 1990, pl. 43, fig. 4.

Descripción: Esqueleto enrejado de poros circulares a elípticos, de tamaños variables y sin patrón distinguible. El céfalo es ovoide y adelgazado en el cuello, con un eje mayor que mide poco más de 70 μm y su ancho no supera los 50 μm . Presenta espinas en el esqueleto, de tipo secundarias, cónicas, rectas y lisas, algunas con surcos en el radix. El tórax presenta una estructura de telaraña, es decir, enrejado de poros circulares a elípticos, el cual está separado del céfalo por una prolongación de las espinas laterales que deja grandes poros circulares a elípticos de cerca de 30 μm a 40 μm de diámetro o eje mayor.

Género *Lithomelissa*

Ehrenberg, 1847, emend. O'Connor, 1997

Lithomelissa sp.

Lámina 20, Fig. 3 y 4

Descripción: Esqueleto conformado por dos segmentos, siendo el tórax ausente en la mayoría de los ejemplares, de tipo enrejado con poros circulares a elípticos sin patrón definido y tamaños heterogéneos. El céfalo es ovoide a esférico, con una sutura cervical marcada por la presencia de largas espinas, proyecciones de las espinas laterales, de tipo cónicas, alargadas, rectas a levemente curvas, con secciones distales puntiagudas. Presenta un cuerno apical que sobresale del céfalo, el cual es cónico, rectos y liso, pero que en sus secciones distales puede mostrar un ensanchamiento tipo mazo, aunque no está presente en todos los ejemplares. Son relativamente pequeños, con diámetros en el céfalo de poco más de 50 μm a lo máximo, y largos de no más de 70 μm , sin contar las espinas.

Observaciones: Debido a que solo se encuentran ejemplares incompletos no se puede categorizar ejemplares a nivel de especies.

Arachnocorys araneosa n. sp., Haeckel, 1887, pl. 56, fig. 11. – Fujioka, 1990, pl. 43, fig. 4.

Description: The skeletal structure is latticed with circular to elliptical pores of variable sizes and no distinguishable pattern. The cephalis is ovoid in shape and tapers at the neck, with a major axis measuring just over 70 μm and a width not exceeding 50 μm . It exhibits by-spines in the skeleton that are conical, straight, and smooth, some of which may have grooves in the radix. The thorax features a web structure, latticed with circular to elliptical pores, which is separated from the cephalis by an extension of the lateral spines, leaving large circular to elliptical pores with diameters or major axes of approximately 30 μm to 40 μm .

Genus *Lithomelissa*

Ehrenberg, 1847, emend. O'Connor, 1997

Lithomelissa sp.

Plate 20, Figs. 3–4

Description: The skeleton consists of two segments, with the thorax being absent in most specimens. It is latticed in structure, with circular to elliptical pores without a distinct pattern and varying sizes. The cephalis is ovoid to spherical, with a pronounced cervical suture marked by long spines, which are extensions of the lateral spines. These spines are conical, elongated, straight to slightly curved, with pointed distal ends. There is an apical horn protruding from the cephalis, which is conical, straight, and smooth, but in some specimens, it may exhibit a club-like enlargement in its distal sections, although this feature is not present in all specimens. The size of these organisms is relatively small, with cephalis' diameters ranging from just over 50 μm at maximum and lengths of no more than 70 μm , excluding the spines.

Remarks: Due to the presence of only incomplete specimens, it is not possible to categorize them at the species level.

**Género *Lophophaena* Ehrenberg, 1847,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Lophophaena macrencephala

Clark and Campbell, 1945 partim.

Lámina 20, Fig. 5

Lophophaena macrencephala n. sp., Clark and Campbell, 1945, pl. 7, figs. 6 and 9 (non figs. 7 and 8). – Dzinoridze et al., 1978, pl. 29, fig. 20; pl. 32, fig. 36. – Petrushevskaya y Kozlova, 1979, figs. 348–349. – Renaudie, 2014, pl. 23, fig. 5. – Trubovitz et al., 2020, p. 63, pl. 21, figs. 7A–8B.

non *Lophophaena* sp. B, Petrushevskaya, 1971, pl. 56, figs. 1–3.

Descripción: Esqueleto enrejado cónico, con poros circulares a elípticos, sin patrón definido y tamaños similares. Su céfalo resalta por su forma ovoide distintiva, cuyo eje mayor es paralelo al plano del cuello, distinto a los demás lophophaenidos donde el eje mayor es perpendicular al plano del cuello, estrechándose en sus extremos, simulando un balón de fútbol americano. El cuello es estrecho, amplio, sin sutura cervical claramente diferenciada y un tórax en pleno crecimiento, sin verse en ningún espécimen visto un tórax desarrollado. El eje mayor del céfalo es de 70 µm a 75 µm y un eje menor de poco más de 50 µm.

Lophophaena hispida (Ehrenberg, 1872)

Lámina 20, Fig. 6–8

Dictyocephalus hispidus Ehrenberg 1872b, p. 202, 289, pl. 5, fig. 18.

Lophophaena hispida (Ehrenberg, 1872b) Boltovskoy, 1998, p. 66, fig. 15.109. – Baldessin, 2012, p. 37, pl. 12, fig. 4–7. – Sandoval, 2018, p. 124, pl. 7, fig. 7F.

Descripción: Esqueleto enrejado de forma acampanada compuesto de dos segmentos bien diferenciados y desarrollados en los especímenes observados. Los poros son circulares a elípticos, de tamaños similares u heterogéneos, sin patrón definido o con un patrón regular escalonado en su tórax. El céfalo es esférico a ovoide, mientras el tórax es acampanado, estrecho o amplio. La zona de la sutura cervical

**Genus *Lophophaena* Ehrenberg, 1847,
emend. Petrushevskaya, 1971**

Lophophaena macrencephala

Clark and Campbell, 1945 partim.

Plate 20, Fig. 5

Lophophaena macrencephala n. sp., Clark and Campbell, 1945, pl. 7, figs. 6 and 9 (non figs. 7 and 8). – Dzinoridze et al., 1978, pl. 29, fig. 20; pl. 32, fig. 36. – Petrushevskaya and Kozlova, 1979, figs. 348–349. – Renaudie, 2014, pl. 23, fig. 5. – Trubovitz et al., 2020, p. 63, pl. 21, figs. 7A–8B.

non *Lophophaena* sp. B, Petrushevskaya, 1971, pl. 56, figs. 1–3.

Description: The conical skeleton exhibits a latticed structure with circular to elliptical pores, lacking a distinct pattern and similar in size. The cephalis stands out for its distinctive ovoid shape, with its major axis parallel to the plane of the neck, unlike other lophophaenids where the major axis is perpendicular to the plane of the neck. The cephalis tapers at its ends, resembling an American football. The neck is narrow, widening towards the base, and there is no differentiated cervical suture. No developed thorax is observed in any of the examined specimens; it appears to be in a stage of growth. The major axis of the cephalis ranges from 70 µm to 75 µm, and the minor axis measures just over 50 µm.

Lophophaena hispida (Ehrenberg, 1872)

Plate 20, Figs. 6–8

Dictyocephalus hispidus Ehrenberg 1872b, p. 202, 289, pl. 5, fig. 18.

Lophophaena hispida (Ehrenberg, 1872b) Boltovskoy, 1998, p. 66, fig. 15.109. – Baldessin, 2012, p. 37, pl. 12, fig. 4–7. – Sandoval, 2018, p. 124, pl. 7, fig. 7F.

Description: The bell-shaped latticed skeleton consists of two well-developed and distinct segments in the observed specimens. The pores are circular to elliptical, with similar or heterogeneous sizes, lacking a defined pattern or exhibiting a regular stepped pattern in the thorax. The cephalis is spherical to ovoid, while



es muy marcada en algunos ejemplares, siendo más común la presencia de un cuello notorio que diferencia ambos segmentos. La boca tiene bordes irregulares y no está bien desarrollada. Presenta múltiples espinas en los nodos a lo largo de su cuerpo, de tipo cónicas, rectas y lisas, algunas con surcos en su radix, pero las más importantes son las ubicadas en el céfalo, las cuales radian de este, una de las cuales, generalmente la más recta y perpendicular al plano del cuello, corresponde con el cuerno apical. Dichas espinas y el cuerno son de tipo lanceolado, rectas y lisas, con secciones distales puntiagudas. De largo, el esqueleto mide hasta 150 μm sin contar las espinas del céfalo, siendo que generalmente el céfalo mide cerca de 50 μm de diámetro o eje mayor.

Lophophaena sp.

Lámina 20, Fig. 9 y 10

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado con dos segmentos claramente diferenciados, con una sutura cervical presente pero poco resaltante, y su cuello puede ser amplio o estrecho, con poros circulares a elípticos, de tamaños similares, pudiendo ser un poco más pequeños en el céfalo. Los patrones pueden estar ausentes o presentar patrones de poro regulares de tipo escalonado. El céfalo es esférico a ovoide, con diámetros o ejes mayores de entre 40 μm y 50 μm , mientras el tórax es acampanado, ancho o estrecho, de entre 60 μm y 100 μm de ancho máximo. La boca es poco definida, de bordes irregulares. Algunos pueden presentar pequeñas espinas cónicas, secundarias, lisas y rectas, pero usualmente están ausentes.

Observaciones: Debido a la carencia de elementos diagnósticos, asignarles una especie es complicado. Sumado a este detalle, incluso puede que algunos pertenecen al género *Botryopera*, pero como las definiciones morfológicas de estos últimos no han sido bien establecidas (Trubovitz et al., 2022) se prefiere dejarlos como *Lophophaena*.

the thorax is bell-shaped and can be narrow or wide. The cervical suture area is highly pronounced in some specimens, and a noticeable neck that distinguishes both segments is more commonly present. The mouth has irregular edges and is not well developed. Multiple spines are present on the nodes along the body, conical in shape, straight, and smooth, with some spines on the radix exhibiting grooves. However, the most significant spines are located on the cephalis, radiating from it, one of which, typically the straightest and perpendicular to the plane of the neck, corresponds to the apical horn. These spines and the apical horn are bladed, straight, and smooth, with pointed distal sections. In terms of length, the skeleton measures up to 150 μm , not including the cephalic spines, while the cephalis generally has a diameter or major axis of around 50 μm .

Lophophaena sp.

Plate 20, Figs. 9–10

Description: The bell-shaped latticed skeleton consists of two differentiated segments, with a present but inconspicuous cervical suture, and the neck can be either wide or narrow. The pores are circular to elliptical, with similar sizes, although they may be slightly smaller in the cephalis. Patterns may be absent or exhibit regular stepped pore patterns. The cephalis is spherical to ovoid, with diameters or major axes ranging from 40 μm to 50 μm , while the thorax is bell-shaped, with a maximum width ranging from 60 μm to 100 μm . The mouth is poorly defined, with irregular edges. Some specimens may have small, secondary, conical, straight, and smooth spines, although they are usually absent.

Remarks: Due to the lack of diagnostic features, assigning them to a specific species is challenging. Additionally, some specimens may belong to the genus *Botryopera*, but as the morphological definitions of the latter have not been well established (Trubovitz et al., 2022), it is preferred to classify them as *Lophophaena*.

Género *Pteroscenium* Jørgensen, 1905

Pteroscenium pinnatum (Haeckel, 1887)

Lámina 20, Fig. 11

Pteroscenium pinnatum Haeckel, 1887, pl. 53, figs. 14, 16. – Takahashi, 1991, p. 114, pl. 36, figs. 8–9. – Sandoval, 2018, p. 124, pl. 7, fig. 7N.

Verticillata hexacantha Popofsky, 1913, p. 282, fig. In text 11. – Benson, 1966, p. 397, pl. 26, fig. 3. – Renz, 1976, p. 161, pl. 6, fig. 5.

Descripción: Esqueleto enrejado con forma de campana compuesto por un céfalo ensanchado más que alto (100 μm contra 40 μm , respectivamente), compuesto por una serie de arcos y barras que conforman la base para el esqueleto enrejado. Los poros son circulares a elípticos, de tamaños variables y sin un patrón de distribución específico. Presenta un prominente cuerno apical en el centro del céfalo, unido al anillo sagital. Así mismo, de los extremos del cuello emergen dos espinas, propagaciones de las espinas laterales, que se propagan hacia abajo, formando pies. El cuerno y los pies son lanceolados y lisos, el primero es recto y los segundos curvos, ambos con secciones distales puntiagudas. Posee espinas secundarias cónicas, lisas y rectas. El cuerno apical mide 50 μm y los pies pueden medir al menos 100 μm .

**Familia Pterocorythidae Haeckel, 1881,
emend. Moore, 1972**

Lámina 20, Fig. 12–20 / Lámina 21, Fig. 1–6

Descripción: Esqueletos enrejados con formas de campana estrecha, de dos o tres segmentos, pocos con un cuarto, y un cuerno apical y bocas bien desarrolladas, y patrones de poro escalonados.

Género *Anthocyrtidium* Haeckel, 1881

Anthocyrtidium ophirensis (Ehrenberg, 1872)

Lámina 20, Fig. 12

Anthocyrtis ophirensis Ehrenberg, 1872b, p. 285, pl. 9, fig. 13.

Anthocyrtidium ophirensis (Ehrenberg, 1872b) Molina–Cruz, 1977, p. 337, pl. 6, fig. 10. – Nigrini y Moore, 1979, p. N67, pl. 25, fig. 1.

Genus *Pteroscenium* Jørgensen, 1905

Pteroscenium pinnatum (Haeckel, 1887)

Plate 20, Fig. 11

Pteroscenium pinnatum Haeckel, 1887, pl. 53, figs. 14, 16. – Takahashi, 1991, p. 114, pl. 36, figs. 8–9. – Sandoval, 2018, p. 124, pl. 7, fig. 7N.

Verticillata hexacantha Popofsky, 1913, p. 282, fig. In text 11. – Benson, 1966, p. 397, pl. 26, fig. 3. – Renz, 1976, p. 161, pl. 6, fig. 5.

Description: The bell-shaped latticed skeleton is composed of an expanded cephalis that is wider than it is tall (100 μm compared to 40 μm , respectively), consisting of a series of arches and bars that form the framework of the latticed structure. The pores are circular to elliptical, with variable sizes and no specific distribution pattern. A prominent apical horn is present at the center of the cephalis, connected to the sagittal ring. Additionally, two spines emerge from the ends of the neck, which are extensions of the lateral spines, extending downward to form feet. The apical horn and feet are bladed and smooth, with the apical horn being straight and the feet being curved, both with pointed distal sections. The skeleton also features secondary conical spines that are smooth and straight. The apical horn measures 50 μm , and the feet can measure at least 100 μm .

**Family Pterocorythidae Haeckel, 1881,
emend. Moore, 1972**

Plate 20, Figs. 12–20 / Plate 21, Figs. 1–6

Description: The latticed skeletons have narrow bell-shaped forms with two or three segments, and some may have a fourth segment. They feature well-developed apical horns and mouths, as well as distinctive stepped pore patterns.

Genus *Anthocyrtidium* Haeckel, 1881

Anthocyrtidium ophirensis (Ehrenberg, 1872)

Plate 20, Fig. 12

Anthocyrtis ophirensis Ehrenberg, 1872b, p. 285, pl. 9, fig. 13.



– Takahashi, 1991, p. 126, pl. 43, figs. 1–7. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.152. – Sandoval, 2018, p. 131, plm15, fig. 15C, 15D.

Descripción: Esqueleto cónico acampanado enrejado, compuesto de céfalo y tórax. El céfalo es semiesférico hasta alargado, con un prominente cuerno apical con una base casi tan ancha como el diámetro del céfalo. El diámetro del céfalo es de 10 μm de diámetro. El cuerno apical puede medir hasta 30 μm , es de tipo lanceolado, recto y liso, con sección distal puntiaguda. El cuello suele ser largo, con una sutura cervical poco marcada. Los poros son circulares, de tamaños entre los 4 y los 13 μm y patrón escalonado. El tórax es acampanado compacto que se cierra hacia la boca, pudiendo ensancharse hasta 80 μm . La boca está bordeada por dientes cortos de tipo lanceolado que divergen al exterior. Carece de otros tipos de espinas. El diámetro de la boca es de alrededor de 50 μm a 60 μm . El largo desde la punta del cuerno apical hasta la boca es de alrededor de 120 μm .

Observaciones: Se distingue de *Lamprocyclas maritalis* Haeckel, 1887 por no tener abdomen y de *Anthocyrtidium zanguebaricum* (Ehrenberg 1872) por su céfalo más más amplio en comparación con el tórax y los grandes poros en la parte superior del céfalo.

Anthocyrtidium zanguebaricum
(Ehrenberg 1872)

Lámina 20, Fig. 13

Anthocyrtis zanguebarica Ehrenberg, 1872a, p. 301; 1872b, p. 285, pl. 9, fig. 12

Anthocyrtium zanguebaricum (Ehrenberg, 1872a)) Haeckel, 1887, p. 1277

Anthocyrtidium zanguebaricum (Ehrenberg, 1872a)) Nigrini, 1967, p. 58, pl. 6, fig. 4 – Renz, 1976, p. 143, pl. 6, fig. 18 – Nigrini y Moore, 1979, p. N69, pl. 25, fig. 2 – Johnson y Nigrini, 1980, p. 129, fig.-text. 12b, pl. 3, fig. 19 – Takahashi y Honjo, 1981, p.153, pl. 9, fig. 21 – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 16, fig. 3.

Descripción: Esqueleto enrejado de forma acampanada compacta, de dos segmentos diferenciados. Presenta poros circulares, en patrón regular escalonado y de tamaños homogéneos.

Anthocyrtidium ophirensense (Ehrenberg, 1872b) Molina-Cruz, 1977, p. 337, pl. 6, fig. 10. – Nigrini and Moore, 1979, p. N67, pl. 25, fig. 1. – Takahashi, 1991, p. 126, pl. 43, figs. 1-7. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.152. – Sandoval, 2018, p. 131, plm15, fig. 15C, 15D.

Description: The conical, bell-shaped latticed skeleton is composed of a cephalis and thorax. The cephalis ranges from semi-spherical to elongated, featuring a prominent apical horn with a base nearly as wide as the cephalis diameter. The cephalis has a diameter of 10 μm . The apical horn can measure up to 30 μm and is bladed, straight, and smooth, with a pointed distal section. The neck is usually long, with a faintly marked cervical suture. The pores are circular, ranging in size from 4 to 13 μm , and exhibit a staggered pattern. The thorax is bell-shaped compacted, narrows towards the mouth, and can widen up to 80 μm . The mouth is surrounded by short, bladed teeth that diverge outward. There are no other types of spines present. The diameter of the mouth is approximately 50 to 60 μm . The length from the tip of the apical horn to the mouth is around 120 μm .

Remarks: It can be distinguished from *Lamprocyclas maritalis* Haeckel, 1887 by the absence of an abdomen, and from *Anthocyrtidium zanguebaricum* (Ehrenberg 1872) by the wider cephalis compared to the thorax and the large pores on the upper part of the cephalis.

Anthocyrtidium zanguebaricum
(Ehrenberg 1872)
Plate 20, Fig. 13

Anthocyrtis zanguebarica Ehrenberg, 1872a, p. 301; 1872b, p. 285, pl. 9, fig. 12

Anthocyrtium zanguebaricum (Ehrenberg, 1872a) Haeckel, 1887, p. 1277

Anthocyrtidium zanguebaricum (Ehrenberg, 1872a)) Nigrini, 1967, p. 58, pl. 6, fig. 4. – Renz, 1976, p. 143, pl. 6, fig. 18. – Nigrini and Moore, 1979, p. N69, pl. 25, fig. 2. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 129, fig.-text. 12b, pl. 3, fig. 19. – Takahashi and Honjo, 1981, p.153, pl. 9, fig. 21. – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 16, fig. 3.

Description: The latticed skeleton has a compact bell-shaped form and is composed of

El céfalo es alargado, fusiforme, con forma esférica a piramidal en su cúspide y con grandes poros en la parte superior, la cual se estrecha hacia la zona donde se ubica el cuerno apical. El diámetro del céfalo es de aproximadamente 10 μm . El cuello es corto y la sutura cervical no es tan marcada. El tórax es acampanado y compacto, con un diámetro máximo de 55 μm a 60 μm , cerrándose hacia la boca. Carece de espinas. Los poros son circulares, de tamaños homogéneos y patrón regular escalonado, salvo los poros superiores del céfalo, que son de patrón regular alineado.

Observaciones: Se diferencia de *A. ophi-rense* por su tórax más estrecho y de *Lamproci-clas nigrinae* por la parte superior de su céfalo que es esférico a piramidal. En los especímenes vistos, faltaba el cuerno apical, el cual según la literatura existe este es lanceolado, además de la boca fragmentada, dejando ver en algunos la posible presencia de un peristoma.

**Género *Lamprocyclas* Haeckel, 1887,
emend. Nigrini, 1968**

Lamprocyclas maritalis Haeckel, 1887
Lámina 20, Fig. 14–16

Lamprocyclas maritalis Haeckel, 1887, p. 1390, pl. 74, figs. 13–14.

Lamprocyclas maritalis maritalis Haeckel, 1887 – Nigrini, 1967, p. 74–76, pl. 7, fig. 5. – Molina-Cruz, 1977, p. 337, pl. 7, figs. 8–9. – Nigrini y Moore, 1979, p. N75, pl. 25, fig. 4. – Johnson y Nigrini, 1980, p. 129, fig. In text 12d, pl. 3, fig. 21. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 154, pl. 9, fig. 26. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.158. – Baldessin, 2012, p. 50, pl. 16, fig. 13, 14. – Sandoval, 2018, p. 131, pl. 15, fig. 15K, 15L.

Descripción: Esqueleto enrejado de forma acampanada compuesta por tres segmentos. Sus poros son circulares y pueden estar o no dentro de un marco hexagonal, con patrones escalonados y tamaños homogéneos, siendo más pequeños hacia el céfalo y más grandes hacia la boca. El céfalo es esférico, con un prominente cuerno apical saliendo de este, de tipo lanceolado, liso recto o curvo, con sección distal puntiaguda. La base del cuerno es casi del mismo tamaño

two distinct segments. It exhibits circular pores arranged in a regular staggered pattern with uniform sizes. The cephalis is elongated and fusiform, with a spherical to pyramidal shape at the apex and large pores in the upper part, which narrows towards the area where the apical horn is located. The diameter of the cephalis is approximately 10 μm . The neck is short, and the cervical suture is not very pronounced. The thorax is bell-shaped and compact, with a maximum diameter of 55 to 60 μm , tapering towards the mouth. There are no spines present. The pores are circular, with uniform sizes and staggered patterns, except for the upper pores of the cephalis, which exhibit a regular aligned pattern.

Remarks: It differs from *A. ophi-rense* by having a narrower thorax and from *Lamproci-clas nigrinae* by the spherical to pyramidal shape of the upper part of the cephalis. In the observed specimens, the apical horn was missing, which is described in the literature as bladed. The mouth was fragmented, but in some specimens, a possible peristome could be observed.

**Genus *Lamprocyclas* Haeckel, 1887,
emend. Nigrini, 1968**

Lamprocyclas maritalis Haeckel, 1887
Plate 20, Figs. 14–16

Lamprocyclas maritalis Haeckel, 1887, p. 1390, pl. 74, figs. 13–14.

Lamprocyclas maritalis maritalis Haeckel, 1887 – Nigrini, 1967, p. 74–76, pl. 7, fig. 5. – Molina-Cruz, 1977, p. 337, pl. 7, figs. 8–9. – Nigrini and Moore, 1979, p. N75, pl. 25, fig. 4. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 129, fig. In text 12d, pl. 3, fig. 21. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 154, pl. 9, fig. 26. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.158. – Baldessin, 2012, p. 50, pl. 16, fig. 13, 14. – Sandoval, 2018, p. 131, pl. 15, fig. 15K, 15L.

Description: The latticed skeleton has a bell-shaped form composed of three distinct segments. Its pores are circular and may or may not be within a hexagonal frame, exhibiting a staggered pattern with uniform sizes. The pores



Lámina / Plate 20

Orden / Order Nassellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Plagoniidae Haeckel, 1881

Fig. 1. *Arachnocorallium stilla* Renaudie & Lazarus, 2015

Fig. 2. *Arachnocorys circumtexta* (Haeckel, 1862)

Fig. 3, 4. *Lithomelissa* sp.

Fig. 5. *Lophophaena macrencephala* Clark and Campbell, 1945

Fig. 6 – 8. *Lophophaena hispida* (Ehrenberg, 1872)

Fig. 9. 10. *Lophophaena* sp.

Fig. 11. *Pteroscenium pinnatum* (Haeckel, 1887)

Familia / Family Pterocorythidae Haeckel, 1881

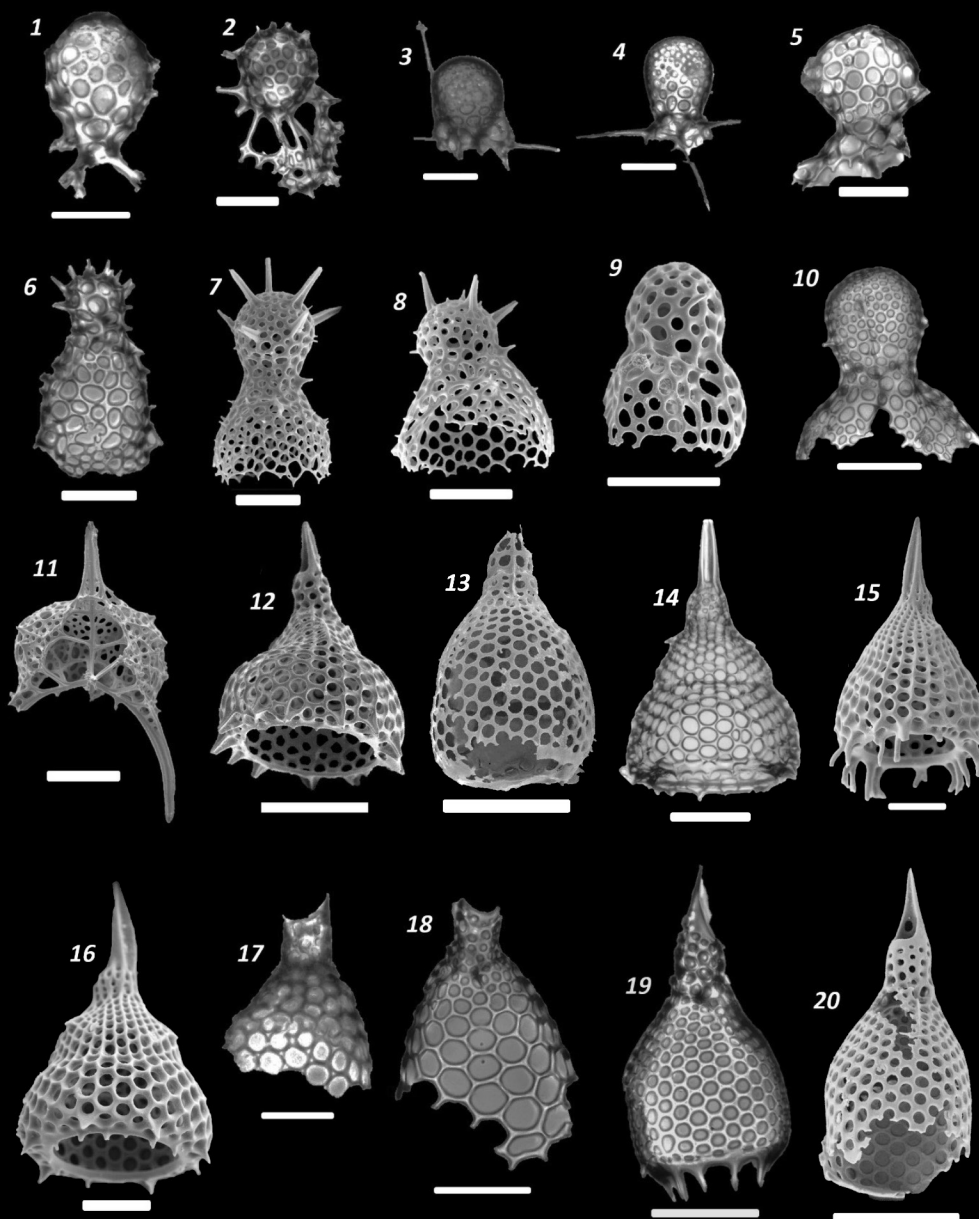
Fig. 12. *Anthocyrtidium ophirensense* (Ehrenberg, 1872)

Fig. 13. *Anthocyrtidium zanguebaricum* (Ehrenberg, 1872)

Fig. 14 – 16. *Lamprocyclas maritalis* Haeckel, 1887

Fig. 17 – 20. *Lamprocyrtis nigriniae* (Caulet, 1971)

Lámina / Plate 20





que el céfalo, el cual tiene un diámetro entre 10 μm a 25 μm . Su cuello es corto y poco marcado. El tórax tiene forma de campana, más estrecha que el abdomen, con diámetros de hasta 65 μm , que en algunos ejemplares pueden verse unas pequeñas alas que apenas resaltan, a modo de protuberancias, poco desarrolladas. El abdomen tiene diámetros de 100 μm en promedio hasta un máximo de 130 μm , es de forma acampanada, sin costillas, que se cierra hacia el final en la forma de una boca bien desarrollada con un diámetro de entre 60 μm y 70 μm , bordeada por numerosos dientes cónicos con surcos en su rádix y que divergen al exterior, siendo rectas o curvas, generalmente son cortas, de pocos micrones, hasta un máximo de 15 μm .

Observaciones: Se distingue de *A. ophirense* y *Lamprocyrtris nigriniaie* (Caulet, 1971) por poseer un abdomen.

Género *Lamprocyrtris* Kling, 1973

Lamprocyrtris nigriniaie (Caulet, 1971)

Lámina 20, Fig. 17–20

Conarachnium nigriniaie n.sp. Caulet, 1971, p. 3, pl. 3, figs. 1–4; pl. 4, figs. 1–4.

Lamprocyrtris nigriniaie (Caulet, 1971) – Nigrini y Moore, 1979, p. N81–N82, pl. 25, fig. 7. – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 43, figs. 17–19. – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.157. – Sandoval, 2018, p. 131, fig. 15N.

Descripción: Esqueleto enrejado en forma de campana compuesto por dos segmentos. El céfalo es semi cúbico a esférico achatado, con lados curvos a planos, con un cuerno apical, prominente en varios especímenes, de tipo lanceolado con una gran acanaladura que da al interior del céfalo. En algunos especímenes se puede presentar un cuerno ventral pequeño y poco definido. El cuello puede ser largo o corto, suturas cervicales marcadas. Los diámetros suelen rondar los 15 μm y el cuerno puede alcanzar los 25 μm de largo. El tórax es amplio y largo en comparación al céfalo, con largos máximos observados de 75 μm y diámetros de 60 μm . Su forma es acampanada estrecha, terminada en una boca, que en algunos ejemplares está bien desarrollada mientras en otros ni está

are smaller towards the cephalis and larger towards the mouth. The cephalis is spherical, with a prominent apical horn protruding from it. The apical horn is bladed in shape, smooth, and can be straight or curved, with a pointed distal end. The base of the horn is nearly the same size as the cephalis, which has a diameter ranging from 10 μm to 25 μm . The neck is short and not well-defined. The thorax has a bell shape, narrower than the abdomen, with diameters of up to 65 μm . In some specimens, small protuberances resembling undeveloped wings may be observed on the thorax. The abdomen has an average diameter of 100 μm , reaching a maximum of 130 μm . It is bell-shaped and lacks ribs, tapering towards the mouth, which is well-developed and has a diameter of 60 μm to 70 μm . The mouth is surrounded by numerous conical teeth with grooves in their radix, which diverge outward. The teeth can be straight or curved and are generally short, measuring a few microns, up to a maximum of 15 μm .

Remarks: It differs from *A. ophirense* and *Lamprocyrtris nigriniaie* (Caulet, 1971) by having an abdomen.

Genus *Lamprocyrtris* Kling, 1973

Lamprocyrtris nigriniaie (Caulet, 1971)

Plate 20, Fig. 17–20

Conarachnium nigriniaie n.sp. Caulet, 1971, p. 3, pl. 3, figs. 1–4; pl. 4, figs. 1–4.

Lamprocyrtris nigriniaie (Caulet, 1971) – Nigrini and Moore, 1979, p. N81–N82, pl. 25, fig. 7. – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 43, figs. 17–19. – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.157. – Sandoval, 2018, p. 131, fig. 15N.

Description: The latticed skeleton has a bell-shaped form composed of two distinct segments. The cephalis is semi-cubical to flattened spherical, with curved or flat sides. It features a prominent apical horn in several specimens, bladed in shape, with a large groove leading into the interior of the cephalis. In some specimens, a small and poorly defined ventral horn may be present. The neck can be either long or short, with marked cervical sutures. The diameters of the cephalis typically range

formada. La boca tiene diámetros de 50 μm , la cual puede tener en su periferia múltiples dientes cónicos, lisos y recto a levemente curvos, mirando hacia abajo. Los poros son circulares a hexagonales, de tamaños homogéneos en algunos y en otros exhibiendo un gradiente con los poros más pequeños hacia el céfalo y los más grandes hacia la boca, pero siempre en patrón escalonado.

Observaciones: Se distingue por su céfalo semi-cúbico, con algunos ejemplares mostrando una espina ventral.

**Género *Pterocorys* Haeckel, 1881,
emend. Petruschevskaya, 1971**

Pterocorys minythorax (Nigrini, 1968)

Lámina 21, Fig. 1

Theoconus minythorax n.sp. Nigrini, 1968, p. 57, pl. 1, fig. 8. – Molina-Cruz, 1977, p. 338, pl. 7, fig. 1.

Pterocorys minythorax (Nigrini, 1968) – Nigrini y Moore, 1979, p. N87, pl. 25, fig. 10. – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.156. – Baldessin, 2012, p. 50, pl. 17, figs. 9 y 10. – Sandoval, 2018, p. 132, fig. 15Q.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado compuesto por cuatro segmentos con suturas cervicales marcadas, pero la sutura entre abdomen y post-abdomen poco marcada. Los poros son circulares a elípticos, con tamaños variables, aunque mayormente son homogéneos, con patrones escalonados. El céfalo es ovoide, relativamente pequeño, con eje menor de 10 μm y mayor de 15 μm . Presenta un cuerno apical cónico con surcos en el radix, recta y lisa. El tórax es pequeño en comparación con los segmentos posteriores, con un diámetro de hasta 70 μm , con forma de campana y suturas cervicales marcadas. Presenta pequeñas alas que se extiende paralelamente al plano de las suturas, siendo cónicas o lanceoladas. El abdomen es acampanado, bien diferenciado del tórax, pero con una sutura difusa con el segmento post-abdominal. No se observa una boca desarrollada en los ejemplares observados. El diámetro del abdomen puede tener un máximo de 100 μm y el post-abdomen de 110 μm .

around 15 μm , while the apical horn can reach a length of 25 μm . The thorax is wider and longer compared to the cephalis, with maximum lengths observed up to 75 μm and diameters of 60 μm . It has a narrow bell shape, terminating in a mouth that may be well-developed in some specimens but absent in others. The mouth has a diameter of 50 μm and may have multiple conical teeth along its periphery, which are smooth, straight, or slightly curved, pointing downward. The pores are circular to hexagonal, exhibiting either uniform sizes or a gradient with smaller pores towards the cephalis and larger pores towards the mouth, always in a staggered pattern.

Remarks: It is distinguished by its semi-cubical cephalis, with some specimens showing a ventral spine.

**Genus *Pterocorys* Haeckel, 1881,
emend. Petruschevskaya, 1971**

Pterocorys minythorax (Nigrini, 1968)

Plate 21, Fig.1

Theoconus minythorax n.sp. Nigrini, 1968, p. 57, pl. 1, fig. 8. – Molina-Cruz, 1977, p. 338, pl. 7, fig. 1.

Pterocorys minythorax (Nigrini, 1968) – Nigrini and Moore, 1979, p. N87, pl. 25, fig. 10. – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.156. – Baldessin, 2012, p. 50, pl. 17, figs. 9 and 10. – Sandoval, 2018, p. 132, fig. 15Q.

Description: The latticed skeleton has a bell-shaped form composed of four segments, with marked cervical sutures but a less pronounced suture between the abdomen and post-abdomen. The pores are circular to elliptical, with variable sizes, although they are mostly homogeneous, arranged in staggered patterns. The cephalis is ovoid and relatively small, with a minor axis of 10 μm and a major axis of 15 μm . It features a conical apical horn with grooves on the radix, straight and smooth. The thorax is small compared to the posterior segments, with a diameter of up to 70 μm , bell-shaped, and with marked cervical sutures. It exhibits small wings that extend parallel to the suture plane, appearing conical or lanceolate.



Observaciones: Se diferencia de *Pterocorys zancleus* Haeckel, 1887 por tener un segmento post-abdominal y un tórax más amplio, de cao el mismo diámetro que el abdomen. Su forma general es más estrecha y alargada que *P. zancleus*.

Pterocorys zancleus Haeckel, 1887
Lámina 21, Fig. 2–4

Eucyrtidium zancleum n.sp. Müller, 1855, p. 672.

Pterocorys zancleus (Müller, 1855) – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.159. – Kamikuri et al., 2009, p. 732, fig. 11R. – Sandoval, 2018, p. 132, figs. 15R y 15S.

Descripción: Esqueleto acampanado enrejado compuesto de tres segmentos bien diferenciados, casi esféricos. Las suturas son marcadas o difusas, en ocasiones sobresaliendo del perfil de campana del esqueleto. Los poros son circulares a irregulares, de tamaños homogéneos, y patrón escalonado. El céfalo es ovoide, en ocasiones levemente hundido en el tórax (Lám. 21, fig. 3), con un cuerno apical cónico a lanceolado, recto y liso, generalmente apenas más largo que el céfalo (30 μm –40 μm), que puede estar ausente en algunos ejemplares. Ciertos ejemplares pueden mostrar espinas laterales cónicas, horizontales al plano de las suturas, corto en la mayoría de las ocasiones. El cuello puede ser reducido a ausente. El tórax es amplio, en forma de campana, con grandes alas emergiendo de estos, de tipo lanceolado, lisas y rectas a levemente curvas. Sus diámetros pueden alcanzar el diámetro del abdomen o ser un poco menores, rondando entre 100 μm y 150 μm . El abdomen es en forma de campana casi esférica, que se cierra hacia la zona de la boca, la cual está ausente en un ejemplar. Dicha boca tiene diámetros no mayores a 100 μm , bordeada por dientes, a veces en dos capas de dientes (borales y orales) de tipo cónico, liso y levemente curvado hacia abajo y al interior, siendo generalmente cortos (cerca de 20 μm). El diámetro del abdomen se ubica entre 120 μm y 150 μm .

The abdomen is bell-shaped and well-differentiated from the thorax but with a diffuse suture with the post-abdominal segment. No well-developed mouth is observed in the examined specimens. The diameter of the abdomen can reach up to 100 μm , while the post-abdomen measures 110 μm .

Remarks: It can be distinguished from *Pterocorys zancleus* Haeckel, 1887 by the presence of a post-abdominal segment and a wider thorax, which has a diameter like the abdomen. Its overall shape is narrower and elongated compared to *P. zancleus*.

Pterocorys zancleus Haeckel, 1887
Plate 21, Figs. 2–4

Eucyrtidium zancleum n.sp. Müller, 1855, p. 672.

Pterocorys zancleus (Müller, 1855) – Boltovskoy, 1998, p. 82, fig. 15.159. – Kamikuri et al., 2009, p. 732, fig. 11R. – Sandoval, 2018, p. 132, figs. 15R and 15S.

Description: The latticed skeleton has a bell-shaped form composed of three well-differentiated segments, nearly spherical. The sutures can be either pronounced or diffuse, sometimes protruding from the profile of the bell-shaped skeleton. The pores are circular to irregular in shape, with homogeneous sizes and a staggered pattern. The cephalis is ovoid, occasionally slightly recessed in the thorax (Pl. 21, Fig. 3), and it features a conical to lanceolate apical horn, straight and smooth, generally just slightly longer than the cephalis (30 μm –40 μm), which may be absent in some specimens. Certain specimens may exhibit conical lateral spines, oriented horizontally to the plane of the sutures, and they are usually short. The neck can be reduced or absent. The thorax is wide, bell-shaped, with large wings emerging from it, bladed, smooth, and straight to slightly curved. Its diameter can reach the same size as the abdomen or be slightly smaller, ranging from 100 μm to 150 μm . The abdomen is almost spherical in bell shape, closing towards the mouth region, which may be absent in some specimens. The mouth has a diameter

Observaciones: Se distingue de *P. minythorax* por su tórax más ancho, similar en diámetro del abdomen y su forma general más ancha.

Género *Theocorythium* Haeckel, 1887

Theocorythium trachelium (Ehrenberg, 1872)

Lámina 21, Fig. 5 y 6

Eucyrtidium trachelius Ehrenberg, 1872a, p. 312; 1872b, p. 293, pl. 7, fig. 8.

Theocyrtis trachelius (Ehrenberg, 1872a) Haeckel, 1897, p. 1405.

Theocorytium trachelium trachelium (Ehrenberg, 1872a) Nigrini, 1967, p. 79, pl. 8, fig. 2; pl. 9, fig. 2. – Johnson y Nigrini, 1980, p. 135, fig.-text. 13e, pl. 4, fig. 3.

Theocorytium trachelium (Ehrenberg, 1872a) Renz, 1976, p. 147, pl. 6, fig. 13. – Riedel y Sanfilippo, 1978, p. 76, pl. 9, fig. 17. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 17, figs. 15 y 16.

Descripción: Esqueleto acampanado estrecho de tipo enrejado, con patrones de poro escalonado y poros circulares a hexagonales, con tamaños homogéneos. Se compone de tres segmentos. El céfalo es esférico a semiesférico, con diámetros de 15 μm . Posee un prominente cuerno apical cónico con surcos en su rádix. Es recto y liso. El cuello es prominente, con sutura cervical difusa. El tórax es acampanado, pudiendo ser más cónico en su parte superior y más esférico hacia la parte inferior. Puede ser más ancho que el abdomen, con diámetros entre 60 μm y 70 μm en sus partes más anchas. Carece de alas o espinas de cualquier tipo. El abdomen es más cilíndrico a levemente acampanado, con diámetros de 60 μm y suturas cervicales marcadas o difusas. El abdomen concluye y se estrecha hacia el final para la formación de la boca, la cual tiene diámetros de no más de 40 μm , bordeada por dientes cónicos cortos, lisos y rectos. La forma general de algunos ejemplares, la mayoría, recuerda al de una botella.

Observaciones: Se diferencia de *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, 1861 por tener un único cuerno y poseer un abdomen, además de su patrón de poros de tipo escalonado.

of no more than 100 μm and is bordered by teeth, sometimes arranged in two layers (boral and oral), conical, smooth, and slightly curved downward and inward. These teeth are generally short, around 20 μm in length. The diameter of the abdomen ranges from 120 μm to 150 μm .

Remarks: It can be distinguished from *P. minythorax* by its wider thorax, which is similar in diameter to the abdomen, and its overall wider shape.

Genus *Theocorythium* Haeckel, 1887

Theocorythium trachelium (Ehrenberg, 1872)

Plate 21, Figs. 5–6

Eucyrtidium trachelius Ehrenberg, 1872a, p. 312; 1872b, p. 293, pl. 7, fig. 8.

Theocyrtis trachelius (Ehrenberg, 1872b). – Haeckel, 1897, p. 1405.

Theocorytium trachelium trachelium (Ehrenberg, 1872b). – Nigrini, 1967, p. 79, pl. 8, fig. 2; pl. 9, fig. 2. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 135, fig.-text. 13e, pl. 4, fig. 3.

Theocorytium trachelium (Ehrenberg, 1872b) Renz, 1976, p. 147, pl. 6, fig. 13. – Riedel and Sanfilippo, 1978, p. 76, pl. 9, fig. 17. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 17, figs. 15 and 16.

Description: The narrow bell-shaped skeleton is of latticed type, with staggered pore patterns and circular to hexagonal pores of homogeneous sizes. It consists of three segments. The cephalis is spherical to semi-spherical, with a diameter of 15 μm . It features a prominent conical apical horn with grooves on its radix. The horn is straight and smooth. The neck is prominent, with a diffuse cervical suture. The thorax is bell-shaped, potentially more conical at the upper part and more spherical towards the lower part. It may be wider than the abdomen, with diameters ranging from 60 μm to 70 μm at its widest point. It lacks wings or any type of spines. The abdomen is more cylindrical to slightly bell-shaped, with diameters of 60 μm and distinct or diffuse cervical sutures. The abdomen tapers and narrows towards the end to form the mouth, which has diameters of no more than 40 μm . The mouth is bordered by short, smooth, and straight conical



Familia Theoperidae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1967a in Banner et al., 1967
 Lámina 21, Fig. 7–15 / Lámina 22, Fig. 1–12

Descripción: Esqueletos con formas de campana o de sombrero, compuestos de al menos dos segmentos bien diferenciados, destacados por sus formas alargadas en la gran mayoría de los taxones.

Género *Cycladophora* Ehrenberg, 1846
Cycladophora davisiana Ehrenberg, 1861
 Lámina 21, Fig. 7

Cycladophora (?) *davisiana* n.sp. Ehrenberg, 1861, p. 297.

Cycladophora davisiana Molina-Cruz, 1977, pl. 7, fig. 19. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.131. – Baldessin, 2012, p. 42, pl. 16, figs. 4–6. – Sandoval, 2018, p. 125, figs. 8J y 8K.

Theocalyptra davisiana (Ehrenberg, 1861) – Nigrini y Moore, 1979, pl. 24, figs. 2a, b.

Descripción: Esqueleto enrejado en forma de campana alargada compuesto de dos segmentos bien diferenciados. Los poros son circulares a hexagonales con patrones regulares alineados, con gradación de tamaño entre el céfalo y la parte superior del tórax. El céfalo es esférico, con un cuerno apical y uno ventral, que en algunos ejemplares puede estar ausente uno o ambos. Estos son cónicos con surcos en sus raíces. El diámetro del céfalo suele rondar los 15 µm y los 20 µm, mientras el tórax tiene diámetros de hasta 60 µm. El tórax es acampanado y alargado, con un perfil lineal o levemente curvado, terminando en una boca poco definida, bordeada por barras menores, lo que hace pensar que la boca a un no está desarrollada y el tórax continúa su crecimiento. Generalmente, los poros hexagonales se ubican en el tórax. El largo de este suele rondar los 120 µm como máximo.

Observaciones: Se diferencia de *T. trachelium* por tener dos cuernos, sus poros alineados, y un perfil más acampanado que de botella, además de carecer de abdomen y boca definida.

teeth. The overall shape of some specimens, mostly, resembles that of a bottle.

Remarks: It can be distinguished from *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, 1861 by having a single horn and possessing an abdomen, in addition to its staggered pore pattern.

Family Theoperidae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1967a in Banner et al., 1967
 Plate 21, Figs. 7–15 / Plate 22, Figs. 1–12

Description: The skeletons have bell-shaped or hat-shaped forms and are composed of at least two well-differentiated segments. They are characterized by their elongated shapes in most taxa.

Genus *Cycladophora* Ehrenberg, 1846
Cycladophora davisiana Ehrenberg, 1861
 Plate 21, Fig. 7

Cycladophora (?) *davisiana* n.sp. Ehrenberg, 1861, p. 297.

Cycladophora davisiana Molina-Cruz, 1977, pl. 7, fig. 19. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.131. – Baldessin, 2012, p. 42, pl. 16, figs. 4–6. – Sandoval, 2018, p. 125, figs. 8J and 8K.

Theocalyptra davisiana (Ehrenberg, 1861). – Nigrini and Moore, 1979, pl. 24, figs. 2a, b.

Description: The skeletons have an elongated bell-shaped latticed structure composed of two well-differentiated segments. The pores are circular to hexagonal with regular aligned patterns, showing a size gradient between the cephalis and the upper part of the thorax. The cephalis is spherical, with an apical horn and a ventral horn, although in some specimens one or both horns may be absent. These horns are conical with grooves in their radices. The diameter of the cephalis usually ranges from 15 µm to 20 µm, while the thorax can reach diameters of up to 60 µm. The thorax is elongated and bell-shaped, with a linear or slightly curved profile, terminating in a poorly defined mouth bordered by smaller bars, indicating that the mouth is not fully developed, and the thorax continues to grow. Hexagonal pores are typically located in the thorax. The maximum length of the thorax is generally around 120 µm.

Género *Corocalyptra* Haeckel, 1887

Corocalyptra cervus (Ehrenberg, 1872)

Lámina 21, Fig. 8

Eucyrtidium cervus Ehrenberg 1872, p. 308.

Corocalyptra cervus (Ehrenberg, 1872) – Takahashi, 1991, p. 112, pl. 33, figs. 9–12. – Boltovskoy, 1998, p. 71, fig. 15.128. – Baldessin, 2012, p. 40, pl. 15, fig. 1–3, 6. – Sandoval, 2018, p. 125, pl. 8, fig. 8H.

Descripción: Esqueleto enrejado con forma de sombrero alargado compuesto de dos segmentos bien definidos, con un céfalo mucho menor en tamaño en comparación con el resto del esqueleto. Los poros son circulares a hexagonales, con gradación de tamaño, siendo los mayores los ubicados hacia el final del tórax y los más pequeños en el céfalo. Muestran un patrón alineado. El céfalo es reducido, de no más de 8 µm de diámetro, es esférico y con poros muy pequeños. Presenta hasta dos cuernos, apical y ventral, con uno o ambos ausentes en ciertos ejemplares. Estos son cónicos, rectos y lisos. El tórax es de gran tamaño, acampanado de perfil cónico, con diámetros que pueden llegar a poco más de 110 µm en su máximo tamaño, con forma de campana abierta, carente de costillas. Sus poros son mayormente hexagonales. Al final de este parece comenzar a formarse un nuevo segmento, pero este parece ser más una ornamentación enrejada, de poros circulares a hexagonales, que se extiende paralela al eje de las suturas, sin espinas. Este estrecho de no más de 10 µm de ancho, simulando las alas de un sombrero.

Observaciones: Se diferencia de *Eucecryphalis tricostratus* (Haeckel, 1887) por su ala corta y la presencia de cuernos en su céfalo y su tórax largo.

Género *Eucecryphalus* Haeckel, 1861

Eucecryphalus tricostratus (Haeckel, 1887)

Lámina 21, Fig. 9 y 10

Theopilium tricostratum Haeckel, 1887, p. 1322, pl. 70, fig. 6. – Popofsky, 1913, p. 375, pl. 37, fig. 6. – Benson, 1966, p. 444, pl. 30, figs.

Remarks: It can be distinguished from *T. trachelium* by the presence of two horns, the aligned pores, a more bell-shaped profile rather than a bottle shape, and the absence of an abdomen and a well-defined mouth.

Genus *Corocalyptra* Haeckel, 1887

Corocalyptra cervus (Ehrenberg, 1872)

Plate 21, Fig. 8

Eucyrtidium cervus Ehrenberg 1872, p. 308.

Corocalyptra cervus (Ehrenberg, 1872). – Takahashi, 1991, p. 112, pl. 33, figs. 9–12. – Boltovskoy, 1998, p. 71, fig. 15.128. – Baldessin, 2012, p. 40, pl. 15, figs. 1–3, 6. – Sandoval, 2018, p. 125, pl. 8, fig. 8H.

Description: Latticed skeleton with an elongated hat-like shape composed of two well-defined segments, with a much smaller cephalis compared to the rest of the skeleton. The pores are circular to hexagonal, showing a size gradient, with the largest pores located towards the end of the thorax and the smallest pores in the cephalis. They exhibit an aligned pattern. The cephalis is reduced in size, measuring no more than 8 µm in diameter, and is spherically shaped with very small pores. It can have up to two horns, an apical horn, and a ventral horn, although one or both may be absent in certain specimens. These horns are conical, straight, and smooth. The thorax is large, bell-shaped with a conical profile, reaching diameters of just over 110 µm at its maximum size. It has an open bell-shape and lacks ribs. The pores in the thorax are mostly hexagonal. Towards the end of the thorax, a new segment appears to be forming, but it seems to be more of an ornamental latticed structure with circular to hexagonal pores, extending parallel to the axis of the sutures, and without spines. It is narrow, measuring no more than 10 µm in width, resembling the wings of a hat.

Remarks: It can be distinguished from *Eucecryphalis tricostratus* (Haeckel, 1887) by its short wing and the presence of horns on its cephalis and long thorax.



1, 2. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 152, pl. 8, fig. 12.

Eucecryphalus tricosatus (Haeckel, 1887) emend. Takahashi, 1991, p. 110, pl. 33, figs. 4, 6. – Baldessin, 2012, p. 41, pl. 15, fig. 10–13. – Sandoval, 2018, p. 126, pl. 9, fig. 9H, 9I, 9J, 9K.

Descripción: Esqueleto enrejado con forma de sombrero estrecho compuesto de dos segmentos claramente distinguibles. El céfalo tiene un diámetro no mayor a 7 μm y es esférico, compuesto por un solo lóbulo o dos, sin cuernos ni espinas, y una sutura cervical difusa. El tórax, de 75 μm en su máximo diámetro, es acampanado y su diámetro aumenta rápidamente. Los poros en su esqueleto son circulares a hexagonales, con gradación de tamaño donde los más pequeños se ubican en el céfalo, que puede parecer imperforado, y de mayores dimensiones hacia el final del tórax. Los tamaños son de hasta 15 μm . El patrón de los poros es alineado a escalonado. Hacia la parte media del tórax, se produce un torcimiento de forma que el plano de la segunda porción del tórax sea perpendicular al plano de la sutura cervical. Dicho torcimiento puede tener un anillo imperforado, que puede alcanzar diámetros de 60 μm .

Observaciones: Se diferencia de *C. cervus* por su céfalo libre de cuernos, su ala de sombrero más amplia y su tórax corto. Se distingue de *Lampromitra cracenta* Takahashi, 1991 por su carecer de costillas y espinas en su tórax.

Género *Lampromitra* Haeckel, 1887

Lampromitra cracenta Takahashi, 1991

Lámina 21, Fig. 11 y 12

Lampromitra cf. *coronata* Benson, 1966, p. 452, pl. 30, figs. 9, 10.

Lampromitra cracenta n. sp. Takahashi, 1991, p. 109, pl. 32, figs. 4, 5. – Baldessin, 2012, p. 41, pl. 12, fig. 2.

Descripción: Esqueleto enrejado con forma de sombrero estrecho, con dos segmentos bien diferenciados. El céfalo es pequeño, de entre 15 a 20 μm de diámetro, sin cuernos ni espinas. Los poros son circulares, de patrón regular alineado y diámetros entre 2 y 25 μm . Su cuello es corto. El tórax puede alcanzar

Genus *Eucecryphalus* Haeckel, 1861

Eucecryphalus tricosatus (Haeckel, 1887)

Plate 21, Figs. 9–10

Theopilium tricosatum Haeckel, 1887, p. 1322, pl. 70, fig. 6. – Popofsky, 1913, p. 375, pl. 37, fig. 6. – Benson, 1966, p. 444, pl. 30, figs. 1, 2. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 152, pl. 8, fig. 12.

Eucecryphalus tricosatus (Haeckel, 1887) emend. – Takahashi, 1991, p. 110, pl. 33, figs. 4, 6. – Baldessin, 2012, p. 41, pl. 15, figs. 10–13. – Sandoval, 2018, p. 126, pl. 9, fig. 9H, 9I, 9J, 9K.

Description: Hat-like narrow latticed skeleton composed of two distinguishable segments. The cephalis has a diameter of no more than 7 μm and is spherical, consisting of either a single lobe or two lobes, without horns or spines, and with a diffuse cervical suture. The thorax, with a maximum diameter of 75 μm , is bell-shaped and rapidly increases in diameter. The pores in the skeleton are circular to hexagonal, exhibiting a size gradient where the smaller pores are in the cephalis, which may appear imperforate, and larger pores are found towards the end of the thorax. The pore sizes can reach up to 15 μm . The pattern of the pores is aligned or staggered. In the middle part of the thorax, there is a twisting in such a way that the plane of the second portion of the thorax is perpendicular to the plane of the cervical suture. This twisting can have an imperforate ring, which can reach diameters of 60 μm .

Remarks: It can be distinguished from *C. cervus* by its cephalis without horns, its wider hat-like wing, and its short thorax. It is distinguished from *Lampromitra cracenta* Takahashi, 1991 by the absence of ribs and spines in its thorax.

Genus *Lampromitra* Haeckel, 1887

Lampromitra cracenta Takahashi, 1991

Plate 21, Figs. 11–12

Lampromitra cf. *coronata* Benson, 1966, p. 452, pl. 30, figs. 9, 10.

Lampromitra cracenta n. sp. Takahashi, 1991, p. 109, pl. 32, figs. 4, 5. – Baldessin, 2012, p. 41, pl. 12, fig. 2.

diámetros de hasta 200 μm y posee poros circulares, elípticos e irregulares, con patrones escalonados y con gradación doble, aumentando de tamaño a partir de la sutura cervical e invirtiéndose 10 μm antes del borde del tórax. Cuenta con tres costillas, dispuestas en forma de “Y”, con ángulos de 120° entre ellas, que nacen en el céfalo y se extienden más allá del borde del tórax en la forma de pies o dientes de tipo cónico o lanceolado, rectas y lisas. El borde del tórax se compone de un pequeño aro de material imperforado, similar a una costilla, de la cual radian múltiples espinas secundarias de tipo cónicas, lisas y rectas o curvas. Las espinas no superan los 10 μm .

Observaciones: Se distingue de *E. tricos-tatus* por sus múltiples espinas en la periferia del borde terminal del tórax, además de las tres costillas radiales.

Género *Cornutella* Ehrenberg, 1838

Cornutella profunda Ehrenberg, 1856

Lámina 21, Fig. 13

Cornutella profunda Ehrenberg, 1858, p. 31. – Nigrini, 1967, p. 60, pl. 6, figs. 5a–5c. – Renz, 1976, p. 149, pl. 7, fig. 11. – Kling, 1979, p. 309, pl. 1, fig. 21. – Boltovskoy y Riedel, 1980, p. 123, pl. 5, fig. 6. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 152, pl. 8, fig. 9. – Takahashi, 1991, p. 113, pl. 35, fig. 3–9. – Boltovskoy, 1998, p. 71, fig. 15.127. – Baldessin, 2012, p. 48, pl. 19, fig. 3, 4. – Sandoval, 2018, p. 125, fig. 8I.

Descripción: Esqueleto enrejado alargado con forma de campana cónica con segmentos poco diferenciados entre sí. Se componen de poros circulares, algunos en marcos semi-hexagonales, con patrón escalonado y gradación de tamaño, donde los más pequeño están más cerca del céfalo. El céfalo es esférico a levemente ovoide, con diámetros cercanos a los 5 μm . Este es poco visible en la mayoría de los ejemplares. El resto del esqueleto se puede componer de un tórax hasta un abdomen poco desarrollado, en forma de campana alargada. Las suturas son poco visibles, pero en ciertos ejemplares se marca mejor que en otros. El largo total del esqueleto puede alcanzar los 100

Description: Narrow hat-shaped latticed skeleton with two well-differentiated segments. The cephalis is small, measuring between 15 to 20 μm in diameter, without horns or spines. The pores are circular, with a regular aligned pattern and diameters ranging from 2 to 25 μm . The neck is short. The thorax can reach diameters of up to 200 μm and exhibits circular, elliptical, and irregular pores with staggered patterns and a double gradation, increasing in size from the cervical suture and reversing 10 μm before the thorax edge. It has three ribs arranged in a “Y” shape, with angles of 120° between them, originating from the cephalis and extending beyond the thorax edge in the form of cone-shaped or bladed teeth, straight and smooth. The thorax edge is composed of a small imperforate ring, like a rib, from which multiple by-spines radiate. These spines are conical, smooth, and straight or curved, measuring no more than 10 μm .

Remarks: It can be distinguished from *E. tricos-tatus* by the presence of multiple spines on the periphery of the terminal edge of the thorax, in addition to the three radial ribs.

Genus *Cornutella* Ehrenberg, 1838

Cornutella profunda Ehrenberg, 1856

Plate 21, Fig. 13

Cornutella profunda Ehrenberg, 1858, p. 31. – Nigrini, 1967, p. 60, pl. 6, figs. 5a–5c. – Renz, 1976, p. 149, pl. 7, fig. 11. – Kling, 1979, p. 309, pl. 1, fig. 21. – Boltovskoy and Riedel, 1980, p. 123, pl. 5, fig. 6. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 152, pl. 8, fig. 9. – Takahashi, 1991, p. 113, pl. 35, fig. 3–9. – Boltovskoy, 1998, p. 71, fig. 15.127. – Baldessin, 2012, p. 48, pl. 19, fig. 3, 4. – Sandoval, 2018, p. 125, fig. 8I.

Description: Elongated bell-shaped latticed skeleton with segments that are not well differentiated. It is composed of circular pores, some arranged in semi-hexagonal frames, with a staggered pattern and size gradation, with smaller pores closer to the cephalis. The cephalis is spherical to slightly ovoid, with diameters around 5 μm . It is barely visible in most specimens. The rest of the skeleton may consist of a



Lámina / Plate 21

Orden / Order Nassellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Pterocorythidae Haeckel, 1881

Fig. 1. *Pterocorys minythorax* (Nigrini, 1968)

Fig. 2 – 4. *Pterocorys zancleus* Haeckel, 1887

Fig. 5, 6. *Theocorythium trachelium* (Ehrenberg, 1872)

Familia / Family Theoperidae Haeckel, 1881

Fig. 7. *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, 1861

Fig. 8. *Corocalyptra cervus* Ehrenberg, 1872

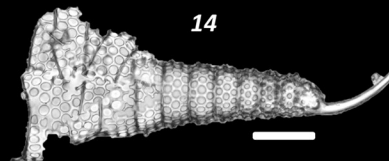
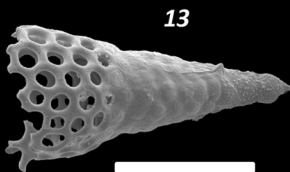
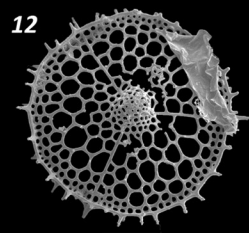
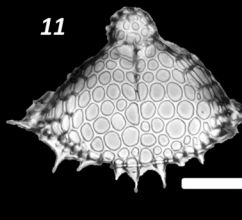
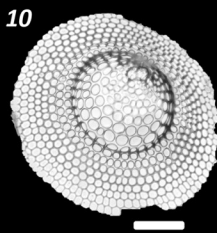
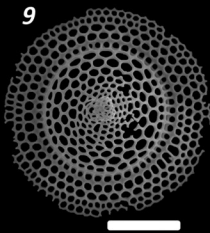
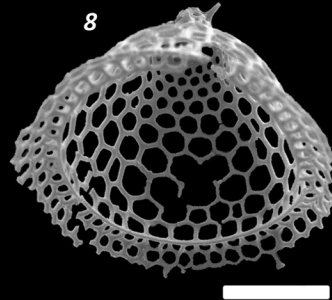
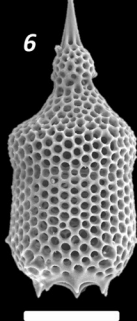
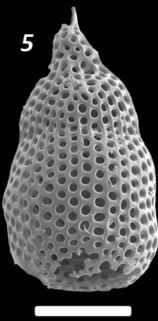
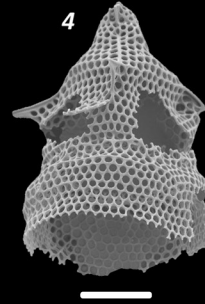
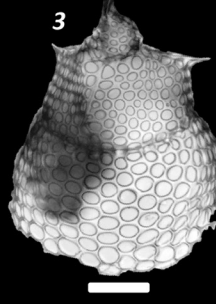
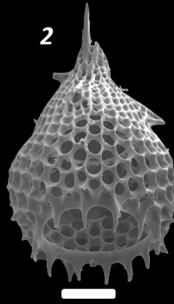
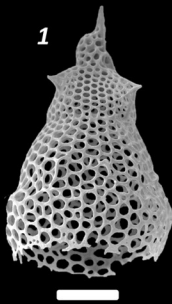
Fig. 9, 10. *Eucecryphalus tricostatus* (Haeckel, 1887)

Fig. 11, 12. *Lampromitra cracenta* Takahashi, 1991

Fig. 13. *Cornutella profunda* Ehrenberg, 1856

Fig. 14. *Cyrtopera laguncula* Haeckel, 1887

Lámina / Plate 21





µm o más, sin embargo, no se muestran bocas definidas ni espinas de ningún tipo.

Género *Cyrtopera* Haeckel, 1881

Cyrtopera laguncula Haeckel, 1887

Lámina 21, Fig. 14

Cyrtopera laguncula Haeckel, 1887, p. 1451, pl. 75, fig. 10. – Benson, 1966, p. 510, pl. 35, figs. 3 y 4. – Casey, 1971, pl. 23.1, fig. 10. – Renz, 1976, p. 120, pl. 4, fig. 7. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 153, p. 9, fig. 14. – Takahashi, 1991, p. 119, pl. 40, figs. 3–6. – Baldessin, 2012, p. 46, pl. 19, fig. 5.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado y multisegmentado (de hasta 12 segmentos), de más de 200 µm de largo (sin contar el cuerno apical) con suturas bien marcadas, algunas con anillos de material imperforado, y segmentos en forma de dona. Los poros son circulares a hexagonales, con patrones escalonados, y gradación de tamaño con poros más pequeños hacia el céfalo. El céfalo es pequeño, con diámetros de 10 µm, del que resalta un prominente cuerno apical cónico y liso, marcadamente curvo, de más de 50 µm de largo, con leves surcos en su rádix. Los segmentos posteriores son idénticos entre sí, variando solo su tamaño y ancho, así como en los poros, que cada vez se hacen más hexagonales. No se logra observar bocas ni terminaciones definidas. A parte del cuerno, no parecen observarse más espinas en el esqueleto.

Género *Eucyrtidium* Ehrenberg, 1847, emend. Nigrini, 1967

Eucyrtidium acuminatum Ehrenberg, 1854

Lámina 22, Fig. 1–2

Lithocampe acuminatum Ehrenberg, 1844, p. 84.

Eucyrtidium acuminatum (Ehrenberg 1844). – Ehrenberg, 1854, p. 43, pl. 22, fig. 27. – Popofsky, 1913, p. 406, fig. In text 127. – Nigrini, 1967, p. 81, pl. 8, figs. 3a, 3b. – Renz, 1976, p. 130, pl. 5, fig. 5. – Nigrini y Moore, 1979, p. N61, pl. 24, figs. 3a, 3b. – Johnson y Nigrini,

poorly developed thorax or even an underdeveloped abdomen, in the form of an elongated bell. The sutures are not clearly visible, but in certain specimens, they may be more pronounced than in others. The total length of the skeleton can reach 100 µm or more, however, no well-defined mouths or spines are present.

Genus *Cyrtopera* Haeckel, 1881

Cyrtopera laguncula Haeckel, 1887

Plate 21, Figs. 14

Cyrtopera laguncula Haeckel, 1887, p. 1451, pl. 75, fig. 10. – Benson, 1966, p. 510, pl. 35, figs. 3 and 4. – Casey, 1971, pl. 23.1, fig. 10. – Renz, 1976, p. 120, pl. 4, fig. 7. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 153, p. 9, fig. 14. – Takahashi, 1991, p. 119, pl. 40, figs. 3–6. – Baldessin, 2012, p. 46, pl. 19, fig. 5.

Description: The latticed skeleton is bell-shaped and composed of multiple segments (up to 12 segments), extending over 200 µm in length (excluding the apical horn). The sutures are well-defined, with some segments displaying rings of imperforated material, giving them a donut shape. The pores are circular to hexagonal, arranged in staggered patterns, with a size gradation featuring smaller pores towards the cephalis. The cephalis itself is small, with diameters of 10 µm. It features a prominent, conical, and smooth apical horn that is markedly curved, measuring over 50 µm in length, with slight grooves in its radix. The posterior segments are identical in appearance, varying only in size and width. The pores in these segments become increasingly hexagonal. No well-defined mouths or terminations are observed. Apart from the apical horn, no other spines are visible in the skeleton.

Genus *Eucyrtidium* Ehrenberg, 1847, emend. Nigrini, 1967

Eucyrtidium acuminatum Ehrenberg, 1854

Plate 22, Figs. 1–2

Lithocampe acuminatum Ehrenberg, 1844, p. 84.

Eucyrtidium acuminatum (Ehrenberg, 1844). – Ehrenberg, 1854, p. 43, pl. 22, fig. 27.

1980, p. 129, fig. in tex 11d, pl. 3, fig. 15. – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 19, fig. 7.

Eusyringium siphonostoma Haeckel, 1887, p. 1499, pl. 80, fig. 14. – Benson, 1966, p. 498, pl. 34, figs. 6–9.

Stichopilium rapaeformis Popofsky, 1913, p. 404, fig. in text 126.

Descripción: Esqueleto enrejado alargado con forma de campana de perfil ovoide, muy estrecha en sus extremos. Multisegmentado. El céfalo puede ser estrecho, generalmente esférico a ovoide, llegando a estrecharse en su parte cuspidal culminado por un cuerno apical corto, de tipo cónico o lanceolado. La sutura cervical es marcada. El tórax es más estrecho que los segmentos posteriores. La sutura entre el tórax y el abdomen es marcada. El resto de las suturas suelen tener un anillo imperforado interno. Los segmentos posteriores al céfalo son acampañados. En su sección terminal cuenta con una boca estrecha (ausente en algunos ejemplares), de entre 5 μm y 10 μm , bordeada por un pequeño peristoma delgado e imperforado (Lám. 22, fig. 2), no presente en todos los ejemplares. El largo total del esqueleto puede llegar a superar los 200 μm .

Observaciones: Se distingue por su forma definida ovoide de periferia curva con pocas deformaciones, en contraste claro con *Eucyrtidium anomalum* Haeckel, 1862, y su estrechamiento hacia la porción terminal del esqueleto, que no ocurre en *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, 1887.

Eucyrtidium anomalum Haeckel, 1862

Lámina 22, Fig. 3–4

Eucyrtidium anomalum n.sp. Haeckel, 1862, p. 323, pl. 7, figs. 11–13. – Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 100, pl. 5, fig. 1. – Boltovskoy, 1998, p. 75, fig. 15.138. – Baldessin, 2012, p. 155, pl. 19, fig. 8. – Sandoval, 2018, p. 126, fig. 10A.

Descripción: Esqueleto enrejado y alargado, con forma de campana, multisegmentado, con un perfil irregular debido a los múltiples hundimientos en los distintos segmentos. El céfalo se distingue por su forma

– Popofsky, 1913, p. 406, fig. In text 127. – Nigrini, 1967, p. 81, pl. 8, figs. 3a, 3b. – Renz, 1976, p. 130, pl. 5, fig. 5. – Nigrini and Moore, 1979, p. N61, pl. 24, figs. 3a, 3b. – Johnson and Nigrini, 1980, p. 129, fig. in tex 11d, pl. 3, fig. 15. – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 19, fig. 7.

Eusyringium siphonostoma Haeckel, 1887, p. 1499, pl. 80, fig. 14. – Benson, 1966, p. 498, pl. 34, figs. 6–9.

Stichopilium rapaeformis Popofsky, 1913, p. 404, fig. in text 126.

Description: The elongated latticed skeleton has a bell-shaped profile with an ovoid outline, narrowing significantly at its ends. Multisegmented. The cephalis can vary in width, typically being spherical to ovoid, and it may taper towards a short apical horn that is conical or bladed in shape. The cervical suture is well-defined. The thorax is narrower than the posterior segments, and the suture between the thorax and abdomen is distinct. The remaining sutures often exhibit an imperforate internal ring. The posterior segments, after the cephalis, are bell-shaped. Towards the terminal section, there is a narrow mouth (which may be absent in some specimens) with a diameter of 5 μm to 10 μm . It is bordered by a thin, imperforate peristome (Pl. 22, Fig. 2), although not present in all specimens. The total length of the skeleton can exceed 200 μm .

Remarks: It can be distinguished by its well-defined ovoid shape with a curved periphery and few deformations, which contrasts with *Eucyrtidium anomalum* Haeckel, 1862. Additionally, the narrowing towards the terminal portion of the skeleton, which is absent in *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, 1887, is also a distinguishing characteristic.

Eucyrtidium anomalum Haeckel, 1862

Plate 22, Figs. 3–4

Eucyrtidium anomalum n.sp. Haeckel, 1862, p. 323, pl. 7, figs. 11–13. – Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 100, pl. 5, fig. 1. – Boltovskoy, 1998, p. 75, fig. 15.138. – Baldessin, 2012, p. 155, pl. 19, fig. 8. – Sandoval, 2018, p. 126, fig. 10A.

esférica alargada, unos con indicio de segmentación de éste, del que sobresale un cuerno apical, ausente en la mayoría, pero cuando está presente este es cónico con surcos en su rádix, siendo recto y liso, con sección distal puntiaguda. La sutura cervical entre el céfalo y el tórax es marcada por el cambio de forma de este último. El resto de los segmentos, a partir del tórax son de formas aproximadas a una campana o dona, pero con muchas irregularidades en su superficie y perfil. Se han contado cerca de siete segmentos en los ejemplares más grandes. Las suturas están marcadas en el interior por anillos imperforados, más marcados en algunos ejemplares que en otros. Los poros del cuerpo en general son circulares a levemente hexagonales, con patrones escalonados y tamaños homogéneos. El largo máximo observado es de poco más de 200 μm , y diámetros máximos de 70 μm , y mínimos en el céfalo de 15 μm a 20 μm .

Observaciones: Se distingue de *E. acuminatum* y *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, 1887 por su perfil irregular.

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel, 1887
Lámina 22, Fig. 5

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel, 1887, p. 1489, pl. 80, fig. 11. – Molina-Cruz, 1977, p. 336, p. 7, figs. 4–5. – Takahashi, 1991, p. 124, pl. 42, figs. 18–19. – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 19, fig. 9, 10. – Sandoval, 2018, p. 126, pl. 10, fig. 10E, 10F, 10G.

Eusyringium siphonostoma Haeckel, 1887. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 154, pl. 10, fig. 7.

Descripción: Esqueleto enrejado de forma acampanada alargada, multisegmentado, con segmentos separados por suturas más marcadas en su interior por anillos imperforados. Su perfil es poco marcado en su exterior, dando la impresión de un solo segmento después del céfalo. El céfalo, esférico, de diámetros no superiores a 20 μm que cuenta con un cuerno apical en su cúspide, el cual es lanceolado o cónico con surcos en su rádix, sin embargo, en los ejemplares vistos, este cuerno no está completo más allá del rádix. La sutura cervical está marcada por un cambio de forma y un leve

Description: The elongated latticed skeleton has a bell-shaped profile and is multi-segmented, with an irregular outline due to numerous indentations in the different segments. The cephalis is characterized by its elongated spherical shape, with some indications of segmentation, and it may feature an apical horn, which is absent in most specimens. When present, the apical horn is conical with grooves on its radix, straight, smooth, and has a pointed distal end. The cervical suture between the cephalis and thorax is well-defined, marked by the change in shape of the latter. The remaining segments, starting from the thorax, resemble a bell or torus shape but exhibit many irregularities in their surface and profile. Larger specimens have been observed to have approximately seven segments. The sutures are marked internally by imperforate rings, which are more pronounced in some specimens than others. The body pores are generally circular to slightly hexagonal, exhibiting a staggered pattern and uniform sizes. The maximum observed length exceeds 200 μm , with maximum diameters of 70 μm and minimum diameters in the cephalis ranging from 15 μm to 20 μm .

Remarks: It can be distinguished from *E. acuminatum* and *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, 1887 by its irregular profile.

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel, 1887
Plate 22, Fig. 5

Eucyrtidium hexagonatum Haeckel, 1887, p. 1489, pl. 80, fig. 11. – Molina-Cruz, 1977, p. 336, p. 7, figs. 4–5. – Takahashi, 1991, p. 124, pl. 42, figs. 18–19. – Baldessin, 2012, p. 49, pl. 19, fig. 9, 10. – Sandoval, 2018, p. 126, pl. 10, fig. 10E, 10F, 10G.

Eusyringium siphonostoma Haeckel, 1887 – Takahashi and Honjo, 1981, p. 154, pl. 10, fig. 7.

Description: The elongated bell-shaped latticed skeleton is multisegmented, with segments separated by sutures that are more pronounced internally due to imperforate rings. The exterior profile of the skeleton is not well defined, giving the impression of a single segment after the cephalis. The cephalis is spherical, with diameters not exceeding 20 μm , and

hundimiento. El resto de los segmentos son cónicos acampanados. Los poros son circulares, en patrón escalonado y tamaños homogéneos. Los diámetros máximos de esta porción esquelética son de hasta 80 μm , sin una boca o sección terminal bien definida.

Observaciones: Se distingue de *E. acumidentatum* por su forma cónica de extremo abierto y de *E. anomalum* por su perfil curvo y poco irregular.

Género *Lithostrobus* Haeckel, 1887

Lithostrobus hexagonalis Haeckel, 1887

Lámina 22, Fig. 6

Lithostrobus hexagonalis Haeckel, 1887, p. 1475, pl. 79, fig. 20. – Boltovskoy y Riedel, 1987, p. 100; pl. 5, fig. 11. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 153, pl. 9, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 122, pl. 41, figs. 1–3. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.141. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 19, fig. 13, 14. – Sandoval, 2018, p. 127, pl. 11, fig. 11N.

Descripción: Esqueleto enrejado de forma acampanada que se ensancha hacia el final, multisegmentados, con segmentos marcados. El céfalo es piramidal redondeado, con un rádix lanceolado o cónico con surcos. Los segmentos posteriores poseen formas de donas que en su centro se prolongan, creando un perfil triangular sobresaliente, mientras que las suturas quedan como hundimientos en el esqueleto, dando un perfil aserrado al esqueleto. Los poros son circulares, homogéneos en tamaño y patrón escalonado. Presenta espinas secundarias, de tipo cónicas, listas, rectas o curvas, que crecen de los salientes en medio de cada segmento. Los ejemplares observados se muestran incompletos, de cerca de seis segmentos, con el último fragmentado, por lo que no se distingue una boca.

Género *Lipmanella*

Loeblich y Tappan, 1961

Lipmanella dictyoceras (Haeckel, 1860)

Lámina 22, Fig. 7

Lithornithium dictyoceras Haeckel, 1860, p. 840.

features an apical horn at its apex. However, in the observed specimens, the horn is incomplete beyond the radix. The cervical suture is marked by a change in shape and a slight indentation. The remaining segments are conical and bell-shaped. The pores are circular, arranged in a staggered pattern, and exhibit uniform sizes. The maximum diameters of this skeletal portion reach up to 80 μm , but there is no well-defined mouth or terminal section.

Remarks: It can be distinguished from *E. acumidentatum* by its open-ended conical shape and from *E. anomalum* by its relatively smooth and less irregular profile.

Genus *Lithostrobus* Haeckel, 1887

Lithostrobus hexagonalis Haeckel, 1887

Plate 22, Fig. 6

Lithostrobus hexagonalis Haeckel, 1887, p. 1475, pl. 79, fig. 20. – Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 100; pl. 5, fig. 11. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 153, pl. 9, fig. 10. – Takahashi, 1991, p. 122, pl. 41, figs. 1–3. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.141. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 19, fig. 13, 14. – Sandoval, 2018, p. 127, pl. 11, fig. 11N.

Description: The bell-shaped latticed skeleton widens towards the end and is multi-segmented, with well-defined segments. The cephalis is rounded and pyramidal, with bladed or conical radix adorned with grooves. The posterior segments have donut-shaped forms that extend into prominent triangular profiles, while the sutures appear as indentations in the skeleton, giving it a serrated profile. The pores are circular, with homogeneous sizes and a staggered pattern. By-spines are present, characterized by their conical shape, smooth surface, and straight or curved orientation. These spines grow from the protrusions between each segment. The observed specimens are incomplete, consisting of approximately six segments, with the last one fragmented, making it difficult to distinguish a mouth.

Genus *Lipmanella*

Loeblich and Tappan, 1961

Lipmanella dictyoceras (Haeckel, 1860)

Plate 22, Fig. 7



Lipmanella virchowii Boltovskoy y Riedel, 1987, p. 100, pl. 5, fig. 6.

Lipmanella dictyoceras Takahashi, 1991, p. 121, pl. 40, fig. 17. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.134.

Descripción: Esqueleto acampanado enrejado, compuesto por tres segmentos bien diferenciados y perfiles característicos. El céfalo es casi perfectamente esférico, con un diámetro de 15 μm , de tipo enrejado con poros diminutos y homogéneos, son patrón irregular a escalonado, con un prominente cuerno apical cónico, liso y recto, levemente inclinado. El cuello es corto y la sutura cervical es notable por el cambio de forma. El tórax es acampanado dividido en dos partes por su forma. La parte superior es de forma piramidal y la inferior de campana que se estrecha hacia la sutura con el abdomen. El cambio de forma se da por un saliente del esqueleto, marcado por las alas lanceoladas prominentes, observándose tres de las cuatro en la mayoría de las imágenes. Estas espinas miden cerca de 20 μm , son rectas, lisas y puntiagudas. Los poros del tórax son circulares, con patrón alineado a escalonado y tamaños homogéneos. La sutura cervical entre el tórax y el abdomen es marcada por el cambio de forma, teniendo un anillo imperforado en su interior. El abdomen está incompleto en la mayoría de los organismos, teniendo una forma aproximada de campana abierta, con boca. El largo total del organismo es de poco menos de 100 μm , con cuerno apical incluido y diámetros máximos de 55 μm a 65 μm .

Género *Peripyramis* Haeckel, 1881

Peripyramis circumtexta Haeckel, 1887

Lámina 22, Fig. 8a, b

Peripyramis circumtexta Haeckel, 1887, p. 1162, pl. 54, fig. 5. – Riedel, 1958, p. 231, pl. 2, figs. 8, 9. – Benson, 1966, p. 426, pl. 29, fig. 4. – Nigrini y Moore, 1979, p. N29, pl. 21, figs. 4a, 4b. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 152, pl. 8, figs. 10, 11. – Baldessin, 2012, p. 48, pl. 19, figs. 15–16.

Descripción: Esqueleto enrejado cónico, con poros alineados de forma cuadrada

Lithornithium dictyoceras Haeckel, 1860, p. 840.

Lipmanella virchowii Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 100, pl. 5, fig. 6.

Lipmanella dictyoceras Takahashi, 1991, p. 121, pl. 40, fig. 17. – Boltovskoy, 1998, fig. 15.134.

Description: The bell-shaped latticed skeleton is composed of three distinct segments with characteristic profiles. The cephalis is almost perfectly spherical, with a diameter of 15 μm , and features a latticed structure with tiny and homogeneous pores. The pores exhibit an irregular to staggered pattern. There is a prominent, straight, smooth, and conical apical horn, slightly inclined. The neck is short, and the cervical suture is noticeable due to the change in shape. The thorax is bell-shaped and divided into two parts. The upper part is pyramidal while the lower part is bell-shaped and tapers towards the suture with the abdomen. The transition is marked by a protrusion in the skeleton, which is characterized by prominent bladed wings. Typically, three out of the four wings can be observed in most images. These spines measure approximately 20 μm in length, and are straight, smooth, and pointed. The thoracic pores are circular, with an aligned to staggered pattern and homogeneous sizes. The cervical suture between the thorax and abdomen is pronounced, with an imperforate ring within it. The abdomen is incomplete in most organisms, but it has an approximate open bell shape with a mouth. The total length of the organism is just under 100 μm , including the apical horn, with maximum diameters ranging from 55 μm to 65 μm .

Genus *Peripyramis* Haeckel, 1881

Peripyramis circumtexta Haeckel, 1887

Plate 22, Fig. 8a, b

Peripyramis circumtexta Haeckel, 1887, p. 1162, pl. 54, fig. 5. – Riedel, 1958, p. 231, pl. 2, figs. 8, 9. – Benson, 1966, p. 426, pl. 29, fig. 4. – Nigrini and Moore, 1979, p. N29, pl. 21, figs. 4a, 4b. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 152, pl.

redondeada, con segmentos no definidos, solo destacándose el céfalo, el cual es esférico, pequeño, con diámetros de entre 5 μm y 10 μm , pudiendo estar ausente en algunos ejemplares por fracturación. Este céfalo es imperforado. La mayoría de los esqueletos están incompletos en sus porciones terminales, por lo que sus largos máximos y estructuras terminales no se definen, pero los máximos largos observados rondan los 250 μm . Conforme el esqueleto crece y aumenta su largo, los poros más antiguos se van recubriendo de material silíceo no perforado (Lám. 22, fig. 8b), suerte que posiblemente corrieron los poros del céfalo. Carece de espinas y cuernos.

Género *Pterocanium* Ehrenberg, 1846

Pterocanium elegans (Haeckel, 1887)

Lámina 22, Fig. 9

Artopilium elegans Haeckel, 1887, p. 1440, pl. 75, fig. 1.

Dictyocodon elegans Takahashi, 1991, p. 117, pl. 37, figs. 6, 7 y 9.

Pterocanium cf. *elegans* (Haeckel, 1887) Benson, 1966, p. 403, pl. 27, figs. 1, 2.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado conformado por dos segmentos demarcados por el cambio de la forma. El céfalo es reducido en contraste con el amplio tórax. Su diámetro es de no más de 8 μm , de tipo enrejado con poros circulares pequeños, cuello marcado en contraste con la sutura cervical. Cuenta con dos prominentes cuernos, apical y ventral, siendo el apical el que suele ser más grande. Estos son cónicos a lanceolados, rectos y lisos, con un ángulo de cerca de 90° entre ellos. El tórax está dividido morfológicamente por un saliente en su centro, del cual emergen unas largas alas lanceoladas, de hasta 100 μm de largo. La parte superior del tórax es piramidal de perfil triangular, marcado por costillas rectas. La segunda parte es más cilíndrica y acampanada que termina en una sutura circular con un anillo imperforado interno. En general, los poros del tórax son circulares a elípticos que se vuelven hexagonales hacia la apertura. Son de patrón escalonado y de tamaño homogéneo.

8, figs. 10, 11. – Baldessin, 2012, p. 48, pl. 19, fig. 15-16.

Description: The conical latticed skeleton features rounded square aligned pores and undefined segments, with only the cephalis standing out. The cephalis is small and spherical, with diameters ranging from 5 μm to 10 μm . In some specimens, the cephalis may be absent due to fracturing. The cephalis is imperforate, lacking pores. Most of the skeletons are incomplete in their terminal portions, making it difficult to define their maximum lengths and terminal structures. However, the observed maximum lengths are around 250 μm . As the skeleton grows and elongates, older pores become covered by non-perforated siliceous material, possibly encasing the pores of the cephalis. The skeleton does not possess spines or horns.

Genus *Pterocanium* Ehrenberg, 1846

Pterocanium elegans (Haeckel, 1887)

Plate 22, Fig. 9

Artopilium elegans Haeckel, 1887, p. 1440, pl. 75, fig. 1.

Dictyocodon elegans Takahashi, 1991, p. 117, pl. 37, figs. 6, 7 and 9.

Pterocanium cf. *elegans* (Haecke, 1887) - Benson, 1966, p. 403, pl. 27, figs. 1, 2.

Description: The bell-shaped latticed skeleton consists of two distinct segments demarcated by a change in shape. The cephalis is small in contrast to the wide thorax. It has a diameter of no more than 8 μm and features a latticed structure with small circular pores. The cephalis is marked by a well-defined neck and a notable cervical suture. It possesses two prominent horns, an apical horn, and a ventral horn, with the apical horn typically larger. These horns are conical to bladed in shape, straight and smooth, with an angle of approximately 90° between them. The thorax is morphologically divided by a central projection, from which long-bladed wings emerge, measuring up to 100 μm in length. The upper part of the thorax has a triangular pyramid profile, marked by straight ribs. The second part is more cylindrical and bell-shaped, terminating in a circular

La sección de la boca está cubierta por un velo enrejado, de poros irregulares, que puede tener dientes cónicos a lo largo de los cuales crece. Su largo y diámetro máximos son de poco más de 100 μm , sin contar cuernos ni alas.

Pterocanium grandiporus Nigrini, 1968
Lámina 22, Fig. 10

Pterocanium grandiporus Nigrini, 1968, p. 57, pl. 1, fig. 7. – Nigrini y Moore, 1979, p. N47, pl. 23, fig. 5. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 1-3. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12a, 12B.

Descripción: Esqueleto acampanado alargado de tipo enrejado, con un céfalo esférico de diámetros cercanos a los 10 μm y un tórax cónico acampanado dividido morfológicamente por una prominencia en su centro. El céfalo cuenta con poros circulares en patrón escalonado y tamaño homogéneo, además de un prominente cuerno apical cónico, liso y curvo. El tórax muestra una forma piramidal de perfil triangular en su parte superior y de dona en su inferior. De este emergen tres grandes pies, que se unen al tórax superior por costillas. Estos pies son lanceolados, lisos, levemente curvos, y secciones distales puntiagudas. Presenta múltiples espinas secundarias de tipo cónicas, cortas, lisas y rectas a curvas, creciendo de los nodos. Los poros son circulares a hexagonales, con patrón alineado a levemente escalonado. En la sección de la boca presenta un velo que crece a lo largo de los pies. Este es enrejado, con amplios poros irregulares en forma, tamaño y patrón. El largo máximo es de alrededor de los 150 μm sin contar los pies, que pueden medir hasta 100 μm o tal vez más.

Observaciones: Se distingue de otros *Pterocanium* por gran cuerno apical curvado y las múltiples espinas en los nodos.

suture with an internal imperforate ring. The pores in the thorax are generally circular to elliptical and transition to hexagonal towards the opening. They exhibit a staggered pattern and have homogeneous sizes. The mouth section is covered by a latticed veil with irregular pores, which can have conical teeth growing along its length. The maximum length and diameter of the skeleton are slightly over 100 μm , excluding the horns and wings.

Pterocanium grandiporus Nigrini, 1968
Plate 22, Fig. 10

Pterocanium grandiporus Nigrini, 1968, p. 57, pl. 1, fig. 7. – Nigrini and Moore, 1979, p. N47, pl. 23, fig. 5. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 1-3. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12a, 12B.

Description: The elongated bell-shaped latticed skeleton features a spherical cephalis with diameters around 10 μm and a conical bell-shaped thorax morphologically divided by a central prominence. The cephalis has circular pores in a staggered pattern with homogeneous sizes, and it possesses a prominent, curved, conical apical horn. The thorax exhibits a pyramid-shaped profile with a triangular upper part and a donut-shaped lower part. Three large feet emerge from the lower part, connecting to the upper thorax through the ribs. These feet are bladed, smooth, slightly curved, and have pointed distal sections. Multiple by-spines, which are conical, short, smooth, and straight to curved, grow from the nodes. The pores are circular to hexagonal, displaying an aligned to slightly staggered pattern. In the mouth section, there is a latticed veil that grows along the feet. It consists of large, irregular pores in shape, size, and pattern. The maximum length is approximately 150 μm , excluding the feet, which can measure up to 100 μm or possibly more.

Remarks: It can be distinguished from other *Pterocanium* species by its large, curved apical horn and the presence of multiple spines on the nodes.

Pterocanium praetextum praetextum
(Ehrenberg, 1872)
Lámina 22, Fig. 11

Lychnocanium praetextum Ehrenberg, 1872b, p. 297, pl. 10, fig. 2.

Pterocanium praetextum (Ehrenberg, 1872b). – Haeckel, 1887, p. 1330. – Takahashi y Honjo, 1981, p. 153, pl. 9, figs. 5, 6. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12C, 12D.

Pterocanium praetextum praetextum (Ehrenberg, 1872b) – Nigrini y Moore, 1979, p. N41–N42, pl. 23, fig. 2. – Takahashi, 1991, p. 115, pl. 36, figs. 15–18. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 4, 5.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado dividido en dos segmentos marcados por el cambio de forma. El céfalo es esférico, sin cuello y sutura cervical marcada. Posee un prominente cuerno apical, cónico, liso y recto, pudiendo tener una leve inclinación. Con diámetro de hasta 10 μm . El tórax muestra una forma dividida, en su sección superior es piramidal a cónica, y en su inferior es acampanada. Posee un largo, del cuerno al tórax, de 90 μm . Posee tres pies largos, pudiendo superar los 150 μm , de tipo lanceolados, lisos y levemente curvos. Las costillas son relativamente notorias por partes, por leves hundimientos en el tórax. Desde la boca se genera un velo enrejado con poros de tamaño, forma y patrón irregular, que podrían extenderse por la longitud del pie.

Observaciones: Se diferencia por su forma delgada, más esvelta, y sus pies, mucho más largos que el céfalo y el tórax juntos.

Pterocanium trilobum (Haeckel, 1861)
Lámina 22, Fig. 12

Dictyopodium trilobum Haeckel, 1860, p. 839.

Dictyopodium trilobum Haeckel, 1862, p. 340, pl. 8, figs. 6–10.

Pterocanium trilobum (Haeckel, 1860) – Nigrini y Moore, 1979, p. N45–N46, pl. 23, figs. 4a–c. – Boltovskoy, 1998, p. 78, fig. 15. 145. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 6, 7. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12E, 12F, 12G, 12H.

Pterocanium praetextum praetextum
(Ehrenberg, 1872)
Plate 22, Fig. 11

Lychnocanium praetextum Ehrenberg, 1872b, p. 297, pl. 10, fig. 2.

Pterocanium praetextum (Ehrenberg, 1872b). – Haeckel, 1887, p. 1330. – Takahashi and Honjo, 1981, p. 153, pl. 9, figs. 5, 6. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12C, 12D.

Pterocanium praetextum praetextum (Ehrenberg, 1872b). – Nigrini and Moore, 1979, p. N41–N42, pl. 23, fig. 2. – Takahashi, 1991, p. 115, pl. 36, figs. 15–18. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 4, 5.

Descripción: The bell-shaped latticed skeleton is divided into two distinct segments characterized by a change in shape. The spherical cephalis lacks a neck and exhibits a marked cervical suture. It features a prominent, straight, conical, and smooth apical horn, which may have a slight inclination. The cephalis has a diameter of up to 10 μm . The thorax displays a divided form. The upper section is pyramid-shaped or conical, while the lower section is bell-shaped. The length from the horn to the thorax measures approximately 90 μm . It has three long feet, which can exceed 150 μm in length. These feet are bladed, smooth, and slightly curved. The ribs are relatively noticeable in certain areas due to slight depressions in the thorax. From the mouth section, a latticed veil is generated, consisting of irregularly shaped, sized, and patterned pores that may extend along the length of the feet.

Remarks: It is distinguished by its slender and elongated form, with the feet being much longer than the combined length of the cephalis and thorax.

Pterocanium trilobum (Haeckel, 1861)
Plate 22, Fig. 12

Dictyopodium trilobum Haeckel, 1860, p. 839.

Dictyopodium trilobum Haeckel, 1862, p. 340, pl. 8, figs. 6–10.

Pterocanium trilobum (Haecke, 1860). – Nigrini and Moore, 1979, p. N45–N46, pl. 23,



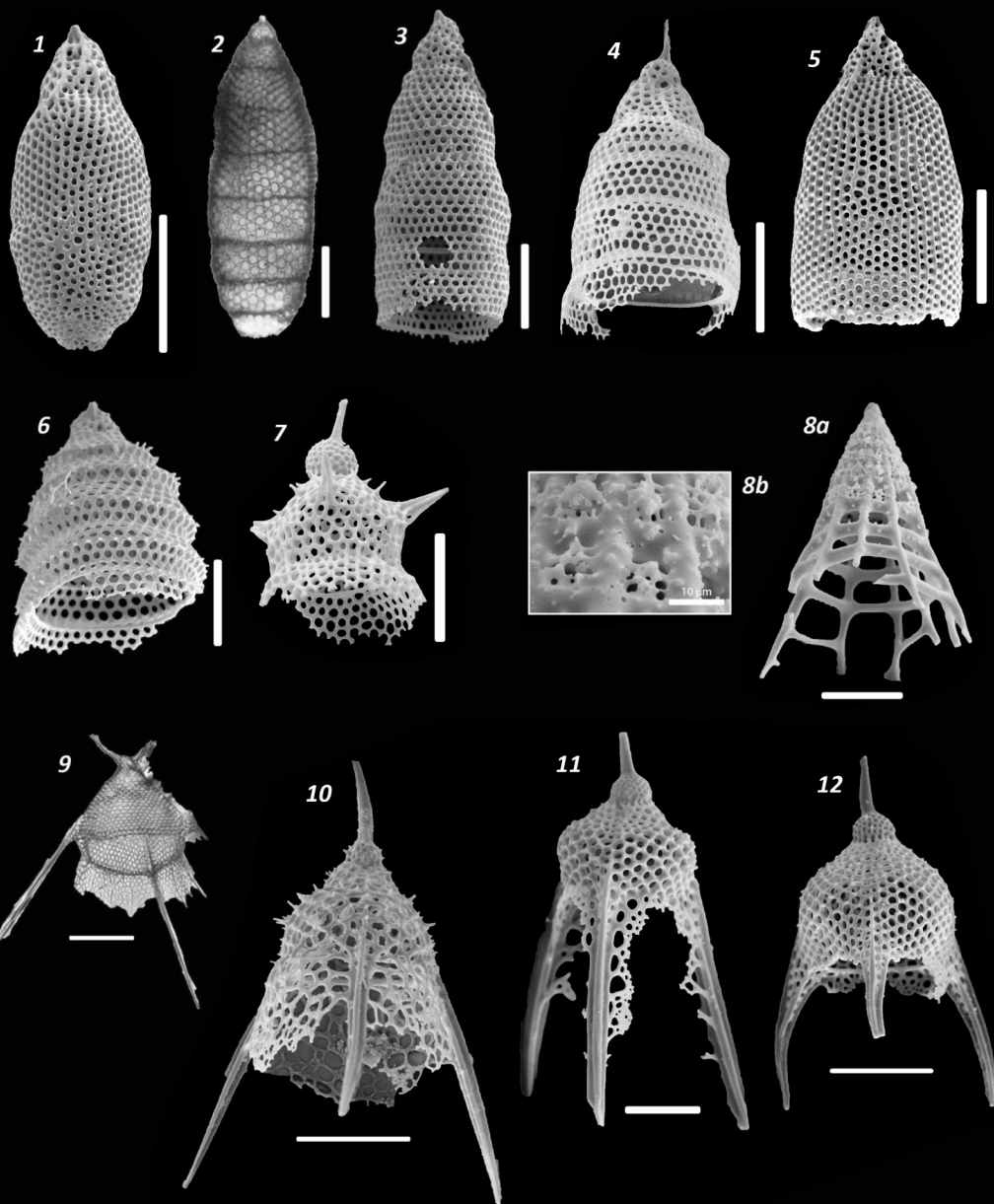
Lámina / Plate 22

Orden / Order Nassellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Theoperidae Haeckel, 1881

- Fig. 1, 2. *Eucyrtidium acuminatum* Ehrenberg, 1854
- Fig. 3, 4. *Eucyrtidium anomalum* Haeckel, 1862
- Fig. 5. *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel, 1887
- Fig. 6. *Lithostrobis hexagonalis* Haeckel, 1887
- Fig. 7. *Lipmanella dictyoceras* (Haeckel, 1860)
- Fig. 8a, b. *Peripyramis circumtexta* Haeckel, 1887
- Fig. 9. *Pterocanium elegans* (Haeckel, 1887)
- Fig. 10. *Pterocanium grandiporus* Nigrini, 1968
- Fig. 11. *Pterocanium praetextum praetextum* (Ehrenberg, 1872)
- Fig. 12. *Pterocanium trilobum* (Haeckel, 1861)

Lámina / Plate 22





Pterocanium charybdeum trilobum (Haeckel 1861) – Lazarus et al., 1985, p. 195, figs. in text. 10.1 – 10.4.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado dividido en dos segmentos marcados por el cambio de forma. El céfalo es esférico, sin cuello y sutura cervical marcada, con un prominente cuerno apical, cónico a lanceolado, liso y recto. Con diámetro de 10 μm a 15 μm . El tórax muestra una forma dividida, en su sección superior es piramidal a cónica, y en su inferior es acampanada esférica con un saliente curvo a la mitad del tórax. Posee un largo de céfalo a tórax, con el cuerno incluido, de poco más de 100 μm . Los tres pies pueden medir 80 μm , de tipo lanceolados, lisos y curvos, con costillas poco resaltantes. Desde la boca se genera un velo enrejado con poros de tamaño, forma y patrón irregular.

Observaciones: Se diferencia de otros *Pterocanium* por su forma ancha y de tórax casi esférico.

**Familia Carpcaniidae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1971**
Lámina 23, Fig. 1–4

Descripción: Esqueletos enrejados alargados con forma de campana de perfil redondeado a casi lineal, con bocas generalmente bien desarrolladas, algunos con formas ovoides a de pera.

Género Carpcanistrum Haeckel, 1887
Carpocanistrum spp.
Lámina 23, Fig. 1 y 2

Descripción: Esqueletos enrejados alargados ovoides con perfil pseudo-rectangular, estrecho hacia los extremos que presenta un céfalo hundido dentro del tórax, detalle más fácilmente observable en las imágenes de microscopía de luz (Lám. 23, Fig. 2). El tórax conforma casi la totalidad del esqueleto, con un largo de poco más de 110 μm . Hacia la sección terminal del tórax muestra una boca desarrollada, que puede tener varios dientes cónicos, aunque por lo general ausentes por fracturación.

figs. 4a-c. – Boltovskoy, 1998, p. 78, fig. 15. 145. – Baldessin, 2012, p. 47, pl. 18, fig. 6, 7. – Sandoval, 2018, p. 128, pl. 12, fig. 12E, 12F, 12G, 12H.

Pterocanium charybdeum trilobum (Haeckel, 1860). – Lazarus et al., 1985, p. 195, figs. in text. 10.1–10.4.

Descripción: The bell-shaped latticed skeleton is divided into two distinct segments characterized by a change in shape. The spherical cephalis lacks a neck and exhibits a marked cervical suture. It features a prominent, straight, conical to bladed, smooth, and straight apical horn. The diameter of the cephalis ranges from 10 μm to 15 μm . The thorax displays a divided form. The upper section is pyramid-shaped or conical, while the lower section is spherical and bell-shaped, with a curved protrusion in the middle of the thorax. The length from the cephalis to the thorax, including the horn, is just over 100 μm . The three feet can measure up to 80 μm and are bladed, smooth, and curved, with indistinct ribs. From the mouth section, a latticed veil is generated, consisting of irregularly shaped, sized, and patterned pores.

Remarks: It is distinguished from other *Pterocanium* species by its wide form and almost spherical thorax.

**Family Carpcaniidae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1971**
Plate 23, Figs. 1–4

Description: Elongated latticed skeletons with bell-shaped profiles ranging from rounded to nearly linear, typically featuring well-developed mouths, some with oval or pear shapes.

Genus Carpcanistrum Haeckel, 1887
Carpocanistrum spp.
Plate 23, Fig. 1; 2

Description: Elongated ovoid latticed skeletons with a pseudo-rectangular profile, tapering towards the ends and featuring a cephalis that is recessed within the thorax, more easily observable in light microscopy images (Pl. 23, Fig. 2). The thorax constitutes most of the skeleton, with a length of just over 110 μm . Towards

Los poros son circulares, de tamaño homogéneo y patrón escalonado.

Observaciones: Puede que algunos correspondan con la especie *Carpocanistrum acutidentatum* Takahashim, 1991.

Género *Carpocanarium* Haeckel, 1887, emend. Nigrini and Moore, 1979

Carpocanarium papillosum (Ehrenberg, 1872)
Lámina 23, Fig. 3 y 4

Eucyrtidium papillosum Ehrenberg, 1872a, p. 310–311.

Carpocanarium papillosum Takahashi, 1991, p. 132, pl. 45, figs. 16–17. – Sandoval, 2018, p. 128, figs. 13A y 13B.

Dictyocephalus papillosus van de Paverd, 1995, p. 255, pl. 76, fig. 24. – Boltovskoy, 1998, figs. 15.135 a–c.

Tricolocapsa papillosa Baldessin, 2012, p. 36, pl. 11, figs. 21 y 22.

Descripción: Esqueleto enrejado acampanado con forma general de pera, con dos segmentos claramente diferenciados. El céfalo es esférico, sin cuello y sutura cervical difusa. El céfalo es enrejado a perforado, con poros pequeños circulares sin patrón ni tamaños definidos, pero siendo levemente alineado. Su diámetro es de 10 µm. El tórax es ovoide y alargado, acortado en sus extremos. Sus poros son circulares, de tamaños homogéneos y patrones regulares escalonados o, escalonados y en filas. Presentan una boca bien definida, bordeada por un gran peristoma de 10 µm a 20 µm de largo, imperforado y de borde irregular. El largo total del esqueleto es aproximadamente de 70 µm.

Familia Artostrobiidae Riedel, 1967, in Banner et al., 1967 y Riedel, 1967, emend. Foreman, 1973

Lámina 23, Fig. 5–14a, b

Descripción: Esqueletos perforados, pocos enrejados, multisegmentados, con tres o más segmentos, de perfil estrecho y ovoides, estrechos en su sección terminal.

the terminal section of the thorax, a developed mouth is present, which may have several conical teeth, although they are generally absent due to fracturing. The pores are circular, of uniform size, and exhibit a staggered pattern.

Remarks: Some specimens could correspond to the species *Carpocanistrum acutidentatum* Takahashim, 1991.

Genus *Carpocanarium* Haeckel, 1887, emend. Nigrini and Moore, 1979

Carpocanarium papillosum (Ehrenberg, 1872)
Plate 23, Fig. 3–4

Eucyrtidium papillosum Ehrenberg, 1872a, p. 310–311.

Carpocanarium papillosum Takahashi, 1991, p. 132, pl. 45, figs. 16–17. – Sandoval, 2018, p. 128, figs. 13A and 13B.

Dictyocephalus papillosus van de Paverd, 1995, p. 255, pl. 76, fig. 24. – Boltovskoy, 1998, figs. 15.135 a–c.

Tricolocapsa papillosa Baldessin, 2012, p. 36, pl. 11, figs. 21 and 22.

Description: Bell-shaped latticed skeleton with a general pear shape and two distinct segments. The cephalis is spherical, without a neck, and with a diffuse cervical suture. The cephalis exhibits a latticed to perforated structure, with small circular pores lacking a defined pattern or size, but slightly aligned. Its diameter is 10 µm. The thorax is ovoid and elongated, tapering at the ends. Its pores are circular, with uniform sizes, and exhibit regular staggered or, staggered and row patterns. It features a well-defined mouth, bordered by a large imperforate peristome measuring 10 µm to 20 µm in length, with an irregular edge. The total length of the skeleton is approximately 70 µm.

Family Artostrobiidae Riedel, 1967, in Banner et al., 1967 and Riedel, 1967, emend. Foreman, 1973

Plate 23, Figs. 5–14a, b

Description: Perforated skeletons, few of them latticed, multisegmented, with three or more segments, narrow and ovoid in profile, and tapering at the terminal end.



Género *Botryostrobos* Haeckel, 1881

Botryostrobos aquilonarias Bailey, 1856

Lámina 23, Fig. 5

Eucyrtidium aquilonaris n.sp. Bailey, 1856, p. 4, pl. 1, fig. 9.

Botryostrobos aquilonaris (Bailey, 1856) – Nigrini, 1977, p. 246, pl. 1, fig. 1. – Takahashi, 1991, p. 128, pl. 44, figs. 9–13. – Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.163. – Sandoval, 2018, p. 129, fig. 14B y 14C).

Descripción: Esqueleto enrejado de forma ovoide acampanada compuesta de dos segmentos, de poros circulares, de tamaños homogéneos y patrón alineado. El céfalo es cónico, sin cuernos ni espinas. Su diámetro es de hasta 25 µm. Posee un cuello corto, con una sutura cervical difícil de notar. El tórax es largo, relativamente irregular, de forma acampanada ovoide, perfil redondeado, y se estrecha hacia el final, aunque no se logra observar la presencia de una boca. Carece de espinas y otro tipo de ornamentaciones. El largo total del esqueleto apenas llega a los 100 µm.

Botryostrobos auritus-australis Nigrini, 1977

Lámina 23, Fig. 6–10

Spirocyrtis subscalaris Nigrini, 1977, p. 259, pl. 3, figs. 1, 2. – Ling, 1980, p. 368, pl. 2, fig. 21. – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 44, fig. 3–6.

Botryostrobos auritus-australis Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.168. – Sandoval, 2018, p. 129, fig. 14D y 14E.

Descripción: Esqueleto multisegmentado, de tipo perforado, con poros circulares a elípticos, relativamente pequeños y de tamaño homogéneos, con patrones escalonados y/o alineados en filas. La cantidad máxima de segmentos vistos es de entre cinco y seis, con suturas marcadas por material diferente, imperforado. El céfalo es la estructura más compleja por la cantidad de estructuras que puede presentar. Es de forma aproximadamente esférica a ovoide y alargada, en algunos casos segmentada en hasta tres lóbulos, donde uno está encima de los otros 2. Puede presentar cuernos apicales cónicos, pequeños o grandes, largos o cortos,

Genus *Botryostrobos* Haeckel, 1881

Botryostrobos aquilonaris Bailey, 1856

Plate 23, Fig. 5

Eucyrtidium aquilonaris n.sp. Bailey, 1856, p. 4, pl. 1, fig. 9.

Botryostrobos aquilonaris (Bailey, 1856). Nigrini, 1977, p. 246, pl. 1, fig. 1. – Takahashi, 1991, p. 128, pl. 44, figs. 9–13. – Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.163. – Sandoval, 2018, p. 129, fig. 14B and 14C).

Description: Bell-shaped ovoid latticed skeleton composed of two segments, with circular pores of homogeneous sizes and an aligned pattern. The cephalis is conical, without horns or spines, with a diameter of up to 25 µm. It has a short neck, and the cervical suture is difficult to notice. The thorax is long, and relatively irregular, with an ovoid bell shape and a rounded profile, tapering towards the end, although the presence of a mouth is not observed. It lacks spines and other ornamentations. The total length of the skeleton barely reaches 100 µm.

Botryostrobos auritus-australis Nigrini, 1977

Plate 23, Figs. 6–10

Spirocyrtis subscalaris Nigrini, 1977, p. 259, pl. 3, figs. 1, 2. – Ling, 1980, p. 368, pl. 2, fig. 21. – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 44, fig. 3–6.

Botryostrobos auritus-australis Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.168. – Sandoval, 2018, p. 129, fig. 14D and 14E.

Description: Multisegmented perforated skeleton with circular to elliptical pores, relatively small and homogeneous in size, with staggered and/or aligned patterns in rows. The maximum number of segments observed is between five and six, with sutures marked by imperforate material. The cephalis is the most complex structure due to the variety of features it can present. It is approximately spherical to ovoid and elongated in shape, sometimes segmented into up to three lobes, with one lobe on top of the other two. It may have conical apical horns, small or large, long or short, smooth and straight to slightly curved. In some specimens, a short ventral tube of imperforate material

de tipo cónico, lisos y rectos a levemente curvos. En ciertos ejemplares está presente un tubo ventral corto, de no más de 3 μm de largo, de material imperforado y apertura elíptico. Algunos también presentan espinas laterales. Los segmentos posteriores (tórax, abdomen y segmentos post-abdominales) son en forma de dona, unidos por suturas estriadas imperforadas y marcadas, algunas veces levemente inclinados, dando una apariencia como de concha espiral. Los diámetros máximos son de cerca de 60 μm , relativamente similares entre los segmentos más allá del céfalo. Los máximos largos observados son de hasta 200 μm .

Género *Phormostichoartus* Campbell, 1951, emend. Nigrini, 1977

Phormostichoartus corbula (Harting, 1863)

Lámina 23, Fig. 11 y 12

Lithocampe corbula Harting, 1863, p.12, pl. 1, fig. 21.

Phormostichoartus corbula (Harting, 1863) – Takahashi y Honjo, 1981, p. 154, pl. 10, figs. 13–14. – Boltovskoy y Riedel, 1987, p. 101, pl. 6, fig. 7. – Takahashi, 1991, p. 129, pl. 44, figs. 14–16. – Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.163. – Baldessin, 2012, p. 45, pl. 11, fig. 9. – Sandoval, 2018, p. 130, pl. 14, fig. 14G, 14H.

Descripción: Esqueleto perforado a enrejado, compuesto de tres segmentos. Los poros del esqueleto son circulares, de diámetros entre 1 y 6 μm , con leve gradación del céfalo al abdomen (más pequeños hacia el primero). Exhiben un patrón escalonado a alineado. Su forma general es de campana ovoide, estrechada hacia sus extremos. El céfalo es semiesférico, en algunos levemente achatado, con cuello corto y sutura difusa, de 50 μm de diámetro. El tórax es de forma de dona, de 60 μm de largo. La sutura entre el tórax y el abdomen es difusa. El abdomen tiene forma de campana abierta, que se estrecha levemente en su porción terminal, culminando en formando un anillo estilo peristoma delgado que rodea la boca, con diámetro entre 35 μm y 40 μm . Carece de espinas, cuerno y otros tipos de ornamentaciones. El esqueleto es bastante pequeño, midiendo no más de 120 μm .

with an elliptical opening is present, measuring no more than 3 μm in length. Some specimens also have lateral spines. The posterior segments (thorax, abdomen, and post-abdominal segments) are in the form of donuts, connected by marked, imperforate, striated sutures, sometimes slightly inclined, giving them a spiral shell appearance. The maximum diameters are around 60 μm , relatively similar among the segments beyond the cephalis. The maximum observed lengths reach up to 200 μm .

Genus *Phormostichoartus* Campbell, 1951, emend. Nigrini, 1977

Phormostichoartus corbula (Harting, 1863)

Plate 23, Figs. 11–12

Lithocampe corbula Harting, 1863, p.12, pl. 1, fig. 21.

Phormostichoartus corbula (Harting, 1863). – Takahashi and Honjo, 1981, p. 154, pl. 10, figs. 13–14. – Boltovskoy and Riedel, 1987, p. 101, pl. 6, fig. 7. – Takahashi, 1991, p. 129, pl. 44, figs. 14–16. – Boltovskoy, 1998, p. 84, fig. 15.163. – Baldessin, 2012, p. 45, pl. 11, fig. 9. – Sandoval, 2018, p. 130, pl. 14, fig. 14G, 14H.

Description: Perforated to latticed skeleton, composed of three segments. The pores of the skeleton are circular, with diameters between 1 and 6 μm , showing a slight gradation from the cephalis to the abdomen (smaller towards the former). They exhibit a staggered to aligned pattern. The general shape is ovoid with a bell appearance, narrowing towards the ends. The cephalis is semi-spherical, slightly flattened in some specimens, with a short neck and diffuse suture, measuring 50 μm in diameter. The thorax has a donut-shaped form, measuring 60 μm in length. The suture between the thorax and the abdomen is diffuse. The abdomen has an open bell-shape, slightly narrowing towards the terminal portion, culminating in a thin peristome ring that surrounds the mouth, with a diameter between 35 μm and 40 μm . It lacks spines, horns, and other types of ornamentations. The skeleton is relatively small, measuring no more than 120 μm .

**Género *Spirocyrtis* Haeckel, 1881***Spirocyrtis scalaris* Haeckel, 1887

Lámina 23, figura 13

Spirocyrtis scalaris Haeckel, 1887, p.1509, pl. 76, fig. 14. – Nigrini, 1977, p. 259, pl. 2, figs. 12-13 – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 44, figs. 1-2 – Boltovskoy, 1998, p. 85, fig. 15.166 – Sandoval, 2018, p. 130, figs. 14R-14S.

Descripción: Esqueleto acampanado y alargado, compuesto por múltiples segmentos de perfil levemente cuadrangular, creando una apariencia de “gradas”, producto de que cada segmento es bastante mayor en diámetro que el siguiente. El céfalo es relativamente más esférico que el resto de los segmentos, de tipo perforado, con una sutura cervical difusa. Cuenta con un cuerno apical corto, cilíndrico y liso. Posee un prominente tubo ventral de material imperforado. El tórax es perforado, de perfil semi-redondeado, con un patrón de poros irregular, pero con una sutura lumbar bien diferenciada. El abdomen es perforado, tiene un perfil más cuadrangular y exhibe un patrón de poros regular, relativamente alineado. Los ejemplares observados presentan hasta cuatro segmentos post-abdominales, siendo el primero perforado, mientras que el resto son enrejados, observándose una transición gradual en el segundo segmento post-abdominal de un tipo de pared esquelética perforada a enrejada. En general, los poros del esqueleto son circulares a semicirculares, pero siempre redondeados. No se observaron estructuras terminales, por lo que se presume que podrían tener muchos más segmentos.

Género *Siphocampe* Haeckel, 1881,**emend. Nigrini, 1977***Siphocampe lineata* (Ehrenberg, 1838)

Lámina 23, Fig. 14a, b

Lithocampe lineata n.sp. Ehrenberg, 1838, p. 130.

Siphocampe lineata (Ehrenberg, 1838) – Nigrini, 1977, p. 256, pl. 3, fig. 9-10. – Takahashi, 1991, p. 129, pl. 44, fig. 17-20. – Sandoval, 2018, p. 130, fig. 14N.

Genus *Spirocyrtis* Haeckel, 1881*Spirocyrtis scalaris* Haeckel, 1887

Plate 23, figure 13

Spirocyrtis scalaris Haeckel, 1887, p.1509, pl. 76, fig. 14. – Nigrini, 1977, p. 259, pl. 2, figs. 12-13 – Takahashi, 1991, p. 127, pl. 44, figs. 1-2 – Boltovskoy, 1998, p. 85, fig. 15.166 – Sandoval, 2018, p. 130, figs. 14R-14S.

Description: Bell-shaped and elongated skeleton, composed of multiple segments with a slightly quadrangular profile, creating a “stepped” appearance, as each segment is significantly larger in diameter than the next. The cephalis is relatively more spherical than the rest of the segments, perforated, with a diffuse cervical suture. It features a short, cylindrical, and smooth apical horn. It has a prominent ventral tube made of imperforated material. The thorax is perforated, with a semi-rounded profile, and an irregular pore pattern, but a well-differentiated lumbar suture. The abdomen is perforated, has a more quadrangular profile, and displays a regular, relatively aligned pore pattern. The observed specimens show up to four post-abdominal segments, with the first being perforated, while the rest are latticed, with a gradual transition in the second post-abdominal segment from a perforated skeletal wall to a latticed one. In general, the pores of the skeleton are circular to semi-circular, but always rounded. No terminal structures were observed, suggesting they might have many more segments.

Genus *Siphocampe* Haeckel, 1881,**emend. Nigrini, 1977***Siphocampe lineata* (Ehrenberg, 1838)

Plate 23, Fig. 14a, b

Lithocampe lineata n.sp. Ehrenberg, 1838, p. 130.

Siphocampe lineata (Ehrenberg, 1838) – Nigrini, 1977, p. 256, pl. 3, fig. 9-10. – Takahashi, 1991, p. 129, pl. 44, fig. 17-20. – Sandoval, 2018, p. 130, fig. 14N.

Description: The skeleton is bell-shaped, elongated, and composed of two segments

Descripción: Esqueleto acampanado, alargado, compuesto de dos segmentos diferenciados por la forma y una sutura difusa entre ambos. El esqueleto es de tipo perforado a enrejado, con poros circulares d tamaños variables y patrones escalonados a alineados, en filas o no. Algunos muestran estriaciones a lo largo del esqueleto. El céfalo tiene forma cónica redondeada, segmentado en dos lóbulos relativamente marcados. Muchos presentan un tubo ventral, imperforado, en ocasiones con un arco en su borde, y una apertura ovoide estrecha. En algunos ejemplares se ha logrado observar internamente la presencia de lo que parecen ser prolongaciones lineales paralelas de las espinas laterales primarias y secundarias que se extienden por gran parte del largo del tórax observable únicamente en microscopia de luz. El céfalo mide de largo hasta no más de 50 μm y de diámetro máximo entre 50 μm y 80 μm . El tórax es largo, de entre 80 μm y 120 μm , y diámetros pequeños de entre 40 μm y no más de 100 μm . Este es alargado, más largo que ancho, y se estrecha hacia el final, algunos un poco antes. No se pudieron observar estructuras terminales.

**Familia Cannobotrydae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1967**

Lámina 23, Fig. 15 y 16

Descripción: Esqueletos enrejados, perforados o esponjosos, caracterizados por su tamaño pequeño y céfalo lobulados, con cámaras bien diferenciadas.

Género Botryocyrtis Ehrenberg, 1860

Botryocyrtis scutum (Harting, 1863)

Lámina 23, Fig. 15

Haliomma scutum Harting, 1863, p. 11, pi. 1, fig. 18.

Botryocyrtis caput serpentis Ehrenberg, 1872a, p. 301; 1872b, p. 287, pi. 10, fig. 21.

Lithobotrys homunculus Popofsky, 1913, p. 317, pi. 31, figs. 5,6.

Botryopyle erinaceus Popofsky, 1913, p. 319, figs in text. 28, 28a.

differentiated by their shape and a diffuse suture between them. The skeleton is perforated to latticed, with circular pores of varying sizes and staggered to aligned patterns, either in rows or not. Some specimens show striations along the skeleton. The cephalis has a rounded conical shape, segmented into two relatively distinct lobes. Many specimens exhibit a ventral tube, imperforated, occasionally with an arched edge, and a narrow ovoid aperture. In some specimens, internal observations have revealed what appear to be parallel linear extensions of the primary and secondary lateral spines that extend along a significant portion of the thorax observable only in light microscopy. The cephalis measures no more than 50 μm in length and has a maximum diameter between 50 μm and 80 μm . The thorax is long, ranging from 80 μm to 120 μm in length, with small diameters between 40 μm and no more than 100 μm . It is elongated, longer than wide, and narrows towards the end, some slightly earlier. Terminal structures were not observed.

**Family Cannobotrydae Haeckel, 1881,
emend. Riedel, 1967**

Plate 23, Figs. 15–16

Description: The skeletons are latticed, perforated, or spongy, characterized by their small size and lobulated cephalis with well-defined chambers.

Genus Botryocyrtis Ehrenberg, 1860

Botryocyrtis scutum (Harting, 1863)

Plate 23, Fig. 15

Haliomma scutum Harting, 1863, p. 11, pi. 1, fig. 18.

Botryocyrtis caput serpentis Ehrenberg, 1872a, p. 301; 1872b, p. 287, pi. 10, fig. 21.

Lithobotrys homunculus Popofsky, 1913, p. 317, pi. 31, figs. 5,6.

Botryopyle erinaceus Popofsky, 1913, p. 319, figs in text. 28, 28a.

Botryocyrtis scutum (Harting, 1863). - Nigrini, 1967, p. 52, pi. 6, figs. 1a-1c. - Nigrini and Moore, 1979, p. N105, pl. 28, figs. 1a, b. - Takahashi and Honjo 1981, p. 155, pl. 10, figs.



Lámina / Plate 23

Orden / Order Nassellaria Ehrenberg, 1875

Familia / Family Carpocaniidae Haeckel, 1881

Fig. 1, 2. *Carpocanium* spp.

Fig. 3, 4. *Carpocanarium papillosum* (Ehrenberg, 1872)

Familia / Family Artostrobiidae Riedel, 1967

Fig. 5. *Botryostrobos aquilonaris* Bailey, 1856

Fig. 6 – 10. *Botryostrobos auritus-australis* Nigrini, 1977

Fig. 11, 12. *Phormostichoartus corbula* (Harting, 1863)

Fig. 13. *Spirocyrtis scalaris* Haeckel, 1881.

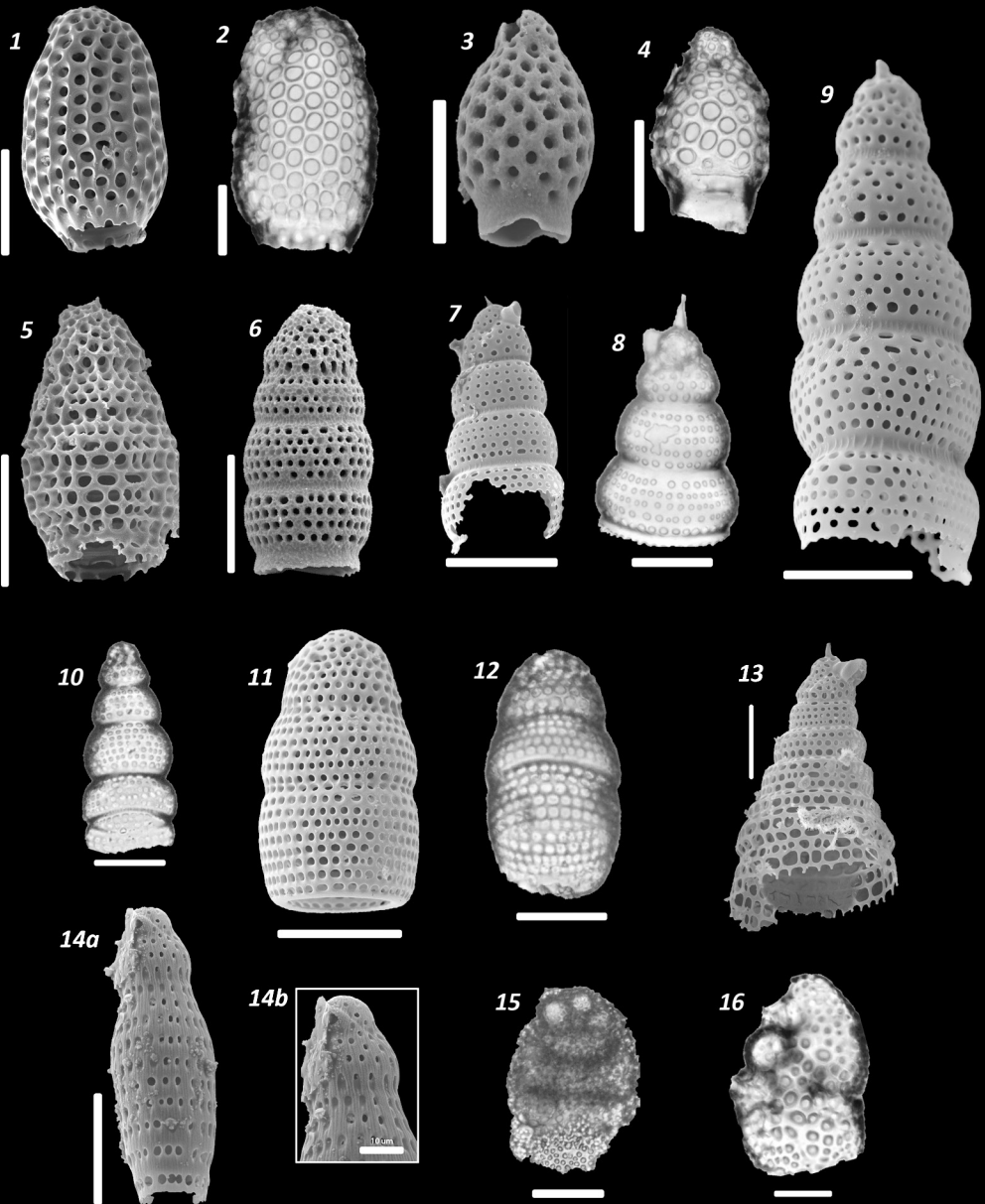
Fig. 14a, b. *Siphocampe lineata* Haeckel, 1881

Familia / Family Cannobotryidae Haeckel, 1881

Fig. 15. *Botryocyrtis scutum* Harting, 1863

Fig. 16. *Botryopyle cribrosa* (Ehrenberg, 1873)

Lámina / Plate 23





Botryocyrtils scutum (Harting, 1863). – Nigrini, 1967, p. 52, pi. 6, figs. 1a–1c. – Nigrini and Moore, 1979, p. N105, pl. 28, figs. 1a, 1b. – Takahashi and Honjo 1981, p. 155, pl. 10, figs. 23, 24. – Takahashi, 1991, p. 135, pl. 46, fig. 6 y 7.

Descripción: Esqueleto esponjoso, compuesto por entre dos y tres segmentos amplios. Su perfil es elíptico, aparente plano y delgado. El céfalo está segmentado en tres lóbulos bien diferenciados, de tamaños aproximadamente similares, de entre 5 μm y 8 μm , a veces cubierto por material esponjoso, siendo el más resaltante por su posición el lóbulo eucefálico. Los segmentos posteriores son poco definidos con suturas notables por zonas más oscurecidas o de mayor densidad. No se distingue boca o estructuras afines, ni espinas de ningún tipo.

**Género *Botryopyle* Haeckel, 1881,
emend. Petrushevskaya, 1965**

Botryopyle cribrosa (Ehrenberg, 1873)

Lámina 23, Fig. 16

Lithobotrys cribrosa Ehrenberg, 1873, p. 237.

Botryocella multicellaris Haeckel, 1887, pl. 96, fig. 12.

Acrobotrissa cribrosa Popofsky, 1913, p. 322, fig. In text. 29. – Benson, 1966, p. 342–344, pl. 23, fig. 15, fig. In text 22.

Botryopyle cribrosa Petrushevskaya, 1971, p. 163–164, pl. 84, figs. 84 I–III.

Botryopyle multicellaris van de Paverd, 1995, p. 256, pl. 77, figs. 13–16 y 18.

Acrobotrys cribrosa Baldessin, 2012, p. 35, pl. 11, fig. 10.

Descripción: Esqueleto enrejado a perforado, con dos segmentos diferenciados, siendo que el céfalo es notoriamente mayor al tórax, poco desarrollado en comparación. El céfalo es perforado a enrejado, con poros circulares y tamaños y patrones irregulares, aunque aparentemente en gradación de tamaños pequeños hacia la cúspide y grandes hacia la sutura. Está segmentado en tres lóbulos con el lóbulo antecefálico más grande que el resto, con un largo de 100 μm , con perfil de pera y sin cuerno apical. El lóbulo eucefálico es esférico y encajado

23, 24. – Takahashi, 1991, p. 135, pl. 46, fig. 6 and 7.

Description: The skeleton is spongy, composed of two to three broad segments. Its profile is elliptical, appearing flat and thin. The cephalis is segmented into three well-differentiated lobes, approximately similar in size, ranging from 5 μm to 8 μm . Sometimes, it is covered by spongy material, with the most prominent lobe being the eucephalic lobe due to its position. The posterior segments are poorly defined, with noticeable sutures indicated by darker or denser areas. No mouth or related structures, as well as no spines, are distinguishable.

**Genus *Botryopyle* Haeckel, 1881,
emend. Petrushevskaya, 1965**

Botryopyle cribrosa (Ehrenberg, 1873)

Plate 23, Fig. 16

Lithobotrys cribrosa Ehrenberg, 1873, p. 237.

Botryocella multicellaris Haeckel, 1887, pl. 96, fig. 12.

Acrobotrissa cribrosa Popofsky, 1913, p. 322, fig. In text. 29. – Benson, 1966, p. 342–344, pl. 23, fig. 15, fig. In text 22.

Botryopyle cribrosa Petrushevskaya, 1971, p. 163–164, pl. 84, figs. 84 I–III.

Botryopyle multicellaris van de Paverd, 1995, p. 256, pl. 77, figs. 13–16 & 18.

Acrobotrys cribrosa Baldessin, 2012, p. 35, pl. 11, fig. 10.

Description: The skeleton is perforated to latticed, consisting of two distinct segments, with the cephalis notably larger than the thorax, indicating a less developed thorax in comparison. The cephalis is perforated to latticed, with circular pores exhibiting irregular sizes and patterns, appearing to have a gradient from smaller pores near the apex to larger pores near the sutures. It is segmented into three lobes, with the antecephalic lobe being the largest, measuring approximately 100 μm in length. The overall profile is pear-shaped, and there is no apical horn present. The eucephalic lobe is spherical and nestled among the other lobes, while the postcephalic lobe is reduced and incomplete. The cervical suture is diffuse and wide, and

entre los otros lóbulos, mientras el lóbulo post-cefálico es reducido e incompleto. La sutura cervical es difusa y amplia, sin cuello. El tórax es enrejado a perforado, con poros circulares, sin patrón de distribución ni tamaño de poros definido, con secciones con graduación inversa al céfalo, con poros de mayor tamaño hacia la sutura y pequeños hacia la porción terminal. Es de forma acampanada, estrechándose hacia la porción distal, aunque sin la presencia de una boca. Carece de todo tipo de espinas.

DISCUSIÓN

El estudio actual identificó un total de 119 taxas, compuestas por 105 especies y 14 taxas con especies no identificadas, de radiolarios de un área específica del territorio marítimo pacífico de Costa Rica. Estas taxas se categorizaron en 15 familias dentro de los órdenes Collodaria, Spumellaria y Nassellaria. Para el orden Collodaria, se identificaron ocho especies, todas pertenecientes a la familia Collosphaeridae. Para el orden Spumellaria, se identificaron 62 especies distribuidas en siete familias, Actinommidae (25 especies) y Spongodiscidae (19 especies) siendo las más especiosas. Para el orden Nassellaria, se identificaron 49 especies distribuidas en siete familias, Theoperidae (16 especies) siendo la familia más representada dentro de este orden.

Al comparar nuestros hallazgos con estudios previos, se revelan datos interesantes. Zhang et al. (2018) reportaron 328 taxas del Pacífico Noroccidental, mientras que Lüer et al. (2008) identificaron hasta 271 taxas en el Pacífico alrededor de Nueva Zelanda. Otras obras, como las de Takahashi (1991) y van der Paverd (1995), identificaron más de 300 especies, incluyendo especímenes de los océanos Pacífico, Atlántico e Índico. Notablemente, Baldessin (2012) identificó 116 taxas en corrientes de sedimentos del área de las islas Galápagos, así como en las costas occidentales de Costa Rica y Nicaragua. En el estudio de Baldessin (2012), cinco especies se clasificaron bajo la familia Collosphaeridae (orden Collodaria), 40 bajo el orden Spumellaria, distribuidas en nueve familias (con la familia Collosphaeridae considerada parte del orden Spumellaria), y

there is no distinct neck region. The thorax is perforated to latticed, with circular pores, lacking a defined pattern or size distribution, and displaying a reversed gradient compared to the cephalis, with larger pores near the sutures and smaller pores towards the distal portion. It has a bell-shaped form, tapering towards the distal end, but there is no presence of a mouth. It is devoid of any type of spines.

DISCUSSION

The current study identified a total of 119 taxa, comprising 105 species and 14 taxa with unidentified species, of radiolarians from a specific area of the Costa Rican Pacific maritime territory. These taxa were categorized into 15 families within the orders Collodaria, Spumellaria, and Nassellaria. For the Collodaria order, eight species were identified, all belonging to the family Collosphaeridae. For the Spumellaria order, 62 species across seven families were identified, Actinommidae (25 species) and Spongodiscidae (19 species) being the most specious. For the Nassellaria order, 49 species distributed among seven families were identified, Theoperidae (16 species) being the most represented family within this order.

Comparing our findings with previous studies reveals interesting data. Zhang et al. (2018) reported 328 taxa from the Northwest Pacific, while Lüer et al. (2008) identified up to 271 taxa in the Pacific around New Zealand. Other works, such as those by Takahashi (1991) and van der Paverd (1995), identified over 300 species, including specimens from the Pacific, Atlantic, and Indian oceans. Notably, Baldessin (2012) identified 116 taxa in sediment cores from the Galapagos Islands vicinity, as well as the west coasts of Costa Rica and Nicaragua. In the study of Baldessin (2012), five species were classified under the Collosphaeridae family (Collodaria Order), 40 under the Spumellaria Order, distributed among nine families (with Collosphaeridae family considered part of Spumellaria Order), and 66 under the Nassellaria Order, distributed among eighth families. Similarly, Sandoval (2018) reported 116 species



66 bajo el orden Nassellaria, distribuidas en ocho familias. De manera similar, Sandoval (2018) reportó 116 especies de radiolarios en sedimentos marinos profundos de la Península de Osa, abarcando desde el Mioceno hasta el presente. La mayoría de estas especies siguen siendo existentes hoy en día, lo que indica una cuenta estable de especies a lo largo del tiempo. En términos de familias, Sandoval (2018) informa nueve especies para el orden Collodaria (todas dentro de la familia Collosphaeridae, clasificadas bajo el orden Spumellaria en su estudio), 28 especies para el orden Spumellaria distribuidas en seis familias (excluyendo la familia Collosphaeridae, ya que pertenece al orden Collodaria), y 79 especies para el orden Nassellaria distribuidas en seis familias.

En comparación con estos estudios, nuestra investigación reporta un número similar de taxas a Baldessin (2012) y Sandoval (2018), y aproximadamente la mitad del número reportado por Takahashi (1991), Lüer et al. (2008) y Zhang et al. (2018). Las diferencias, especialmente en comparación con Baldessin (2012) y Sandoval (2018), se pueden atribuir en gran medida a revisiones taxonómicas que han ocurrido en los últimos años. Por ejemplo, la reclasificación de la familia Collosphaeridae dentro del orden Collodaria y la fusión de *T. octacantha* y *O. stenozona* en una sola especie en nuestro estudio, mientras que se trataban como especies separadas en estudios previos.

Este trabajo se enmarca como el primer catálogo taxonómico de Polycystina creado explícitamente para sedimentos marinos contemporáneos (Holoceno) del Pacífico costarricense, enriqueciendo nuestro entendimiento de la región del Tropical del Este (PTE). Su objetivo principal es proporcionar una fuente fundamental para investigaciones paleoceanográficas, ecológicas y taxonómicas futuras en el Océano Pacífico que rodea Costa Rica y regiones vecinas, ya sea que se centren en sedimentos marinos o muestras de plancton extantes. Además, aspira a inspirar exploraciones oceánicas continuas dentro del país, con un enfoque particular en territorios menos explorados.

Declaración de ética: los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación

of radiolarians in marine sediments from the Osa Peninsula, spanning from the Miocene to the present. Most of these species are still extant today, indicating a stable species count over time. In terms of families, Sandoval (2018) reports nine species for the Order Collodaria (all within the Collosphaeridae family, classified under Spumellaria Order in their study), 28 species for the Spumellaria Order across six families (excluding Collosphaeridae family, as it belongs to the Collodaria Order), and 79 species for the Nassellaria Order across six families.

In comparison to these studies, our investigation reports a similar number of taxa to Baldessin (2012) and Sandoval (2018), and approximately half the number reported by Takahashi (1991), Lüer et al. (2008), and Zhang et al. (2018). The discrepancies, especially in comparison to Baldessin (2012) and Sandoval (2018), can be largely attributed to taxonomic revisions that have occurred in recent years. For example, the reclassification of the Collosphaeridae family within the Collodaria Order and the merging of *T. octacantha* and *O. stenozona* into a single species in our study, while they were treated as separate species in previous studies.

This work stands as the first taxonomic catalog of Polycystina specifically created explicitly for contemporary (Holocene) marine sediments of the Costa Rican Pacific, enriching our understanding of the Eastern Equatorial Pacific (EEP) region. Its primary objective is to furnish a foundational resource for forthcoming paleoceanographic, ecological, and taxonomic inquiries in the Pacific Ocean surrounding Costa Rica and neighboring regions, whether focusing on marine sediments or extant plankton samples. Furthermore, it aspires to inspire continued oceanic exploration within the country, with particular emphasis on less-charted territories.

Ethical statement: the authors declare that they all agree with this publication and made significant contributions; that there is no conflict of interest of any kind; and that we followed all pertinent ethical and legal procedures and

y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

See supplementary material: a01v72s2-MS1

AGRADECIMIENTOS

El primer autor quisiera agradecer a la Dra. María Isabel Sandoval y al Dr. Jorge Cortés, coautores de esta investigación, por la oportunidad de trabajar en esta investigación. Además, desea agradecer al Dr. Demetrio Boltovskoy, profesor jubilado de la Universidad de Buenos Aires, a la Dra. Odalisca Breedy-Shadid, profesora e investigadora de la Universidad de Costa Rica, y a la Dra. Guaria Cardenás-Sandí, coautora de esta investigación, por su guía, consejos y apoyo durante esta investigación. Los autores deseamos agradecer a la Escuela Centroamericana de Geología, al Laboratorio de Paleontología, al Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMic), al Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) y al Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica por el apoyo logístico en el procesamiento y análisis de los testigos de sedimento. Finalmente, deseamos agradecer a la Universidad de Costa Rica por brindar el apoyo económico para la realización de esta investigación por medio del proyecto P830-C0468. Este Suplemento fue posible gracias al apoyo de FAICO y la Fundación Charles Darwin con la colaboración del Bezos Earth Fund.

REFERENCIAS / REFERENCES

- Aitchison, J. C., & Flood, P. G. (1995). Cenozoic radiolarians from Ocean Drilling Program Leg 143, Site 869A Equatorial Pacific Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 143, 571–574.
- Alexandrovich, J. M. (1989). Radiolarian biostratigraphy of ODP Leg 111, Eastern Equatorial Pacific, Late Miocene through Pleistocene. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 111, 227–230.

requirements. All financial sources are fully and clearly stated in the acknowledgments section. A signed document has been filed in the journal archives.

Ver material suplementario: a01v72s2-MS1

ACKNOWLEDGMENTS

The first author would like to express gratitude to Dr. Maria Isabel Sandoval and Dr. Jorge Cortés, co-authors of this research, for the opportunity to collaborate on this investigation. Additionally, appreciation is extended to Dr. Demetrio Boltovskoy, retired professor from the University of Buenos Aires, Dr. Odalisca Breedy-Shadid, professor and researcher at the University of Costa Rica, and Dr. Guaria Cardenás-Sandí, co-author of this research, for their guidance, advice, and support throughout this study. The authors wish to acknowledge the Central American School of Geology, the Laboratory of Paleontology, the Center for Research in Microscopic Structures (CIEMic), the Center for Research in Marine Sciences and Limnology (CIMAR), and the Museum of Zoology of the University of Costa Rica for their logistical support in the processing and analysis of sediment cores. Finally, we wish to thank the University of Costa Rica for providing financial support for this research through project P830-C0468. This Special Issue was possible thanks to FAICO and the Charles Darwin Foundation, in partnership with the Bezos Earth Fund.

- Anderson, O. R. (2019). Protozoa, radiolarians. *Encyclopedia of Ocean Sciences*, 1973, 651–655. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.04310-4>
- Archibald, J. M., Simpson, A. G. B., & Slamovits, C. H. (Eds.) (2017). *Handbook of the Protists*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28149-0>
- Bailey, W. (1856). Notice of microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka. *The American Journal of Science and Arts*, 2(22), 1–6.



- Baldessin, E. (2012). *Le microplancton siliceux dans le Pacifique oriental tropical: relation entre morphologie, écologie et système des courrantes océaniques* [Unpublished Master's thesis]. University of Lausanne.
- Banner, F. T., Clarke, W. J., Cutbill, J. L., Eames, F. E., Lloyd, A. J., Riedel, W. R. & Smout, A. H. (1967). Chapter 8 Protozoa. In W. B. Harland, C. H. Holland, M. R. House, N. F. Hughes, A. B. Reynolds, M. J. S. Rudwick, G. E. Satterthwaite, L. B. H. Tarlo and E. C. Willey (Eds.). *The Fossil Record, Part II*, pp. 291–332, Geological Society of London. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1967.002.01.26>
- Benson, R. N. (1966). *Recent Radiolaria from the Gulf of California* [Unpublished doctoral dissertation]. Minnesota University.
- Benson, R. N. (1983). Quaternary Radiolarians from the Mouth of the Gulf of California, Leg 65 of the Deep Sea Drilling Project. *Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 65, 491–523. doi: 10.2973/dsdp.proc.65.123.1983
- Biard, T., Pillet, L., Decelle, J., Poirier, C., Suzuki, N., & Not, F. (2015). Towards an Integrative morpho-molecular classification of the Colloidaria (Polycystinea, Radiolaria). *Protist*, 166(3), 374–388. doi.org/10.1016/j.protis.2015.05.002
- Björklund, K. R. (1974). A rare skeleton form in *Echinomma leptodbrmum* (Spumellarina, Radiolaria). *Sarsia*, 56(1), 43–46.
- Björklund, K. R. (1976). Radiolaria from the Norwegian Sea, leg 38 of the Deep-Sea Drilling Project. In M. Talwani, V. Udintsev, K. Björklund, V. N. D. Caston, R. W. Faas, G. N. Kharin, D. A. Morris, C. Muller, T. H. Nilsen, J. van Hinte, Detlef A. Warnke, S. M. White. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 38, 1101–1168.
- Blueford, J. R. (1982). Miocene actinommid Radiolaria from the equatorial Pacific. *Micropaleontology*, 28(2), 189–213.
- Boltovskoy, D. (1992). Current and productivity patterns in the equatorial Pacific across the Last Glacial Maximum based on radiolarian east-west and downcore faunal gradients. *Micropaleontology*, 38(4), 397–413.
- Boltovskoy, D. (1998). *Clasificación and distribution of South Atlantic Recent Polycystine Radiolaria*. *Palaeo-Electronica*, 1(2), 1.2.6A. <https://palaeo-electronica.org/content/1-2-recent-radiolaria-of-the-south-atlantic>
- Boltovskoy, D., & Correa, N. (2016). Biogeography of Radiolaria Polycystina (Protista) in the World Ocean. *Progress in Oceanography*, 149, 82–105. <https://doi.org/10.1016/j.pocan.2016.09.006>
- Boltovskoy, D., & Jankilevich, S. (1985). Radiolarian distribution in East Equatorial Pacific plankton. *Oceanologica Acta*, 8(1), 101–123.
- Boltovskoy, D., Kling, S. A., Takahashi, K., & Björklund, K. (2010). World atlas of distribution of recent polycystina (Radiolaria). *Palaeontologia Electronica*, 13(3), 1–229. https://palaeo-electronica.org/2010_3/215/index.html
- Boltovskoy, D., & Pujana, I. (2008). Radiolaria. In H. Camacho (Ed.), *Invertebrados fósiles* (pp. 111–132). Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Universidad Maimónides.
- Boltovskoy, D., & Riedel, W. R. (1980). Polycystine Radiolaria from the southwestern Atlantic Ocean plankton. *Revista Española de Micropaleontología*, 12(9), 99–146.
- Boltovskoy, D. & Riedel, W. R. (1987). Polycystine radiolaria of the California Current region: Seasonal and geographic patterns. *Marine Micropaleontology*, 12(1), 65–104. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(87\)90014-4](https://doi.org/10.1016/0377-8398(87)90014-4).
- Brandt, K. (1885). Die Koloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoéen). *Fauna Flora Golf Neapel*, 13, 1–276.
- Bütschli, O. (1882). Beiträge zur Kenntnis der Radiolarienskelette, insbesondere der der Cyrtida. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, 36, 485–540.
- Campbell, A. S. (1951). New genera and subgenera of Radiolarida. *Journal of Paleontology*, 25(4), 527–530.
- Campbell, A. S. (1954). Part. D, Protista 3: Radiolaria. In R. C., Moore (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, (pp. 11–163). Geological Society of America and University of Kansas Press.
- Campbell, A. S. & Clark, B. L. (1944). Miocene radiolarian faunas from southern California. *Geological Society of America Special Papers*, 51, 1–76.
- Casey, R. E. (1971). Radiolarians as indicators of past and present water masses, In W. R. Riedel, & B. M. Funnell (Eds.). *The Micropaleontology of Oceans* (pp. 331–341). Cambridge University Press.
- Caulet, J. P. (1971). Contribution à l'étude de quelques Radiolaires Nassellaires des boues de la Méditerranée et du Pacifique. *Cahiers de Micropaleontologie*, 2(10), 1–10.
- Cheng, Y. N., & Yeh, K. Y. (1989). Radiolaria in surface sediments from west central Pacific near Taiwan (I). *Collection and Research*, 1, 177–211.
- Clark, B. L., & Campbell, A. S. (1945). *Radiolaria from the Kreyenhagen Formation near Los Banos, California* (Vol. 10). Geological Society of America. <https://doi.org/10.1130/MEM10-p1>
- Cleve, P. T. (1900). Notes on some Atlantic Plankton-organisms. *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, 34(1), 1–22.

- de Wever, P. de, Dumitrica, P., Caulet, J. P., Nigrini, C., & Caridroit, M. (2001). Radiolarians in the Sedimentary Record (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482283181>
- Dinkelman, M. G. (1974). *Late Quaternary Radiolarian Paleo-Oceanography of the Panama Basin, Eastern Equatorial Pacific* [Unpublished doctoral dissertation]. Oregon State University.
- Dreyer, F. (1889). Die Pylombildungen in vergleichend-anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung bei Radiolarien und bei Protisten überhaupt, nebst System und Beschreibung neuer und der bis jetzt bekannten pylomatischen Spumellarien. *Jenaische Zeitschrift Für Naturwissenschaft*, 23, 77–214.
- Dumitrica P. (1973). Cretaceous and Quaternary Radiolaria in deep sea sediments from the northeast Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. In W. B. F. Ryan, K. J. Hsü, M. B. Cita, P. Dumitrica, J. M. Lort, W. Mayne, W. R. D. Nesteroff, G. Pautot, H. Stradner, F. C. Weze (Eds.), *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project* (Vol. 13, pp. 829–901). U.S. Government Printing Office. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.13.134-1.1973>
- Dumitrica, P. (1989). Internal skeletal structures of the superfamily Pyloniacea [Radiolaria], a basis of a new systematics. *Revista Española de Micropaleontología*, 21(2), 207–264.
- Dzinoridze, R. N., Jouse, A. P., Koroleva-Golikova, G. S., Kozlova, G. E., Nagaeva, G. S., Petrushevskaya, M. G., & Strelnikova, N. I. (1978). Diatom and radiolarian Cenozoic stratigraphy, Norwegian Basin; DSDP Leg 38. In S. M. White, P. R. Supko, J. Natland, J. Gardner, & J. Herring (Eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* (Supplement to Vols. 38, 39, 40 and 41, pp. 289–427). U.S. Government Printing Office. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.38394041s.119.1978>
- Ehrenberg, C. G. (1838). Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. *Abhandlungen der Königlischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1838, 59–147.
- Ehrenberg, C. G. (1844). Über 2 neue Lager von Gebirgsmassen aus Infusorien als Meeres-Absatz in Nord-Amerika und eine Vergleichung derselben mit den organischen Kreide-Gebilden in Europa und Afrika. *Bericht Über Die Zur Bekanntmachung Geeigneten Verhandlungen Der Königlische Preussische Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 1844, 57–97.
- Ehrenberg, C. G. (1846). Über eine halbio-lithische, von Herrn R. Schomburgk entdeckte, vorherrschend aus mikroskopischen Polycystinen gebildete, Gebirgsmasse von Barbados. *Bericht Über Die Zur Bekanntmachung Geeigneten Verhandlungen Der Königlische Preussische Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 1846, 382–385.
- Ehrenberg, C. G. (1847). Über die mikroskopischen Kie-selschaligen Polycystinen als mächtige Gebirgsmasse von Barbados und über das Verhältniß der aus mehr als 300 neuen Arten bestehenden ganz eigenthümlichen Formengruppe jener Felsmasse zu den jetzt lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erdlebens. *Bericht Über Die Zur Bekanntmachung Geeigneten Verhandlungen Der Königlische Preussische Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 1847, 40–60.
- Ehrenberg, C. G. (1854). Die systematische Charakteristik der neuen mikroskopischen Organismen des tiefen Atlantischen Oceans für den Monatsbericht zum Druck zu übergeben, deren Verzeichniß im Monat Februar bereits mitgetheilt worden ist. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlische Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1854, 236–250.
- Ehrenberg, C.G. (1858). Kurze Charakteristik der 9 neuen Genera und der 105 neuen Species des agaischen Meeres und des Tiefgründes des Mittel-Meeres. *K. Preuss. Akad. Wiss., Monatsber., Jahrg. 1858*, 10–41.
- Ehrenberg, C. G. (1860a). Über den Tiefgrund des stillen Oceans zwischen Californien und den Sandwich-Inseln aus bis 15600' Tiefe nach Lieutenant Brooke. *Monatsberichte der Königlische Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1860, 819–833.
- Ehrenberg, C. G. (1860b). Über die organischen und unorganischen Mischungsverhältnisse des Meeresgrundes in 19,800 Fuss Tiefe nach Lieut. Brookes Messung. *Monatsberichte der Königlische Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1860, 765–774.
- Ehrenberg, C. G. (1861). Über die Tiefgrund-Verhältnisse des Oceans am Eingange der Davisstrasse und bei Island. *Monatsberichte der Königlische Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1861, 275–315.
- Ehrenberg, C. G. (1872a). Mikrogeologische Studien als Zusammenfassung seiner Beobachtungen des kleinsten Lebens der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluß. *Monatsberichte Der Königlische Preussische Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 1872, 265–322.
- Ehrenberg, C. G. (1872b). Mikrogeologischen Studien über das kleinste Leben der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluss. *Abhandlungen der Königlischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1872, 131–399.
- Ehrenberg, C. G. (1873). Grossere Felsproben des Polycystinen-Mergels von Barbados mit weiteren Erläuterungen. *Monatsberichte Der Königlische Preussische Akademie Der Wissenschaften Zu Berlin*, 1873, 213–263.
- Ehrenberg, C.G. (1875). Fortsetzung der Mikrogeologischen Studien als Gesamt Übersicht der mikroskopischen Paläontologie gleichartig analysirter Gebiegsarten der



- Erde, mit specieller Rücksicht aus den Polycystinen-Mergel von Barbados. *Physikalische Abhandlungen der Königlich-Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1875, 1–226.
- Fujioka, S. (1990). *Illustrations of the plankton of the Kuroshio-waters. Plankton in Amami-oshima Island Coastal Waters*. Nagasaki-ken Culture Publishing Union, Nagasaki, 170 pp.
- Foreman, H. P. (1973). 18. Radiolaria of Leg 10 with systematics and ranges for the families Amphipyndacidae, Artostrobidae, and Theoperidae. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 10, 407–474. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.10.118.1973>
- Foreman, H. P. (1975). 23. Radiolaria from the North Pacific, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 32, 579–676. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.32.123.1975>
- Giresse, P. (2008). Changes deduced from other planktonic components. *Developments in Quaternary Science*, 10(C), 133–145. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(08\)80012-7](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(08)80012-7)
- Goll, R. M. (1968). Classification and Phylogeny of Cenozoic Trissocyclidae (Radiolaria) in the Pacific and Caribbean Basins. Part I. *Journal of Paleontology*, 42(6), 1409–1432.
- Goll, R. M. (1969). Classification and Phylogeny of Cenozoic Trissocyclidae (Radiolaria) in the Pacific and Caribbean Basins. Part II. *Journal of Paleontology*, 43(2), 322–339.
- Goll, R. M. (1976). Morphological Intergradation between Modern Populations of Lophospyris and Phormospyris (Trissocyclidae, Radiolaria). *Micropaleontology*, 22(4), 379–418. <https://doi.org/10.2307/1485172>
- Goll, R. M. (1979). The Neogene evolution of Zygocircus, Neosemantis, and Callimitra: their bearing on nassellarian classification. A revision of Plagiacanthoidae. *Micropaleontology*, 25(4), 365–396.
- Goll, R. M. (1980). Pliocene-Pleistocene radiolarians from the East Pacific Rise and the Galapagos spreading center, Deep Sea Drilling Project Leg 54. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 54, 425–453. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.54.116.1980>
- Goll, R. M., & Bjørklund, K. R. (1974). Radiolaria in surface sediments of the South Atlantic. *Micropaleontology*, 20(1), 38–75.
- Haeckel, E. (1860). Fernere Abbildungen und Diagnosen neuer Gattungen und Arten von lebenden Radiolarien des Mittelmeeres [Supplementary illustrations and diagnosis of new genera and species of living radiolarian of the Mediterranean Sea]. *Monatsberichte der Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 835–845.
- Haeckel, E. H. P. A. (1862). *Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria)*. Berlin: Reimer.
- Haeckel, E. (1881). Entwurf eines Radiolarien Systems auf Grund von Studien der Challenger Radiolarien. *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*, 15(3), 418–472.
- Haeckel, E. (1887). Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. *Report on the Scientific Results of the Voyage of the H.M.S. Challenger; Zoology*, 18, clxxx–viii + 1803 p.
- Harting, P. (1863). Bijdrage tot de Kennis der mikroskopische Fauna en Flora van de Banda-Zee, naar aanleiding van een onderzoek van eenige door diepzeeloodingen van 990 tot 4000 vadem uit die zee opgebrachte gronden. *Verhandelungen Der Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 10(1), 1–34.
- Haslett, S. K. (1995). Mapping Holocene upwelling in the eastern equatorial Pacific using Radiolaria. *The Holocene*, 5(4), 470–478. <https://doi.org/10.1177/095968369500500410>
- Hays, J.D. (1965). Radiolaria and late Tertiary and Quaternary history of Antarctic seas. In: *Biology of Antarctic Seas, Antarctic Res. Series 5*, 2, New York, pp. 125–184.
- Hays, P., Pisias, N., & Roelofs, A. (1989) Paleogeography of the eastern equatorial Pacific during the Pliocene: a high-resolution radiolarian study. *Paleoceanography*, 4(1), 57–73. <https://doi.org/10.1029/PA004i001p00057>
- Hertwig, R. (1879). *Der Organismus der Radiolarien*. Jena, G. Fischer, pp. 1–149.
- Hollande, A., & Enjume, M. (1960). Cytologie, évolution et systématique des Sphaeroidés (Radiolaires). *Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 7(VII), 1–134.
- Hull, D. M. (1993). Quaternary, Eocene, and Cretaceous Radiolarians from the Hawaiian Arch, Northern Equatorial Pacific Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, 136, 3–25.
- Huxley, T. (1851). Zoological notes and observations made on board H.M.S. Rattlesnake III. Upon Thalassicola, a new zoophyte. *The Annals and Magazine of Natural History*, 8, 433–442.
- Johnson, D. A., & Nigrini, C. (1980). Radiolarian biogeography in surface sediments of the western Indian Ocean. *Marine Micropaleontology*, 5, 111–152.
- Jørgensen, E. G. (1900). Protophyten und Protozoen in Plankton aus der norwegischen Westküste. *Bergens Museum Aarbog*, 6, 51–112.
- Jørgensen, E. G. (1905). The protist plankton of Northern Norwegian Fiords. In O. Nordgaard (Ed.), *Hydrographical and Biological Investigations in Norwegian Fiords* (pp. 49–151). Bergen Museum Skrift.

- Kamikuri, S., Motoyama, I., Nishi, H., & Iwai, M. (2009). Evolution of Eastern Pacific Warm Pool and upwelling processes since the middle Miocene based on analysis of radiolarian assemblages: Response to Indonesian and Central American Seaways. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 280(3–4), 469–479. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.06.034>
- Kling, S. A. (1973). Radiolaria from the eastern North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 18. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 18, 617–671. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.18.116.1973>
- Kling, S. A. (1979). Vertical distribution of polycystine radiolarians in the central North Pacific. *Mar. Micropaleontology*, 4, 295–318.
- Knoll, A. H., & Johnson, D. A., 1975. Late Pleistocene evolution of the collosphaerid radiolarian *Buccinosphaera invaginata* Haeckel. *Micropaleontology*, 21, 60–68.
- Kurihara, T., & Matsuoka, A. (2010). Living radiolarian fauna of late autumn (November 13, 2008) in surface-subsurface waters of the Japan Sea off Tassha, Sado Island, central Japan. *Scientific Report, Niigata University (Geology)*, 25, 83–92.
- Labracherie, M. (1985). Quaternary Radiolarians from the Equatorial Pacific, Deep Sea Drilling Project LEG 85. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, 197, 499–509.
- Lazarus, D., Scherer, R. P., & Prothero, D. R. (1985). Evolution of the radiolarian species complex *Pterocanium*: A preliminary survey. *Journal of Paleontology*, 59(1), 183–220.
- Lazarus, D. B., Suzuki, N., Caulet, J.-P., Nigrini, C., Goll, I., Goll, R., Dolven, J. K., Diver, P., & Sanfilippo, A. (2015). An evaluated list of Cenozoic-Recent radiolarian species names (Polycystinea), based on those used in the DSDP, ODP and IODP deep-sea drilling programs. *Zootaxa*, 3999, 301–333.
- Lazarus, D., Suzuki, N., Ishitani, Y., & Takahashi, K. (2021). *Paleobiology of the polycystine Radiolaria*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119697480>.
- Lüer, V., Hollis, C. J., & Willems, H. (2008). Late Quaternary Radiolarian Assemblages as Indicators of Paleoclimatographic Changes North of the Subtropical fronts, Offshore Eastern New Zealand, Southwest Pacific. *Micropaleontology*, 54(1), 49–69. <http://www.jstor.org/stable/30135298>.
- Ling, H.Y. (1972). Polycystine Radiolaria from surface sediments of the South China Sea and the adjacent seas of Taiwan. *Acta Oceanographica Taiwanica*, 2, 159–178.
- Ling, H.Y. (1980). Radiolarians from the Emperor seamounts of the northwest Pacific: Leg 55 of the Deep Sea Drilling Project. In: Jackson, E.D., Koizumi, I., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, volume* 55, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 365–373.
- Ling, H.Y., C.J. Stadum and M.L. Welch (1971). Polycystine Radiolaria from Bering Sea surface sediments. In: A. Farinacci (ed.), *Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma 1970*, 705–729.
- Lyle, M. (1992). Composition maps of surface sediments of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports*, 138, 101–115.
- McMillen, J. K., & Casey, R. E. (1978). Distribution of living polycystine radiolarians in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, and comparison with the sedimentary record. *Marine Micropaleontology*, 3, 121–145.
- Molina-Cruz, A. (1977). Radiolarian assemblages and the irrelationship to the oceanography of the subtropical southeastern Pacific. *Marine Micropaleontology*, 2, 315–352.
- Motoyama, I. (1996). Late Neogene radiolarian biostratigraphy in the subarctic Northwest Pacific. *Micropaleontology*, 42(3), 221–262.
- Müller, J. (1855). Über die im Hafen von Messinabeobachteten Polycystinen. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1855, 671–676.
- Müller, J. (1858). Über die Thalassicolle, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. *Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1858, 1–62.
- Nigrini, C.A. (1967). Radiolaria in pelagic sediments from the Indian and Atlantic Oceans. *Scripps Inst. Oceanogr., Bull.*, 11, 1–125.
- Nigrini, C. A. (1968). Radiolaria from Eastern Tropical Pacific sediments. *Micropaleontology*, 14(1), 51. <https://doi.org/10.2307/1484765>.
- Nigrini, C.A. (1970). Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in Core V20-130. *Geol. Soc. Amer., Mem.* 126, 139–175.
- Nigrini, C. (1977). Tropical Cenozoic Artostrobiidae (Radiolaria). *Micropaleontology*, 23(3), 241–269.
- Nigrini, C. A., & Moore, T. C. (1979). A Guide to Modern Radiolaria. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, 16.
- Nigrini, C. A., & Sanfilippo, A. (2001). Cenozoic radiolarian stratigraphy for low and middle latitudes with descriptions of biomarkers and stratigraphically useful species. *Ocean Discovery Program Technical Notes*, 27. <http://www.odp.tamu.edu/publications/tnotes/tn27/index.html>



- Nishimura A. & Yamauchi M. (1984). Radiolarians from the Nankai Trough in the Northwest Pacific. *News of Osaka Micropaleontologists, special Volume 6*, 1–148.
- O'Connor, B. (1997). New radiolaria from the Oligocene and early Miocene of Northland, New Zealand. *Micropaleontology*, 43(1), 63–100.
- Petrushevskaya, M. (1967). Radiolarian of orders Spumellaria and Nassellaria of the Antarctic region. In: A.P. Andriyashev and P.V. Ushakov (eds.), *Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958)*, volume 3, Academy of Sciences of the U.S.S.R., 2–186.
- Petrushevskaya, M. G. (1971). On the natural system of polycystine Radiolaria (Class Sarcodina). In A. Farnacci (Ed.), *Proceedings of the II Planktonic Conference*, Vol. II (pp. 981–992). Edizioni Tecnoscienza.
- Petrushevskaya, M. G. (1975). Cenozoic Radiolarians of the Antarctic, Leg 29, DSDP. *Initial Reports of the Deep Sea Project*, 29.
- Petrushevskaya, M. & Björklund, K. (1974). Radiolarians in Holocene sediments of the Norwegian-Greenland Seas. *Sarsia*, 57, 33–46.
- Petrushevskaya, M. G., & Kozlova, G. E. (1972). Radiolaria: Leg 14, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 14, 495–648. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.14.116.1972>.
- Petrushevskaya, M. & Kozlova, G. E. (1979). Description of the radiolarian genera and species. In: A.A. Strelkov and M.G. Petrushevskaya (eds.), *Explorations of the Fauna of the Seas, Volume 23*(31): The History of the Microplankton of the Norwegian Sea (on the Deep Sea Drilling Materials). *Academy of Sciences of the U.S.S.R., Nauka*, 86–157.
- Petrushevskaya, M. G., & Swanberg, N. (1990). Variability in skeletal morphology of colonial Radiolaria (Actinopoda: Polycystinea: Collosphaeridae). *Micropaleontology*, 36(1), 65–85.
- Pisias, N., & Mix, A. (1997). Spatial and temporal oceanographic variability of the eastern equatorial Pacific during the late Pleistocene: Evidence from Radiolaria microfossils. *Paleoceanography*, 12(3), 381–393. <https://doi.org/10.1029/97PA00583>
- Popofsky, A. (1908). Die Radiolarien des Antarktis mit Ausschluss Triplyeen. Tafel XXXXXVI, eine tabelle und 29 abbildungen im text. *Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903, X, Zoologie*, II(1), 183–306.
- Popofsky, A., 1912. Die Sphaerellarien des Warmwassergebietes. *Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903, Zoologie*, II(13), 73–159.
- Popofsky, A. (1913). Die Nassellarien des Warmwassergebietes der Deutschen Südpolar-Expedition 1901–1903. *Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903, XIV, Zoologie*, VI(1), 217–416.
- Popofsky, A. (1917). Die Collosphaeriden, mit Nachtrag zu den Spumellarien und Nassellarien. *Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903, 16, Zoologie*, 8(3), 235–278.
- Renaudie, J. (2014). *A Synthesis of Antarctic Neogene Radiolarians: Taxonomy, Macroevolution and Biostratigraphy* [Doctoral dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin]. edoc-Server. <https://doi.org/10.18452/16985>
- Renaudie, J., & Lazarus, D. B. (2016). New species of Neogene radiolarians from the Southern Ocean—part IV. *Journal of Micropaleontology*, 35(1), 26–53.
- Renz, G. W. (1974). Radiolaria from Leg 27 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Rept. Deep Sea Drill. Proj.*, 27, 769–841.
- Renz, G. W. (1976). *The Distribution and Ecology of Radiolaria in the Central Pacific: Plankton and Surface Sediments*. La Jolla, California: University of California Press.
- Riedel, W.R. (1953). Mesozoic and late Tertiary Radiolaria of Rotti. *Jour. Paleontol.*, 27(6), 805–813.
- Riedel, W.R. (1958). Radiolaria in Antarctic sediments. *B.A.N.Z. Antarctic Res. Exped., Repts., ser. B*, 6(10), 217–255.
- Riedel, W. R. (1971). Systematic classification of polycystine Radiolaria. In B. M. Funnell & W. R. Riedel (Eds.), *The Micropaleontology of Oceans* (pp. 649–660). Cambridge University Press.
- Riedel, W. R., & Sanfilippo, A. (1970). 24. Radiolaria, Leg 4, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Program*, 4, 503–575. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.4.124.1970>
- Riedel, W. R., & Sanfilippo, A. (1971). Cenozoic Radiolaria from the western tropical Pacific, Leg 7. *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, 7, 1529–1672. <https://doi.org/10.2973/dsdp.proc.7.132.1971>
- Riedel, W. R., & Sanfilippo, A. (1978). Stratigraphy and evolution of tropical Cenozoic radiolarians. *Micropaleontology*, 24(1), 61–96. <https://doi.org/10.2307/1485420>
- Romine, K., & Moore, T. (1981). Radiolarian assemblage distributions and paleoceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean during the last 127000 years. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 35(1981), 281–314. doi: 10.1016/0031-0182(81)90100-0
- Sandoval, M. I. (2018). Miocene to Recent Radiolarians from Southern Pacific Coast of Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 58, 115–169. <https://doi.org/10.15517/rgac.v58i0.32846>
- Sandoval, M. I., Boltovskoy, D., Baxter, A. T., & Baumgartner, P. O. (2017). Neogene paleoceanography of the eastern equatorial Pacific based on the radiolarian record of IODP drill sites off Costa Rica.

- Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 18, 889–906. <https://doi.org/10.1002/2016GC006623>
- Sanfilippo, A., & Riedel, W. R. (1980). A revised generic and suprageneric classification of the Artiscins (Radiolaria). *Journal of Paleontology*, 54(5), 1008–1011.
- Schramm, C. T. (1985). Implications of Radiolarian Assemblages for the Late Quaternary Paleoclimatology of the Eastern Equatorial Pacific. *Quaternary Research*, 24, 204–218.
- Strelkov A., & Reshetnyak, V. (1971). Colonial spumellarians of the world ocean (W. R. Riedel, Trans.). In A. A. Strelkov (Ed.) *Radiolarians of the Ocean Reports on the Soviet Expeditions, Explorations of the Fauna of the Seas* (Vol. 9, pp. 295–418). Academy of Sciences of the U.S.S.R.
- Suzuki, N. (2006). Ontogenic growth and variation in the skeletal structure of two late Neogene Sphaeropyle species (Polycystina radiolarians). *Journal of Paleontology*, 80(5), 849–866. [https://doi.org/10.1666/0022-3360\(2006\)80\[849:OGAVIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0022-3360(2006)80[849:OGAVIT]2.0.CO;2)
- Suzuki, N., & Not, F. (2015). Biology and ecology of Radiolaria. In S. Ohtsuka, T. Suzuki, T. Horiguchi, N. Suzuki, & F. Not (Eds.), *Marine Protists: Diversity and Dynamics* (pp. 179–222). Springer.
- Suzuki N, O'Doherty L, Caulet JP, Dumitrica P (2021) A new integrated morpho- and molecular systematic classification of Cenozoic radiolarians (Class Polycystinea) – suprageneric taxonomy and logical nomenclatorial acts. *Geodiversitas*, 43, 405–573.
- Takahashi, K. (1991). *Radiolaria: Flux, Ecology and Taxonomy in the Pacific and Atlantic* (Ocean Biocoenosis Series No. 3). Woods Hole Oceanographic Institution.
- Takahashi, K., & Honjo, S. (1981). Vertical flux of Radiolaria: a taxon quantitative sediment trap study from the western tropical Atlantic. *Micropaleontology*, 27(2), 140–190.
- Tan, Z & Tchang, T. R. (1976). Studies on the Radiolaria of the East China Sea. *Studia Marine Sinica*, 11, 217–313
- Tan, Z., & Chen, M. (1999). *Offshore Radiolaria in China* (1st ed.). Science Press.
- Trubovitz, S., Lazarus, D., Renaudie, J., & Noble, P. J. (2020). Marine plankton show threshold extinction response to Neogene climate change. *Nature Communications*, 11 (5069), 1–10.
- Trubovitz, S., Renaudie, J., Lazarus, D., & Noble, P. (2022). Late Neogene Lophophaeidae (Nassellaria, Radiolaria) from the eastern equatorial Pacific. *Zootaxa*, 5160 (1), 1–158. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5160.1.1>
- van de Paverd, P. J. (1995). *Recent Polycystine Radiolaria from the Snellius-II Expedition*. [Unpublished Ph.D. thesis, Free University & University of Oslo]. Amsterdam, Netherlands.
- Vergara, S., Marchant, S., & Giglio, S. (2008). Radiolarios Polycystina (Protozoa: Nassellaria y Spumellaria) sedimentados en la zona centro-sur de Chile (36°–43°S). *Gayana*, 72(1), 79–93. <http://doi.org/10.4067/S0717-65382008000100010>
- WoRMS Editorial Board (2022). World Register of Marine Species. <https://www.marinespecies.org>
- Zapata, J., & Olivares, J. (2005). Radiolarios (Protozoa, Actinopoda) sedimentados en el Puerto de Caldera (27°04'S; 70°51'W), Chile. *Gayana*, 69(1), 78–93. <http://doi.org/10.4067/S0717-65382005000100009>
- Zhang, L., Suzuki, N., Nakamura, Y., & Tuji, A. (2018). Modern shallow water radiolarians with photosynthetic microbiota in the western North Pacific. *Marine Micropaleontology*, 139, 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2017.10.007>