

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA



**IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE CAROFITAS FÓSILES DE LAS
FORMACIONES DEL CRETÁCEO SUPERIOR Y PALEOCENO INFERIOR. REGIÓN
CUSCO**

MARÍA LUCÍA RIVERA CHARÚN

Tesis para optar por el Título Profesional de Licenciada en Biología

Asesora: Dra. Vera Alleman Haeghebaert

Lima, Perú

2019

AGRADECIMIENTOS

Estoy muy agradecida a las personas que compartieron su conocimiento conmigo Especialmente por el apoyo y orientación durante mi formación profesional y elaboración de mi tesis a la Doctora Vera Alleman Haeghebaert. Por la información brindada por la Dra. Adriana García de la Universidad de Wollongong, Australia para realizar esta investigación, por el apoyo en la colecta al Dr. Ángel Ramírez, ex Rector de la Universidad San Antonio Abad del Cusco y la motivación de mi madre, mi tía Isabel, familia y amigos íntimos.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	2
Resumen	4
Abstract.....	5
I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
2.1 Justificación de la Investigación.....	8
III. ANTECEDENTES	9
IV. OBJETIVO GENERAL	10
V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
VI. HIPÓTESIS	12
VII. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	13
7.1 Contexto Geológico.....	13
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
IX. RESULTADOS	18
X. DISCUSIÓN	24
XI. CONCLUSIONES.....	26
XII. RECOMENDACIONES	27
XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS	32

Resumen

El phylum Charophyta es un grupo de algas verdes que viven en aguas dulces o salobres, las células que recubren la cavidad del órgano reproductivo femenino llamada oogonium secretan carbonato de calcio una vez que ocurre la fertilización y se deposita en las paredes que lo rodean para formar la girogonita. La estructura comúnmente fosiliza. Las girogonitas son importantes marcadores bioestratigráficos utilizados a nivel global para la datación de formaciones geológicas y reconstrucciones paleoambientales con énfasis en ambientes limnológicos. A su vez, los girogonites constituyen una herramienta muy poderosa para reconstruir paleoclimas de los antiguos ambientes acuáticos asociados con los asentamientos, permitiendo comprender los procesos locales y regionales de cambio ambiental y climático, así como el impacto que tal cambio puede haber tenido en las poblaciones humanas.

En el presente trabajo de tesis se recolectaron aleatoriamente 20 muestras de sedimentos para el análisis de carofitas de dos Formaciones Geológicas: Quilque ó Kilque (Cretácico Superior) y Puquín (Paleoceno Inferior) en la región de Cusco - Perú, en un área de varios metros con cortes estratigráficos de aproximadamente 4 metros de espesor, de las cuales 8 zonas contenían carofitas que no han sufrido distorsión post deposicional. Se innovó una técnica de limpieza y extracción de girogonitas para identificarlas taxonómicamente. La investigación generará información renovada sobre la biodiversidad de carofitas fósiles en el país que será útil para las investigaciones posteriores de esta División y sus interrelaciones biológicas, paleontológicas y estratigráficas con otras localidades del Perú.

Abstract

The Charophyta phylum is a group of green algae living in fresh or brackish waters, the cells lining the cavity of the female reproductive organ called oogonium secrete calcium carbonate once fertilization occurs and it is deposited on the walls surrounding the zygote to form the girogonite, this structure commonly fossilizes. Girogonites are important biostratigraphic markers used globally for dating of geological formations and paleoenvironmental reconstructions with emphasis on limnological environments. The girogonites, in turn, constitute a very powerful tool for reconstructing paleoclimates of ancient aquatic environments associated with human settlements to understand local and regional processes of environmental and climatic change, as well as the impact that such change may have had on human populations. For the thesis were collected randomly 20 sediment samples for analysis of Charophytes of two Geological Formations: Quilque (Upper Cretaceous) and Puquín (Lower Paleocene) in the region of Cusco, Perú, over an area of several meters with stratigraphic cuts of about 4 meters thick, of which 8 zones contained charophytes that have not suffered post-depositional distortion. A technique of cleaning and extraction of girogonites was innovated to then identify them taxonomically. The research will generate renewed information of fossil charophytes biodiversity in the country that will be useful for subsequent investigations of this Division and their biological, paleontological and stratigraphic interrelationships with other localities of Peru.

I. INTRODUCCIÓN

Las algas constituyen un grupo muy diverso y polifilético con características estructurales y moleculares propias (Zúñiga y Acleto, 1998). El phylum Charophyta es un grupo de algas con una larga historia fósil, conocido desde el periodo Silúrico $443,7 \pm 1,5$ Ma. y constituyen el único vínculo entre carofitas vivos y fósiles (Soulié-Märsche y García, 2014). Según la clasificación del Tratado de Paleontología de Invertebrados (Grambast, 2005) contiene una sola clase: Charophyceae.

Históricamente el fósil más antiguo que queda de ancestros de las plantas de la tierra son las fructificaciones calcificadas. De acuerdo al registro fósil, las carofitas eran abundantes en los sistemas de agua dulce, por lo tanto es muy probable que los antepasados de las plantas terrestres tengan un origen en ambientes de agua dulce del Cámbrico o Precámbrico (Ishchenko, 1982; Martín-Closas, 2003).

Las carofitas pueden tolerar una alta variabilidad de salinidades, desde el agua dulce hasta las condiciones hipersalinas, no hay datos de que se han hallado en hábitats totalmente marinos (Schneider et al., 2014). Sus fructificaciones femeninas son susceptibles de fosilizar debido a que las células que recubren la cavidad del órgano de reproducción femenino, llamado oogonio, segregan carbonato de calcio (Rivera, 1961), formando el girogonite (Horn af Rantzen, 1956; García, 1994; Faria, 2009). La composición mineral de los carbonatos de los girogonites puede ser calcita, calcita altamente magnésica o aragonita y muestra fuertes diferencias específicas incluso a nivel de especie dentro del género *Chara* (Soulié-Märsche y García, 2014).

Las carofitas se reconocen actualmente como "phylum Charophyta", con seis clases correspondientes seis órdenes, Charales, Chlorokybales, Coleochaetales, Klebsormidiales, Mesostigmatales y Zygnematales, pero existieron 2 órdenes ya extintos, los Sycidiales y Moellerinales (Schneider et al., 2014). Sin embargo, análisis filogenéticos han demostrado que estas seis clases no forman un grupo monofilético, por lo que el uso del término carofitas se referirá a las especies del orden *Charales* y los antepasados directos de sus órdenes de fósiles extintos (Timme et al. 2012; Schneider et al., 2014).

La posibilidad de fosilización y evolución de las carofitas a través del tiempo pueden ser aplicadas a estudios bioestratigráficos y para establecer correlaciones regionales. Se han podido establecer zonaciones de cuencas sedimentarias continentales precisas en base a carofitas desde el Jurásico superior hasta el final del Oligoceno, (Grambast, 1975). Así mismo los girogonites

son una herramienta muy poderosa para reconstruir paleoambientes (García, 1994) y paleoclimas (Palacios-Fest, 2010; Soulié – Marsche y García, 2014), debido a que diferentes taxa indican diferentes condiciones ambientales no-marinas, aunque algunas especies toleran salinidades hasta 70 gL⁻¹.

En el Perú, en la región del Cusco afloran varias formaciones de distintos periodos geológicos, siendo el más antiguo el Cretácico medio marino, y luego el Cretácico Superior continental, periodo de apogeo de carofitas en la región. Litológicamente, estas secuencias están constituidas principalmente por lutitas. La presente investigación está dedicada a determinar e identificar los taxa de carofitas en las formaciones geológicas Quilque y Saphy del Cretácico Superior y Paleoceno inferior de Cusco e investigar su aplicación a la bioestratigrafía del área. Desde la década de 1970, el uso del microscopio electrónico de barrido (SEM) aplicado al estudio de la ornamentación de las oosporas demostró ser muy útil en la taxonomía (Cáceres, 1975; John y Moore, 1987; Cáceres y García, 1989; Soulié-Marsche, 1989; Soulié-Marsche y García, 2014). En el presente estudio se utilizó Microscopía Óptica y Microscopio Electrónico de Barrido para la identificación de los géneros de carofitas a partir de girogonitas fósiles.

Las carofitas son valiosos indicadores para la evaluación del estado ecológico de los ríos y lagos, y sus oosporas y girogonites son útiles para las reconstrucciones paleolimnológicas de las propiedades del ecosistema, como el estado trófico o la salinidad (Schneider et al., 2014). Además, en las últimas décadas, se ha incrementado el interés en el uso de carofitas en estudios cuaternarios, especialmente para su aplicación como proxies biológicos para reconstruir los cambios ambientales y climáticos del pasado, así como para entender la biodiversidad pasada y las sucesiones ecológicas (Soulié-Marsche & García, 2014). Esta investigación permitirá la realización de estudios paleoclimáticos a partir de girogonites de carofitas.

II. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los estudios de fósiles en el Perú, en su mayoría, ha consistido en su registro con el propósito de realizar estudios estratigráficos en los que se ha mencionado la presencia de carofitas, no habiendo sido debidamente determinadas e identificadas como grupo fósil, por lo que hace falta que se realicen nuevos estudios de la taxonomía de carofitas.

Por ello, para la presente investigación se han seleccionado dos formaciones geológicas del Departamento de Cusco, la primera, la Formación Quilque, en donde ha sido reportada la presencia de girogonitas de carofitas por estudios geológicos realizados por Carlotto (1992, 1994). La segunda, es la Formación Puquín, de la que se tiene conocimiento de la existencia de carofitas en los Miembros M2 y M3. Las girogonitas de ambas Formaciones no han sido ratificadas científicamente con descripciones o ilustraciones, ni se cuentan con publicaciones de su afluencia.

2.1 Justificación de la Investigación

El registro fósil de las carofitas abarca los últimos 425 Ma, y algunos de los taxones fósiles son guías para secuencias no marinas, lo que los convierte en objetos valiosos para la bioestratigrafía (por ejemplo, exploración de campos de hidrocarburos) y estudios paleo ecológicos (Schneider et al., 2014). Además, esta investigación es un aporte a la diversidad de recursos biológicos del pasado en la Región Cusco. A partir de este conocimiento es posible comprender como ha evolucionado y podría evolucionar el ecosistema y la especie.

Si bien el estudio de algas fósiles proporciona grandes ventajas para todos los usos antes mencionados es imprescindible una correcta clasificación de taxos.

III. ANTECEDENTES

En el país hasta principios de la década de los ´60 solo se conocen dos publicaciones de carofitas debidamente identificadas, *Cretaceous and Lower Cenozoic Charophyta from Perú* (Peck y Recker, 1947) y *Las Capas Rojas plegadas del Cretáceo Superior y Terciario en la región del curso medio del río Ucayali* (Koch y Blissenbach, 1962). Debido a la aparente ausencia de fósiles de valor estratigráfico del Perú la Dra. Rosalvina Rivera incursiona en su estudio en el año 1961, año en el que determinó 7 especies nuevas de carofitas en el oriente peruano de 5 géneros distintos, en las localidades fosilíferas de La cuenca media del río Palcazu, principalmente de sus afluentes Ungurahui e Iscozazin y en la localidad del Boquerón del Padre Abad, su colección de tipos se encuentra en el gabinete del Museo de Mineralogía y Paleontología de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú. En la actualidad contamos con una base de datos de Especies de carofitas del Perú (Rivera-Charún, 2013).

En diferentes estratos del Cusco se han reportado diversas especies de carofitas como *Chara* sp. y *Rhabdochara langeri* Ettingshausen, 1872 en la Formación Paruro del Mioceno Superior, *Porochara perlata* Peck y Reker, 1947 en la Formación Yuncaypata del Cretácico Medio, *Nitellopsis supraplana* Peck y Reker, 1947 en la Formación Chilca del Paleoceno superior-Eoceno basal, en la formación Huayllabamba del Cretáceo Superior al Paleoceno Inferior se han reportado las especies *Chara ovalis* Fritzsche y *Chara perlata* Peck y Reker, 1947.

La Formación Quilque, ha sido atribuida al Paleoceno debido a la presencia de dos especies de carofitas, *Nitellopsis supraplana* Peck y Reker, 1947 y *Lamprothamnium* sp. Jaillard, 1982, mientras que la Formación Puquín data del Cretáceo Superior debido a que la parte lacustre de miembro M2 contiene girogonitas de las especies *Platychara perlata* y *Feistiella ovalis* (Carlotto et al., 1992; Jaillard et al., 1994), que indican una edad Campaniana media-Maestrichtiana y el Miembro M3 cuenta con la presencia de las Carofitas *Feistiella gildemeisteri* y *Platychara grambastii* (Carlotto et al, 1992; Jaillard et al, 1994) indicando una edad Maestrichtiana., pero las carofitas, aunque estuvieron reportadas en estas investigaciones geológicas, no han sido estudiadas todavía.

IV. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de la investigación es determinar la biodiversidad taxonómica de carofitas fósiles de la región Cusco a partir de muestras colectadas en la Formación Quilque y la Formación Puquín, a fin de explorar la aplicación de los taxa en determinados aspectos bioestratigráficos.

De esta forma se proveerá una taxonomía detallada de las carofitas fósiles del Perú, que en muchos casos han sido brevemente mencionadas como presentes o ausentes sin enfatizar su identidad biológica.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Colectar muestras de sedimentos de las Formaciones Geológicas Quilque y Puquín de la Región Cusco.
2. Hallar una técnica adecuada de extracción y limpieza de girogonitas en las muestras colectadas.
3. Determinar las carofitas de la Formación Quilque del Cretáceo Superior.
4. Determinar las carofitas de la Megasecuencia M1 de la Formación Puquín del Paleoceno Inferior.

VI. HIPÓTESIS

A partir del procesamiento y análisis de los especímenes de girogonitas de carofitas halladas en los sedimentos de las formaciones Quilque y Puquín de la región de Cusco; se podrá obtener una determinación taxonómica de los representantes fósiles encontrados y se logrará evidenciar sus aplicaciones bioestratigráficas.

VII. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Las Formaciones Puquín y Quilque están localizadas en la ciudad del Cusco, forman el Grupo Yuncaypata, ubicado en la Unidad geomorfológica: Zona Intermedia Altiplano-Cordillera Oriental o Anticlinal de Vilcanota.

Formación Puquín (Miembro M1)

Localidad.- La colecta de girogonitas en esta formación se realizó al final de la calle Saphy en la Quebrada Saphy por cuyo fondo cruza el río también llamado Saphy, a 708 m del Consejo del Cusco (Fig. 17).

Formación Quilque

Localidad.- Las secuencias de esta formación afloran secuencias se encuentran en las partes altas de la margen izquierda del río Urubamba, se colectaron las girogonitas en la localidad Quilque a 3 km aprox. del valle del Cusco (Fig. 18).

7.1 Contexto Geológico

El período Cretácico (era Mesozoica) se inició hace aproximadamente 145.5 Ma (millones de años) y culminó hace 65 Ma.

Los afloramientos del Cretáceo se encuentran ampliamente distribuidos a través del Perú, encontrándose representado el flanco andino occidental, la faja andino oriental y el llano amazónico; constituyendo el 75% de las rocas mesozoicas y presentando sedimentos de origen marino, continental y volcánico (Lagos et al., 2013). Dentro de las series sedimentarias correspondientes al Sistema Cretácico en los Andes peruanos en el Cusco la serie de las Capa Rojas continentales se encuentran al tope del Cretáceo Superior (Campaniano – Maestrichtiano), estas pertenecen a procesos de inversión tectónica y transición a cuencas de antepaís (Carlotto et al. 2011).

A finales del Cretácico hubo una extinción masiva, principalmente de dinosaurios, y algunos taxones de carofitas se fosilizaron como cohabitantes de estos animales extintos en el Paleógeno, (65.5 a 23.03 Ma). El primer periodo del Paleogeno es el Paleoceno (65.5 a 55.8 Ma.), existiendo evidencias de marcada actividad tectónica en el límite Maestrichtiano-Paleoceno (Carlotto et al. 2011).

a) La Formación Quilque:

Definición y relaciones estratigráficas. - Definida por Gregory (1916), quien la asignó originalmente al Pérmico. Carlotto (1992) hace un estudio sedimentológico y estratigráfico determinando la edad Paleocena. Estas capas rojas reposan en discordancia erosiva sobre la Formación Puquín. La Formación Quilque aflora al oeste de la ciudad de Cusco en los flancos del anticlinal de Puquín, y en los flancos de los anticlinales de Saylla, Occopata y Sondor. Igualmente lo hace de manera amplia al norte de Accha, entre San Juan de Quihuare y Rondocan, en Acomayo y en la zona de la laguna de Pomacanchi en el extremo sureste del cuadrante II.

Litología y ambiente de sedimentación. - Es un conjunto de más de 150 m de granoestrato creciente de lutitas, areniscas de color rojo y conglomerados, estos últimos formados por la erosión de costras calcáreas y calizas. Los bancos arenoconglomerádicos son canalizados y presentan laminaciones oblicuas curvas. La evolución vertical indica que las facies pelíticas lacustres y de llanura de inundación con paleosuelos pasan gradualmente a las facies arenoconglomerádicas de un sistema fluvial débilmente entrelazado de procedencia suroeste. En efecto, hacia Accha y particularmente en Ccochirihuay se puede apreciar conglomerados gruesos que indican la proximidad a las zonas de aporte.

Edad. Al suroeste de Puquín y en el límite con el cuadrángulo de Tambobamba (UTM: 175200E-8502700N), la presencia de carofitas, de la especie *Nitellopsis supraplana* (Carlotto et al., 1992; Jaillard et al., 1994), indicaría una edad Paleocena inferior. La discordancia de base de la Formación Quilque sobre la Formación Puquín, pone en evidencia la existencia de eventos tectónicos en el límite Maestrichtiano-Paleoceno.

b) Miembro M1 de Puquín:

Definición y relaciones estratigráficas. - La Formación Puquín (Carlotto, 1992; Carlotto et al., 1992) sobreyace a la Formación Ayabacas, pero en general, el contacto corresponde a un nivel de despegue. La Formación Puquín, al igual que la Formación Vilquechico, de la región de Puno está dividida en tres miembros llamados M1, M2 y M3, y aflora ampliamente en el núcleo del anticlinal de Puquín, en el anticlinal de Saylla, al norte de Saylla, entre Rondocan y San Juan de Quihuare y al norte de Accha.

Litología y ambiente de sedimentación. El Miembro M1 (30m) del sector de Puquín (Carlotto, 1992) está constituido por lutitas rojas, yesos laminados, nodulosos o en mallas y por brechas con elementos pelíticos, que indican un medio de sabkha continental. Hacia la parte superior se observan dolomitas laminadas, intercaladas con yesos de medio intertidal.

Edad. - El Miembro M1 no ha reportado fósiles, pero por comparaciones regionales se le asigna una edad Coniaciana-Santoniana (Cretáceo Superior).

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Colección de sedimentos

El material fósil fue colectado de las formaciones Quilque y el Miembro M1 de la formación Puquín (Fig. 17) del departamento de Cusco, el muestreo fue aleatorio en un área de aproximadamente 10 metros de largo con cortes estratigráficos de aproximadamente 4 metros de espesor. Se extrajeron las muestras con el uso de un cincel, estas median alrededor de 5 a 15 cm. de diámetro y se colocaron en frascos plásticos y bolsas ziploc. Cada muestra fue codificada respectivamente con las iniciales del nombre del investigador, seguidos del número de orden, mes y año de la colecta.

Trabajo de laboratorio

Extracción de Girogonitas

1. Técnica de Extracción y Limpieza de girogonitas del Tratado Internacional de Paleontología (Feist et al., 2005)
 - Secado del sedimento colectado en hornos a 80 C°.
 - Se embebió el sedimento seco en beakers cubiertos con querosene.
 - Se dejaron reposar en querosene de 4 a 12 horas.
 - Se lavó y tamizó el sedimento (malla de 100 micras).
 - Se hirvieron los oogonios en una solución de agua con detergente ya que de esta manera se debe remover el material adherido a los espirales.
2. Técnica de Extracción y Limpieza de girogonitas inédita mediante recomendaciones personales de la especialista Dra. Adriana García, docente de School of Earth and Environmental Sciences de la Universidad de Wollongong, Australia y Secretaria de The International Research Group on Charophytes (IRGC):
 - Los trozos de sedimentos se colocaron en un recipiente plástico, en este la lutita fue golpeada levemente hasta que quedaron trozos de 2-3 cm.
 - Se secaron en horno a 80 grados durante la noche (para que la humedad de los poros se vaya).

- Después de sacar las muestras del horno se cubrieron inmediatamente con gasolina, y se dejaron en reposo por 24 horas.
- Al día siguiente, se decantó la gasolina, e inmediatamente se agregó agua hirviendo, hasta cubrir, y dejar reposar otras 24 horas.
- Luego, se tamizaron las muestras (malla de 100 micras) con agua en forma de lluvia.
- Si los girogonites no estaban limpios, se repetía el procedimiento 1, 2 o hasta 3 veces.

Estudio estereoscópico

Se determinó la morfología de las girogonitas de carofitas preservadas con el uso de un estereoscopio en el Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Ricardo Palma, las muestras fueron colocadas en placas Petri y fijadas con plastilina roja para su conservación. Se tomaron tres fotos de cada representante de las girogonitas, en vista lateral, vista apical y vista basal.

Microscopía Electrónica de Barrido (MEB)

La técnica de MEB fue supervisada por personal del Laboratorio de Equipamiento Especializado de la Facultad de Ciencias biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

Los especímenes fueron colocados en la superficie de un taco de Goma arábica y bañados con oro. Seguidamente, se colocó la muestra lista para cada espécimen con su respectivo código en el campo visual de la lupa y fueron barridos con el microscopio para su proyección en pantalla digital.

Determinación taxonómica de girogonitas de carofitas colectadas

Hasta el presente no se cuentan con claves generales para identificar las girogonitas, pero se consultaron para la determinación de los especímenes los trabajos de Carofitas fósiles publicados en revistas científicas de investigadores internacionales especializados como Musacchio (Argentina y Brasil), Adriana García (Argentina y Australia), Jaillard et al. (Perú), Peck y Reker (Norte América y Sudamérica), Horn af Rantzien (acerca de la morfología de las girogonitas y terminología), Grambast (Francia), Martin-Closas (España), Madler y Schudack (Alemania). Se complementó el estudio con la revisión de la Clasificación de Géneros de girogonitas del Tratado Internacional de Paleontología, Volumen: Charophyta (Feist et al., 2005).

Además, se llevaron a cabo comparaciones paleo-morfológicas con la Colección de Tipos de girogonitas de carofitas almacenados en el gabinete del Museo de Mineralogía y Paleontología de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), de este modo se ratificó también la existencia

de la colección de tipos de carofitas de la Dra. Rosalvina Rivera. Por lo tanto, se determinó la integridad y calidad de los especímenes de la colección, seguido de un estudio estereoscópico detallado de los caracteres taxonómicos de las girogonitas preservadas con el uso de la publicación

“Algunas Especies de Carofitas de la Secuencia Cretaceo – Terciaria de la Región del Oriente, Perú” (Rivera,1961).

Aspectos éticos y legales

En la actualidad no hay un procedimiento para pedir autorización de colecta de material microfósilífero, pero el Marco Legal de Defensa y Protección de los bienes que constituyen el patrimonio Cultural de la Nación establece en el Artículo 2 de la LEY 28296 del 2004 Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación:

“Se entiende por bien integrante del Patrimonio Cultural de la Nación toda manifestación del quehacer humano – material o inmaterial – que, por su importancia, valor y significado paleontológico, arqueológico, arquitectónico, histórico, artístico, militar, social, antropológico, tradicional, religioso, etnológico, científico, tecnológico o intelectual, sea expresamente declarado como tal o sobre el que exista la presunción legal de serlo. Dichos bienes tienen la condición de propiedad pública o privada con las limitaciones que establece la presente Ley”.

De modo que, el material de colecta de fósiles de carofitas utilizado en la investigación está custodiado por el Departamento de Paleontología del Museo de Historia Natural “Vera Alleman Haeghebaert “de la Universidad Ricardo Palma.

IX. RESULTADOS

Se determinaron seis géneros de carofitas, distribuidos en 8 zonas que contenían girogonitas que no habían sido afectados por distorsión post deposicional o desgaste por ciclos sedimentarios.

Análisis de resultados

Isopolarity Index (ISI)

El ISI define la forma de las girogonitas, ya que da una idea de la elongación o esfericidad (Peck y Morales, 1966; Soulié-Märsche & García, 2014).

El tamaño de oosporas y/o girogonitas es indicativo de categorías aproximadamente descritas por su longitud como pequeñas (<500 µm), de tamaño medio (500-750 µm) o grande (> 750 µm). Sin embargo, este indicador no es suficiente para determinar el material fósil a nivel de especie (Soulié-Märsche & García, 2014).

Las siguientes mediciones se realizaron para hallar el ISI en cada espécimen:

- longitud: eje polar (LPA = eje vertical)
- ancho: diámetro ecuatorial (LED = eje horizontal en el diámetro más grande);
- la relación longitud / anchura se calculó y expresó como índice de isopolaridad ($ISI = LPA / LED \times 100$).

***Peckichara sp.* L.Grambast, 1957**

De forma ovoidal. Con una roseta en la parte apical y un poro basal abierto cuya forma no es claramente reconocible, pero es una característica típica de la familia *Characeae*. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.97 mm y el diámetro ecuatorial (LED) alcanza 1.00 mm. Tiene una base truncada. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 a 8 espirales de aproximadamente 0.070 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 2).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 021213

ISI.- 970 μm

Porochara sp. K.Mädler, 1955

De forma prolata. Su parte apical contiene espirales que forman un surco rodeando al poro basal abierto. La longitud del axis polar (LPA) mide 1.12 mm y el diámetro ecuatorial (LED) alcanza 0.8 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 espirales de aproximadamente 0.07 mm de ancho que sobresalen ligeramente. No posee ornamentaciones (Fig. 3).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 071213

ISI.- 1400 μm

Peckichara sp. L.Grambast, 1957

De forma ovoidal. Con una roseta en la parte de su vista apical y un poro basal difuso, con la base truncada y aplanada. Su altura es similar a su ancho, siendo la longitud del axis polar (LPA) 0.9 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 1.00 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 a 8 espirales de aproximadamente 0.011 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 4).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 051213

ISI.- 900 μm

Peckichara sp. L.Grambast, 1957 (similar a *Peckichara varians*)

De forma prolata esferoidal. Con una roseta en la parte apical terminando en un poro basal casi redondeado y calcificado. Su altura es similar a su ancho, siendo la longitud del axis polar (LPA) 0.9 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.8 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 a 8 espirales de aproximadamente 0.08 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 5).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 091213

ISI.- 1112 μm

Gyrogona sp. Lamarck ex Lamarck, 1822

De forma oblata o aplanada. Con espirales que convergen en la parte apical y la presencia de un poro basal ligeramente cóncavo. Su ancho es casi el doble de su altura, la longitud del axis polar (LPA) mide 0.43 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.73 mm. Su base es truncada, la orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 4 a 5 espirales. No posee ornamentaciones (Fig. 6).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Paleoceno inferior

Muestra.- LR 091213

ISI.- 590 μm

Gyrogona sp. Lamarck ex Lamarck, 1822 (similar a *Gyrogona lemani capitaa*)

De forma oblata. Con espirales que convergen en la parte apical, no es notoria la presencia de un poro apical. Es muy aplanada, su ancho es más del doble que su altura, la longitud de su axis polar (LPA) mide 0.38 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.12 mm. Su base es plana, la orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 4 a 5 espirales de aproximadamente 0.010 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 7).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Paleoceno inferior

Muestra.- LR 031213

ISI.- 3.2 μm

Peckichara sp. L.Grambast, 1957

De forma subprolata a prolata. En la parte apical, se observa un poroapical abierto casi pentagonal y las espirales son poco notorias. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.95 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.84 mm. Su base se aplanan ligeramente en el medio, la orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 4 a 5 espirales de aproximadamente 0.011 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 8).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 031213 ISI.-

1130 μm

Sphaerochara sp. K.Mädler, 1952

De forma prolata. En la parte apical, está claramente definida una roseta de espirales que convergen en un poro apical calcificado, ligeramente cóncavo. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.86 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.77 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 8 a 9 espirales. No posee ornamentaciones (Fig. 9).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Paleoceno inferior

Muestra.- LR 031213

ISI.- 1116 μm

Chara sp. Linnaeus, 1753

De forma subprolata. En la parte apical, se observan espirales alrededor de un poro apical abierto y amplio. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.5 mm y el diámetro ecuatorial (LED) 0.54 mm. Su base se aplanan ligeramente en el medio, la orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 4 a 5 espirales de aproximadamente 0.05 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 10).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Néogeno a Pleistoceno / Cretáceo Superior .

Muestra.- LR 041213

ISI.- 925 μm

Porochara sp. K.Mädler, 1955

De forma subprolata, en su vista apical posee una roseta alrededor de un poro basal medianamente abierto. Es más alta que ancha. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 a 8 espirales notorios, típicos del género. No posee ornamentaciones (Fig. 11).

Formación.- Puquín

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 031213 ISI.-

No registrado

Platychara sp. L.Grambast, 1963

De forma oblada esferoidal, en su vista apical posee una roseta alrededor de un poro basal abierto muy pequeño. Es más ancha que alta, la longitud del axis polar (LPA) mide 0.5 mm. y el diámetro ecuatorial (LED) mide 0.6 mm. La orientación de convoluciones es levógira,

lateralmente se observan 5 a 6 espirales sobresalientes de aproximadamente 0.05 mm. de ancho que dan el aspecto de ondas. No posee ornamentaciones (Fig. 12).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 011213

ISI.- 833 μm

Porochara sp. K.Mädler, 1955

De forma subprolata, en su vista apical posee una roseta alrededor de un poro basal abierto que se encuentra dañado, pero da el aspecto de tener forma pentagonal, típica de la familia *Porocharaceae* del orden *Charales*. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.64 mm. y el diámetro ecuatorial (LED) mide 0.59 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 7 a 8 espirales de aproximadamente 0.049 mm. de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 13).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 011213

ISI.- 1085 μm

Porochara sp. K.Mädler, 1955

De forma prolata, en su vista apical se observa un poro de dehiscencia difuso, los espirales se unen llegando a la parte apical. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.9 mm y el diámetro ecuatorial (LED) mide 0.7 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan 5 a 6 espirales de aproximadamente 0.06 mm. de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 14).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 061213

ISI.- 1285 μm

Platychara sp. L.Grambast, 1963

Posee una forma característica entre subovoidal a elipsoidal, lateralmente aplanada, en su vista apical no se distinguen los espirales y ligeramente se puede observar un pequeño poro calcificado. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.7 mm. y el diámetro ecuatorial (LED)

mide 0.6 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan alrededor de 6 espirales muy borrosos (Fig. 15).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 061213

ISI.- 1116 μm

Platychara sp. L.Grambast, 1963

De forma perprolata y lateralmente aplanada, en su vista apical no se distingue un poro apical ni espirales. Su parte basal se angosta ligeramente y posee una gran abertura cóncava. La longitud del axis polar (LPA) mide 0.9 mm y el diámetro ecuatorial (LED) mide 0.2 mm. La orientación de convoluciones es levógira, lateralmente se observan alrededor de 7 espirales difusos de aproximadamente 0.09 mm de ancho. No posee ornamentaciones (Fig. 16).

Formación.- Kilque

Distribución cronoestratigráfica.- Cretáceo Superior

Muestra.- LR 061213

ISI.- 4500 μm

X. DISCUSIÓN

La falta de estudio de la biodiversidad de las carofitas fósiles en el Perú fue un impedimento en la determinación de los especímenes de carofitas a nivel de género, así como la inexistencia de claves generales para identificar las girogonitas, por lo que se consultaron los trabajos publicados más importantes en el país y en artículos científicos internacionales. El acceso limitado al uso de la microscopía electrónica en el Perú no ha permitido un estudio detallado con réplicas de muestreo.

Por otro lado, ISI provee un método biométrico para contar con una aproximación del tamaño de cada género, ya que el tamaño es un parámetro altamente variable, que se superpone a los taxa. Se consideraron las características cualitativas - cuantitativas como la descripción morfológica particular de las poblaciones mixtas recolectadas para lograr la identificación del género de cada taxón (Soulié-Märsche & García, 2014).

La estructura apical de los girogonites es de primordial importancia, ya que hay diferentes configuraciones en la periferia apical y para la unión apical de las células espirales. Esta estructura apical es significativamente diferente para cada uno de los géneros existentes. Por esa razón, para determinar los girogonites fósiles, siempre se necesitan especímenes completos (Soulié-Märsche & García, 2014). En la presente investigación, el desgaste de las girogonitas y la distorsión post deposicional no hace posible en algunos casos el reconocimiento de los espirales, la ornamentación en la parte apical y la forma o apertura de los poros apical y basal, por lo que varios especímenes fueron descartados y sólo se pudo llegar a la clasificación a nivel de género. En el caso de las *Platycharas* de la muestra LR061213, el color blanquecino es probablemente debido al desgaste de la capa de carbonato de calcio.

Los géneros identificados se encuentran entre el período del Cretáceo Superior al Paleoceno Inferior de acuerdo con dataciones geológicas y correlaciones estratigráficas del sedimento. En la Formación Kilque, los géneros *Platychara*, *Porochara* y *Peckichara* han sido registrados como microfósiles del Cretáceo Superior (Rivera – Charún, 2013). En Europa y Noreste y Sur América, el género *Platychara* contiene girogonitas halladas frecuentemente en gran abundancia en el Cretácico Superior y, a menor extensión en depósitos no marinos del Paleoceno (Peck & Forester, 1979). Mientras que, en la Bioestratigrafía y biogeografía de Cretáceos carofitas de América del Sur (Musacchio, 1999), *Peckichara* representa el Cretácico superior a Paleoceno temprano y en Micropaleontología Neógena y Estratigrafía de Argentina, *Porochara* es característica del Cretáceo Tardío de la cuenca ChacoParanense y la Península de Valdés (Marengo, 2015). Sin embargo, la edad estratigráfica de *Chara sp.* en la Base de

Datos de Carófitas del Perú que se elaboró para la elaboración de la presente tesis (Tabla 1), el género *Chara* se encuentra desde el período Neógeno al Pleistoceno, lo que indicaría que la distribución de la especie fósil en la escala geológica data desde tiempos mucho más tempranos en la escala geológica, desde la era Mesozoica hasta el periodo actual. En América del Sur, *Chara elliptica* y *Chara ovalis* han sido reportadas como flora calcárea mesozoica de las cordilleras centrales y orientales bolivianas y argentinas (Cónsole et al. 2009); y en sedimentos salinos de un lago semi-árido de Argentina, *Chara cf. hispida* var. mayor (Hartman), *Chara halina*, *Chara hornemannii* y *Chara bulbifera* datan del Pleistoceno Tardío al Holoceno (García, 1998). Los datos de la Región del Cusco y Sud-América indican que el género *Chara* tiene una amplia distribución cronoestratigráfica y no es un indicador preciso a nivel de género. En la Geología del Cuadrángulo del Cusco (Carlotto et al., 2011) el Miembro M1 de la Formación Puquín no ha reportado fósiles, y se le atribuyó una edad Coniaciana-Santoniana (Cretáceo Tardío). En el presente estudio los géneros de microfósiles de Carófitas hallados en el Miembro M1: *Porochara* y *Peckichara* confirman una edad Cretácica (Rivera-Charún, 2013), en cambio *Gyrogonia* y *Sphaerochara* han sido reportadas en el Paleoceno Inferior (Rivera, 1961; Rivera & Alleman, 1974; Quispesivana, 1999). No obstante, en la Patagonia Central el género *Sphaerochara* fue comparado con biozonaciones de Carófitas europeas indicando una edad Cretácica del Aptiano Inferior a Albiano Superior (De Sosa et al. 2017). Por lo que, la presencia de *Sphaerochara* en sedimentos del Miembro M1 junto a las distintas poblaciones de carófitas representantes de esta Formación, las convierte en indicadores de la interface del período Cretácico Tardío al inicio del Paleoceno. Lo cual corresponde con correlaciones estratigráficas del Sur de China, en la que los géneros *Peckichara* y *Gyrogonia* son dominantes y están asociados con el antiguo Terciario (Paleogeno y Neogeno) para indicar un reemplazo por transición desde el Cretácico superior hasta el Paleoceno (Hengrenet al. 1998).

XI. CONCLUSIONES

1. Se determinaron 15 especímenes de Carofitas a partir de girogonites calcificados, pertenecientes a 6 géneros distintos: *Chara*, *Gyrogona*, *Peckichara*, *Platychara*, *Porochara* y *Sphaerochara*.
2. Se colectaron sedimentos conteniendo girogonitas fósiles de carofitas en dos Formaciones Geológicas de la Región Cusco, Quilque y Puquín.
3. Se desarrolló una técnica innovadora para la extracción de girogonites fósiles y se utilizó por primera vez la tecnología MEB para la toma de fotografías de girogonitas de carofitas en el Perú, ya que estudios anteriores se basaron en tomas con Microscopía Óptica.
4. La Formación Kilque está representada por carofitas representantes del Cretáceo Superior del Cusco: *Platychara*, *Porochara*, *Peckichara* y *Chara*.
5. La Formación Puquín contiene carofitas que indican haber sobrevivido un el final de la era Mesozoica (Cretáceo Superior) y el inicio de la era Cenozoica (Paleoceno Inferior), siendo sus representantes *Porochara*, *Peckichara*, *Gyrogona* y *Sphaerochara*.
6. Las limitaciones tecnológicas y el estado de conservación de girogonites no permitieron un estudio más detallado de la población fosilífera.

XII. RECOMENDACIONES

Las carofitas son proveedoras de servicios ecosistémicos e incluyen productos como agua limpia y procesos como el secuestro de carbono (Schneider et al. 2015), por lo que estudios posteriores de reconstrucciones paleoclimáticas son necesarios para comprender la influencia de su presencia en los ecosistemas del pasado y contribuir a la sostenibilidad presente y futura en una escala regional y global.

A partir de los resultados de la presente investigación que permitió identificar los taxa representativos de las formaciones geológicas Kilque y Puquín de la Región del Cusco así como su aplicación bioestratigráfica. Es necesario en un estudio posterior a nivel de post-grado el estudio de la sistemática poblacional para establecer correlaciones y una clasificación más detallada de los especímenes.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acleto C. y Zúñiga R. Introducción a las Algas. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 1ra Ed. Lima, Perú. 1998
2. Algaebase [base de datos en Internet]. Base de datos de información de algas terrestres y marinas [actualizada en Agosto 2014; acceso 20 de Agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.algaebase.org/>
3. Carlotto V., Cárdenas, J. y Carlier, G. - Geología del Cuadrángulo de Cusco 28s - 1:50 000 INGEMMET. 2011.
4. Carlotto, V; Jaillard, E; Cardenas, J; Chávez, R; Gil, V. El Anticlinal de Napa de Piuray (Cusco). En: VIII Congreso Peruano de Geología, Lima, Sociedad Geológica del Perú; p.163 – 166, 1994.
5. Carlotto, V; Jaillard, E; Mascle, G; Relación entre Sedimentación, Paleogeografía y Tectónica en la Región de Cusco (sur de Perú) entre el Jurásico Superior – Paleoceno, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú v. 83 p. 1 - 20. 1992
6. charophytes.com, Atención Primaria en la Red. La Coruña: carophytes.com; 2014- [Copyright © 2014 Charophyte Services. All Rights Reserved, acceso 07 de Agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.charophytes.com/cms/>
7. Cónsole C, Cione A, Aceñolaza F . Registro del teleósteo *Gasteroclupea branisai* en la Formación Yacoraite (Maastrichtiano-Daniano) en el área de Tres Cruces , Jujuy , Argentina . *Tafonomía y correlación estratigráfica*. 2009;205(4000).
8. De Sosa A, Vallati P, Martín-closas C. Biostratigraphy and biogeography of charophytes from the Cerro Barcino Formation (upper Aptian – lower Albian), Cañadón Asfalto Basin , central Biostratigraphy and biogeography of charophytes from the Cerro ~ ad o n Asfalto Barcino Formation (upper Aptian e lower Albian), Ca n Basin , central Patagonia , Argentina. *Cretac Res [Internet]*. 2017;79(July):1–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cretres.2017.07.004>
9. García A. Quaternary charophytes from Salina del Bebedero , Argentina : Their relation with extant taxa and palaeolimnological significance Quaternary charophytes from Salina del Bebedero , Argentina : their relation with extant taxa and palaeolimnological significance. 2014;(January 1999).

10. Hengren Y, Zhen W, Manying L, Baoyu H. Stratigraphic Subdivision, Correlation, Paleofaunas, and Floras of South China Mesozoic to Early Tertiary Red Beds. Institute of Vertebrate Paleontology, Paleoanthropology & Nanjing Institute of Paleontology Science Press, pp. 58-78, 1998
11. Jaillard, E., Cappetta, H., Ellenberger, P., Feist, M., Grambast-Fessard, N., Lefranc, J., Sigé, B. Sedimentology, palaeontology, biostratigraphy and correlation of the Late Cretaceous Vilquechico Group of southern Peru, In Cretaceous Research, Volume 14, Issue 6, 1993, Pages 623-661, ISSN 0195-6671, <https://doi.org/10.1006/cres.1993.1044>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019566718371044X>)
12. Feist M., Grambast – Fessard N., Guerlesquin M., Karol K, HuiNAN L., Mccourt R., Qifei W., Shenzen Z. Treatise on Invertebrate Paleontology Protoctista 1 Volume 1: Charophyta. 2005
13. Font Caligiore, Eimi & O. Chiesa, Jorge. (2014). Palaeoenvironmental reconstruction based on charophytes and sedimentology: Can the mid-Holocene Optimum be recognised in western Argentina?. Aquatic Botany. 120. . 10.1016/j.aquabot.2014.08.006.
14. Grambast L.J. Las Carófitas: su evolución y utilidad estratigráfica.1975
15. irgc.uow.edu.au, The International Research Group on Charophytes (IRGC) [sede Web]. University of Wollongong; 2014-[acceso Julio a Agosto del 2014].
16. Lagos A., Becerra R., Cueva P., Davila W., Escobedo F., Garcia A., Huaman W., Spelucin C. Fósiles en el Perú del Triásico – Cretácico.Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica p. 47. 2013
17. Ley general del patrimonio cultural de la nación. Ley 28296/2004 de 22 de Julio. Instituto Nacional de Cultura (INC).
18. Longoria, J. F. Limite Cretacico Inferior – Cretacico Superior En Mexico basado en los Foraminíferos planctónicos. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, vol. 1, núm. 1 p. 5-9, 1977.
19. Koch E. y Blissenbach E. Las Capas Rojas plegadas del Cretáceo Superior y Terciario en la región del curso medio del río Ucayali. 1962
20. Marengo H. Neogene micropaleontology and stratigraphy of Argentina. The Chaco-Paranaense Basin and the Península de Valdés, Springer Briefs in Earth System Series p. 36, 2015.
21. Martín – Closas, C. The fossil record and evolution of freshwater plants: A review.

- Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, *Geologica Acta*, Vol.1, N°4. 2003.
22. Musacchio EA. Biostratigraphy and biogeography of Cretaceous charophytes from South America 1. 2000; 211–20.
 23. Palacios-Fest M. Late Holocene Paleoenvironmental History of the Upper West Amarillo Creek Valley at Archaeological Site 41PT185/C, Texas, USA. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Volumen 62, núm. 3*, p. 399-436, 2010.
 24. Peck R. y Recker C. Cretaceous and Lower Charophyta from Perú – *American Museum Novitates*, N° 1369, New York. 1947.
 25. Peck RE, Forester RM. The Genus *Platychara* from the Western Hemisphere. University of Missouri, Columbia (U.S.A.) 1979.
 26. Pierre-Olivier Antoine, M. Alejandra Abello, Sylvain Adnet, Ali J. Altamirano Sierra, Patrice Baby, Guillaume Billet, Myriam Boivin, Ysabel Calderón, Adriana Candela, Jules Chabain, Fernando Corfu, Darin A. Croft, Morgan Ganerød, Carlos Jaramillo, Sebastian Klaus, Laurent Marivaux, Rosa E. Navarrete, Maëva J. Orliac, Francisco Parra, María Encarnación Pérez, François Pujos, JeanClaude Rage, Anthony Ravel, Céline Robinet, Martin Roddaz, Julia Victoria Tejada-Lara, Jorge Vélez-Juarbe, Frank P. Wesselingh, Rodolfo SalasGismondi, A 60-million-year Cenozoic history of western Amazonian ecosystems in Contamana, eastern Peru, In *Gondwana Research, Volume 31*, 2016, Pages 30-59, ISSN 1342-937X, <https://doi.org/10.1016/j.gr.2015.11.001>.
 27. Raymond E. Peck, Richard M. Forester, The genus *Platychara* from the Western Hemisphere, In *Review of Palaeobotany and Palynology, Volume 28, Issue 2*, 1979, Pages 223-236, ISSN 0034-6667,
 28. Rivera, R. y Alleman, V. 1974. Fósiles “tipos” conservados en el Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, 44: 80-105
 29. Rivera R. Algunas Especies de Carofitas de la Secuencia Cretáceo-Terciaria de la Región del Oriente, Perú. 1961.
 30. Rivera-Charún M.L. Base de Datos de Carofitas del Perú. Avance Preliminar. En: Libro de Resúmenes: I Simposio Internacional Paleontología del Perú. Lima; INGEMMET; p. 125-128, 2013.
 31. Sanjuan, J., Martín-Closas, C. Biogeographic history of two Eurasian Cenozoic charophyte lineages, In *Aquatic Botany, Volume 120, Part A*, 2015, Pages 1830, ISSN 03043770, <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.018>.
 32. Schneider, S., García, A., Martín-Closas, A., Chivas, A. The role of charophytes (Charales) in past and present environments: An overview, In *Aquatic Botany*,

Volume 120, Part A, 2015, Pages 2-6, ISSN 0304-3770,
<https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.10.001>.

33. Soulié-Marsche I., García A. Gyrogonytes and oospores, complementary viewpoints to improve the study of the charophytes (Charales). University of Wollongong, 2014.
34. Souza Faria, R. y Ricardi-Branco, F. *Leonardosia langei* Sommer (Charophyta, Porocharaceae) from Corumbataí Formation (Guadalupian), Piracicaba, SP, Brazil: First record of an antheridium and of corticated thalli. *Ameghiniana* vol.46 no.1, 2009.
35. The Micropalaeontological Society [sede Web]. London: tmsoc.com; 2010[actualizada el 11 de Junio de 2014; acceso 10 – 20 de Agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.tmsoc.org/>.
36. Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monro, A. M., Prado, J., Price, M. J. & Smith, G. F. (eds.) 2018: International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile* 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI <https://doi.org/10.12705/Code.2018>
37. Quispesivana, L., Sánchez, J., Atencio, E., Zapata, A., Alvarez, D., Cuyubamba, V., Lagos, A. Geología de los cuadrángulos de Cunambo, Mariscal Cáceres, Río Pucaruro, Vargas Guerra, Río Huitoyacu, Checherta, Andoas, Lamastipishca, San Antonio, Nuevo Soplín, Valencia, Pucaruro, Sungache, Puncuna, Villa Trompeteros, San Fernando, San Juan de Pavayacu, Río Urituyacu, Santa Martha, Barranca, San Isidro, Río Nucuray y Urarinas – [Boletín A 130]. p. 49-50 INGEMMET. 1999.

ANEXOS

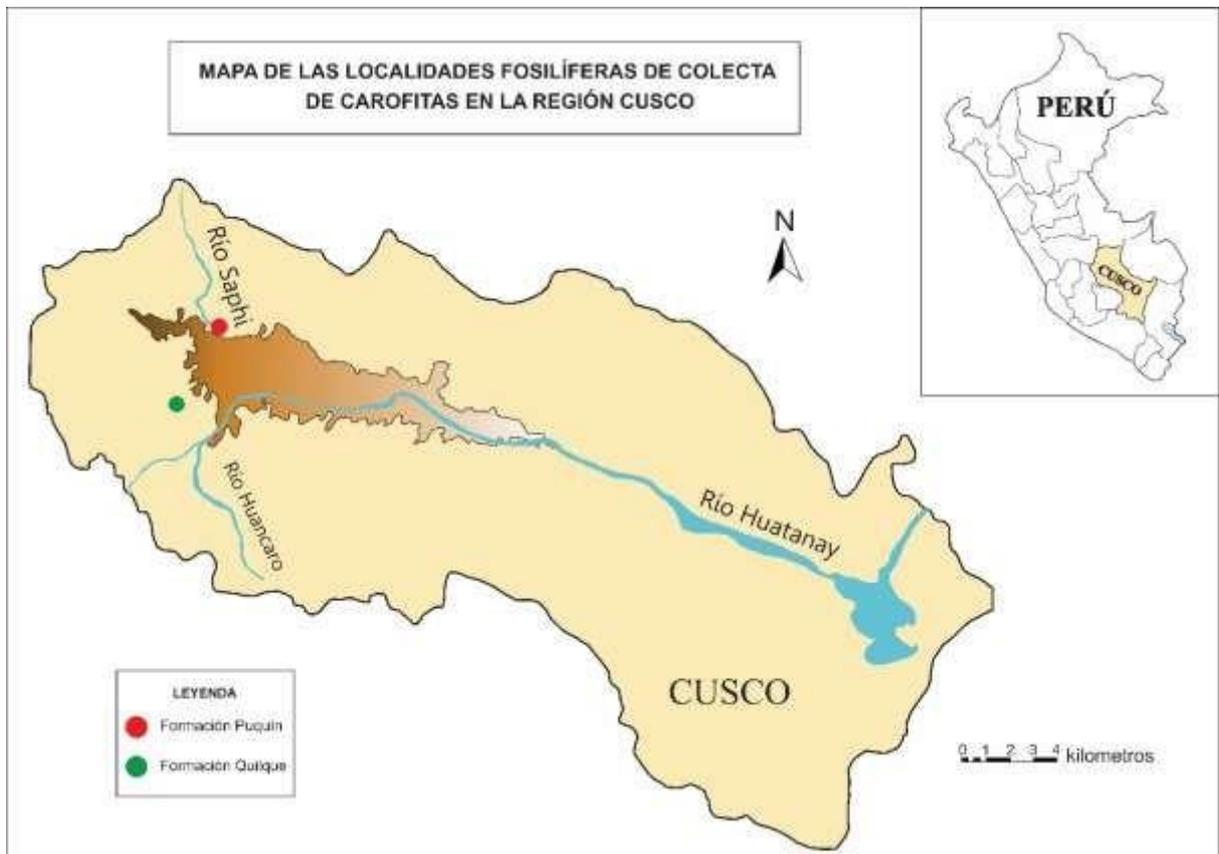


Fig. 1. Mapa de las localidades de Colecta de Carofitas en la Región Cusco (Autor: Rivera – Charún M.L. modificador del mapa de peligros geodinámicos del Cusco, 2010)

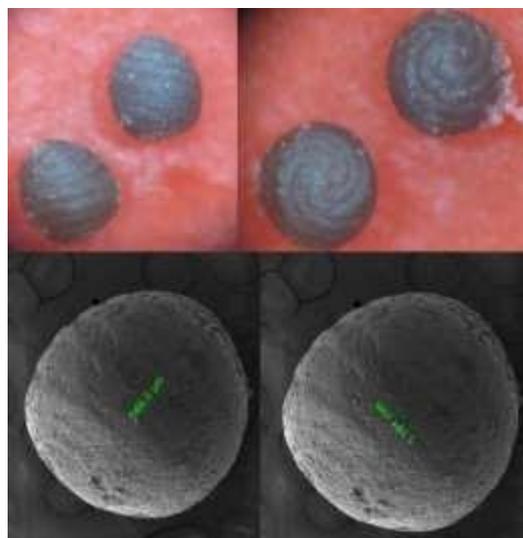


Fig 2. Detalles de la morfología de *Peckichara sp.* en LR 02121

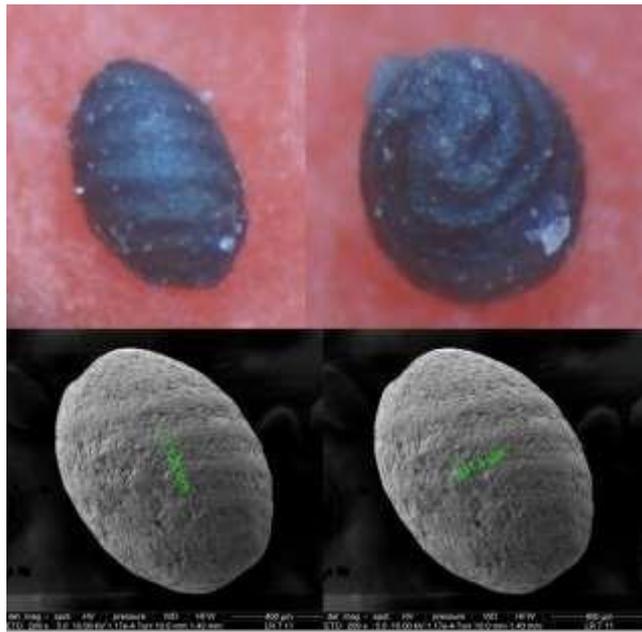


Fig. 3 Detalles de la morfología de *Porochara* sp. en LR 071213. Nótese los espirales sobresalientes en la vista apical.

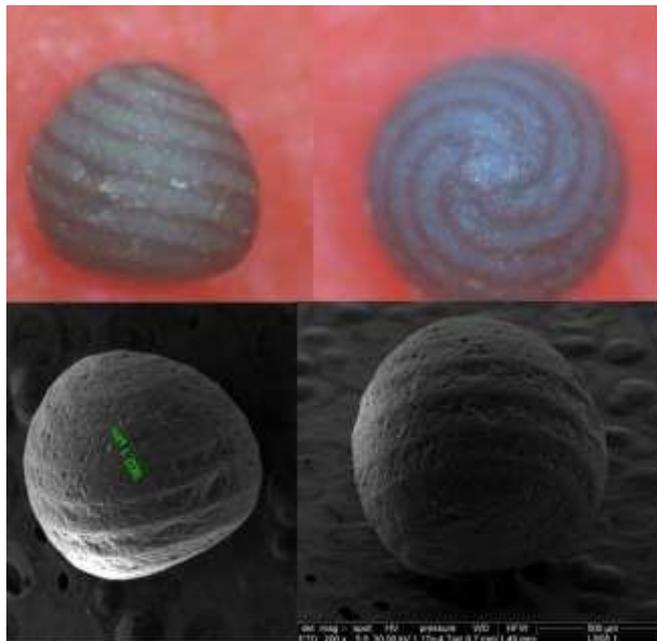


Fig. 4 Detalles de la morfología de *Peckichara* sp. en LR 051213, con 7 a 8 espirales levógiros.

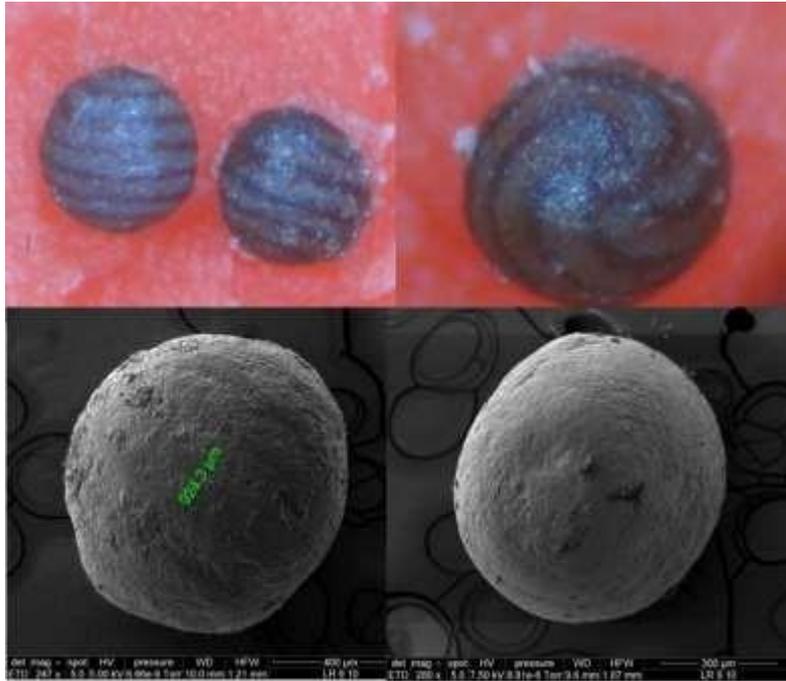


Fig. 5 Detalles de la morfología de *Peckichara sp.* en LR 091213, la altura es similar a su ancho.

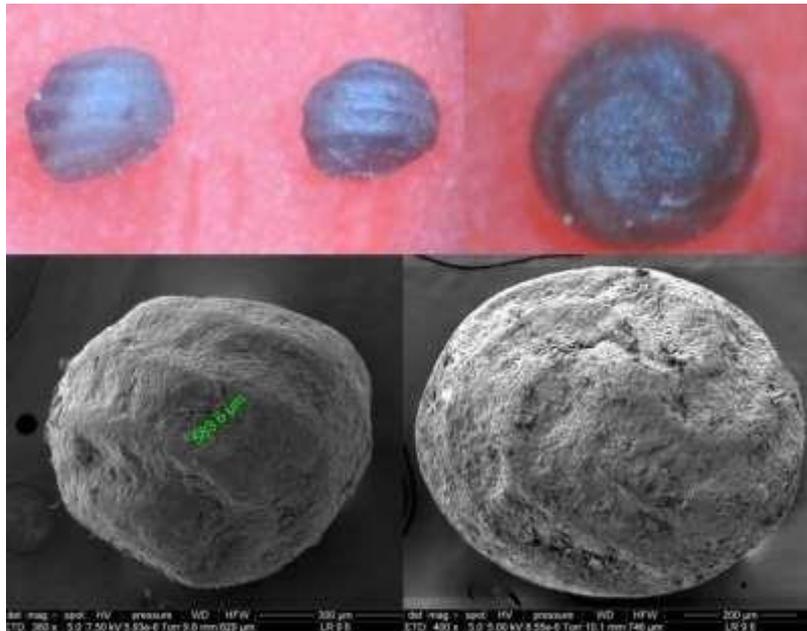


Fig. 6 Detalles de la morfología de *Gyrogona sp.* en LR 091213

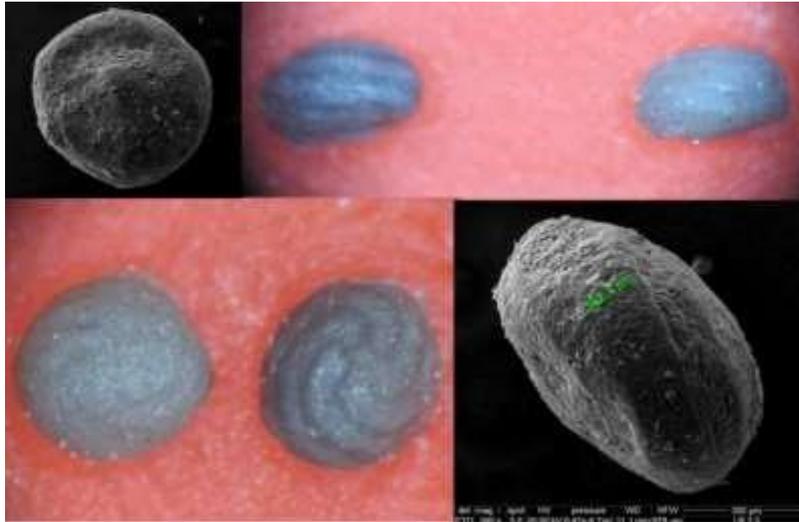


Fig. 7 Detalles de la morfología de *Gyrogona* sp. en LR 031213. Nótese claramente su forma oblata o aplanada.



Fig. 8 Detalles de la morfología de *Peckichara* sp. en LR 031213. Los espirales son poco notorios, con un poro apical pentagonal.



Fig. 9 Detalles de la morfología de *Sphaerochara* sp. en LR 031213. En la parte apical los espirales convergen en forma de roseta muy definida.

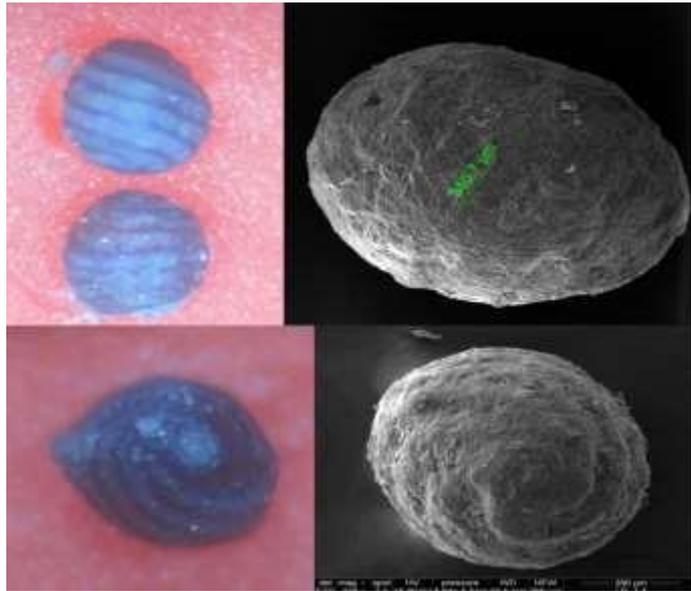


Fig. 10 Detalles de la morfología de *Chara sp.* en LR 041213. *Chara sp.* posee un poro apical abierto y amplio.

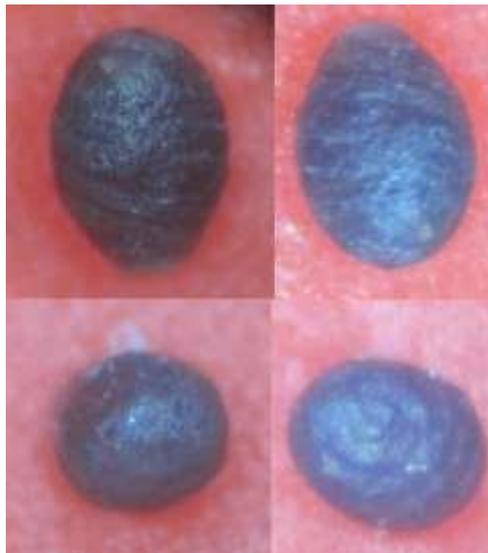


Fig. 11 Detalles de la morfología de *Porochara sp.* en LR 031213. Obsérvese la forma subprolata característica.

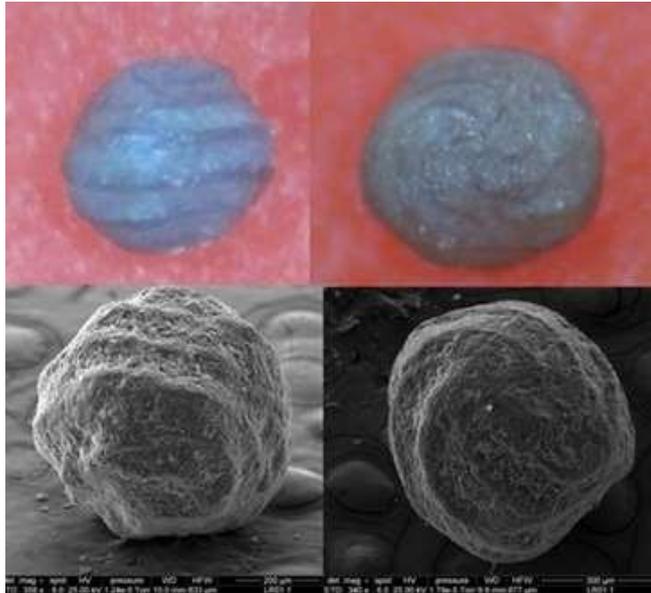


Fig. 12 Detalles de la morfología de *Platychara* sp. en LR 011213. De forma oblada esferoidal, las fotografías MEB muestran los espirales sobresalientes.



Fig. 13 Detalles de la morfología de *Porochara* sp. en LR 011213

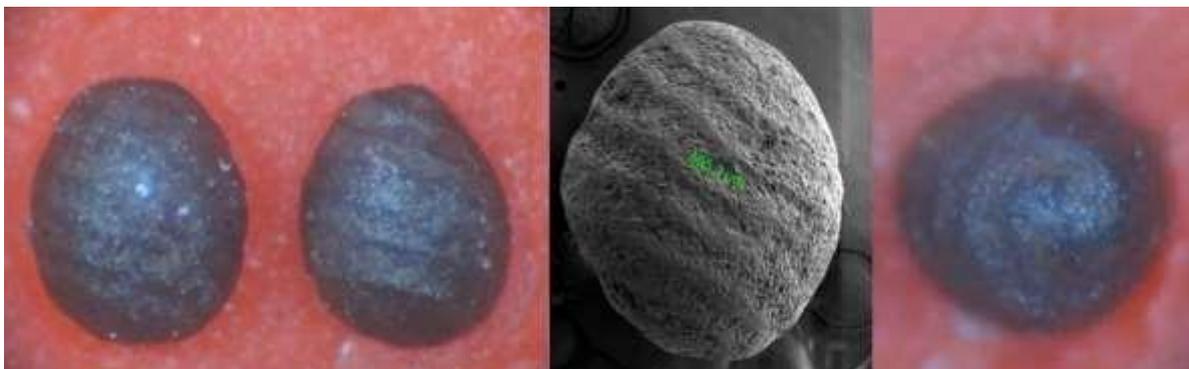


Fig. 14 Detalles de la morfología de *Porochara* sp. en LR 061213.

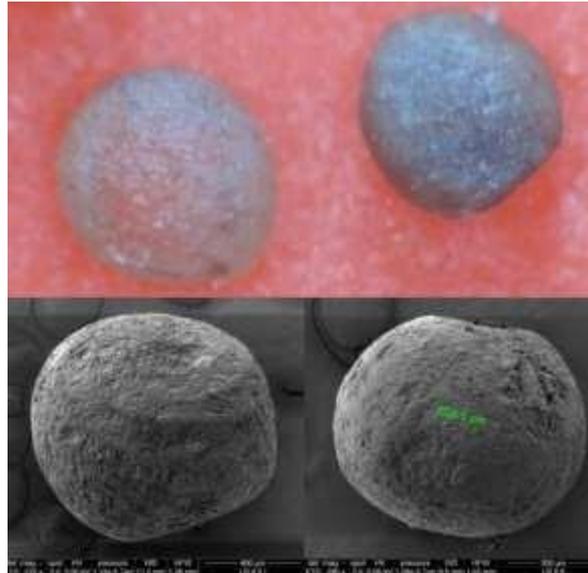


Fig. 15 Detalles de la morfología de *Platychara sp.* en LR 061213. Observe su forma subvoidal a elipsoidal y lateralmente aplanada.



Fig. 16 Detalles de la morfología de otro género *Platychara sp.* en LR 061213, de forma perprolate y lateralmente aplanada.



Fig. 17 Colecta de girogonites en la Formación Puquín



Fig. 18 Colecta de Girogonites en la Formación Kilque con el Dr. Ángel Ramírez



Fig. 19 Obsérvese a la izquierda, los girogonites fijos en plastilina, a la derecha se encuentra los girogonites en baño de oro, fijados en goma arábica.



Fig. 20 A la izquierda, el Microscopio Electrónico de Barrido. A la derecha, la colocación de una muestra de girogonites para ser barridos.



Fig. 21 Pantalla del microscopio electrónico de barrido, mostrando a *Porochara sp.* Al lado derecho nótese claramente el baño de oro en un girogonite de *Chara*.

Tabla 1. BASE DE DATOS DE ESPECIES DE CAROFITAS DEL PERÚ. AVANCE PRELIMINAR

1. *Aclistochara* sp. (Peck y Reker)
2. *Actochara mitella* (Peck y Reker)
3. *Amblyochara begudiana* (Koch y Blissenbach, 1960)
4. *Amblyochara peruviana*5. *Amblyochara rolli*
6. *Amblyochara* sp.
7. *Brevichara orienteensis* (Rivera, 1961)
8. *Chara cylindrata* (Koch y Blissenbach, 1962)
9. *Chara hornemannii*
10. *Chara monolifera* (Peck y Reker)
11. *Chara ovalis* (Fritzsche) 12. *Chara perlata* (Peck y Reker)
13. *Chara* sp.
14. *Chara strobilocarpa*
15. *Charites abadensis* (Rivera, 1961)
16. *Charites neshuyaensis* (Gutierrez, 1975)
17. *Feistella gildemeisteri* (Koch y Blissenbach)
18. *Feistella ovalis*
19. *Harrisichara*
20. *Harrisichara boqueronensis* (Rivera, 1961)
21. *Kosmogira shiringaensis* (Koch y Blissenbach) 22. *Kosmogira monolifera*
23. *Maederella* sp.
24. *Nitellopsis*
25. *Nitellopsis supraplana*
26. *Nodosochara*
27. *Nodosochara conincaensis* (Koch y Blissenbach, 1962)
28. *Peckichara alejandroensis* (Gutierrez, 1975) 29. *Peckichara palcazuensis*
30. *Peckisphaela* sp.
31. *Platychara grambastii*
32. *Platychara perlata*
33. *Porochara costata*
34. *Porocha costata costata*
35. *Porochara gildemeisteri* (Koch y Blissenbach, 1962)
36. *Porochara gildemeisteri costata* (Koch y Blissenbach, 1962)
37. *Porochara gildemeisteri solensis* (Gutierrez, 1975)
38. *Porochara ovalis*
39. *Porochara perlata*
40. *Porochara* sp.
41. *Rhabdochara langeri*
42. *Rhabdochara rolli* (Koch y Blissenbach, 1962)
43. *Saportanella riverae* n. sp.
44. *Saportanella riverae cilindrata* n. sp.
45. *Saportanella riverae globosa* n. sp.
46. *Saportanella* gr. *maslovi*
47. *Sphaerochara huaruensis* (Rivera, R.)
48. *Sphaerochara shebonensis*
49. *Sphaerochara ungrahuensis* (Rivera, R.)
50. *Tectochara*
51. *Tectochara brewserensis*
52. *Tectochara cintrata minuta*
53. *Tectochara coronata*
54. *Tectochara parva* (Koch y Blissenbach, 1962)
55. *Tectochara supraplana* (Peck y Reker) 56. *Tectochara supraplana sulcata* n. subsp.
57. *Tectochara supraplana supraplana*
58. *Tectochara ucayaliensis* (Koch y Blissenbach, 1962)
59. *Tectochara ucayaliensis coronata* (Koch y Blissenbach, 1962)
60. *Tectochara ucayaliensis gradota* (Gutierrez, 1975)
61. *Tectochara ucayaliensis irregularis* (Gutierrez, 1975)
62. *Tectochara ucayaliensis oblonga* (Koch y Blissenbach, 1962)
63. *Tectochara ucayaliensis principalis* (Koch y Blissenbach, 1962) 64. *Tolypella biacuta*