

*Libro de Resúmenes*  
**V Simposio  
de Paleontología  
en Chile**

**Concepción, 7-11 Noviembre de 2016**

---



**Magíster en Paleontología**  
**Universidad Austral de Chile**

**Lebucarcinus sp. Paleógeno de Arauco**

## **Portada**

### **Diseño de portada**

© Ignacio Fernández

Universidad Andrés Bello

### **Fotografía**

© Heraldo Norambuena

Universidad de Concepción

## **Auspiciadores**

- Universidad Andrés Bello

- Fundación Ecoscience

- Terra Ignota

- Asociación Chilena de Paleontología

- Magister en Paleontología, Universidad Austral de Chile

# LIBRO DE RESÚMENES

---

## V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

CONCEPCIÓN 7 AL 11 DE NOVIEMBRE 2016

---



### **Mandíbula de Mosasaurio**

Frey, E., Mulder, E., Stinnesbeck, W., Salazar, C. & Quinzio-Sinn L. 2016  
A mosasaur, cf. *Plotosaurus*, from the Upper Maastrichtian  
Quiriquina Formation in Central Chile. *Cretaceous Research*, 61: 17-25.

### **Comité Organizador**

Patricio Zambrano  
Christian Salazar  
María Jesús Bravo  
Katherine Cisterna

Universidad Andrés Bello  
Universidad del Desarrollo  
Universidad Andrés Bello  
Universidad Andrés Bello

### **Editores**

Christian Salazar  
Patricio Zambrano  
Katherine Cisterna  
Enrique Bostelmann  
Amaro Mourgues  
Ana Abarzúa  
Teresa Torres

Universidad del Desarrollo  
Universidad Andrés Bello  
Universidad Andrés Bello  
Universidad Austral  
Terra Ignota  
Universidad Austral  
Universidad de Chile



## CARLOS OLIVER SHNEIDER, 1899 – 1949:

### Obituario, listado de publicaciones y referencias

Katherine Cisterna C.

Laboratorio de Sedimentología, Geología, Universidad Andrés Bello  
[k.cisterna1@uandresbello.edu](mailto:k.cisterna1@uandresbello.edu)



*Archivos del Museo de Historia Natural de Concepción*

### Obituario

Carlos Oliver Shneider, nació en la ciudad de Canelones en la República del Uruguay, el 15 de septiembre de 1899. Hijo de Francisco Oliver Brito, Cónsul de Uruguay y de Luisa Ernestina Schneider Jaccottet, llegan a Chile el año 1910 debido al traslado de su padre a la ciudad de Concepción.

En 1912, ingresa al internado del Liceo de Hombres de Concepción y recibe su grado de Bachiller el año 1916. Fue ayudante de Edmundo Larenas Guzmán en el establecimiento secundario y posteriormente en la cátedra de Geología en la Universidad de Concepción.

Ingresa a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Concepción, con la finalidad de titularse como ingeniero en química industrial, pero al tomar la asignatura de geología impartida por Edmundo Larenas, decide abandonar sus estudios e incorporarse al curso de especialización en Geología y Mineralogía impartido en la Universidad de La Plata en Argentina y perfeccionar además sus conocimientos en paleontología. Posterior al fallecimiento de su maestro Edmundo Larenas, lo sucede en la misma cátedra en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Concepción, en donde además fue decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas entre los años 1940 y 1942.

Su amplio campo de estudio lo dedicó a la Biología Marina en Chile y al pasado de la Región del Biobío, contribuyendo en la realización de innumerables estudios sobre historia antigua y reciente en las ciudades de Penco y Concepción, profundizando en disciplinas y métodos como la arqueología, antropología, etnología y en paleontología.

Su quehacer científico siempre estuvo ligado a la divulgación científica y educativa, al igual que su gran interés y amor por la región. Esto lo llevó a formar parte de la organización del por entonces olvidado Museo de Historia Natural de Concepción, colaborando con el resguardo del patrimonio y conservación de las piezas del museo y despertando el interés de los penquistas en torno a las colecciones del museo. Colaboró además con museos y laboratorios de todo el mundo incluido el Museo Británico, recolectando especies de la flora y fauna de la región del Biobío, lo cual le valió el cargo de Visitador de Museos del país, destacando en la organización del Museo Araucano de Temuco en 1941.

Carlos Oliver fue un académico destacado a nivel nacional de numerosas sociedades científicas como la Sociedad de Biología de Concepción, Academia Chilena de Ciencias Naturales, Société Scientifique du Chili, Sociedad Chilena de Historia Natural, Sociedad Científica de Valparaíso y Sociedad Chilena de Entomología. A nivel internacional, particip   como académico invitado y colaborador de las siguientes sociedades: Academia Española de la Historia, Academia de Ciencias de Maryland, Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Sociedad Científica de Argentina, Sociedad de Amigos de la Arqueología de Montevideo, Foreign Board del Museo de Ictiología Comparada de California, Lettres et Beaux Arts de Paris, Sociedad Española de Antropología, Arqueología y Etnología de Madrid, Academia Latina de Science, entre otras.

El 8 de enero de 1947, Oliver en su calidad de naturalista y junto a un grupo de científicos, médicos y periodistas, se embarcan en la primera expedición chilena rumbo a la Antártica en la fragata Iquique, la cual permitió instalar la Estación Meteorológica y Radiotelegr  fica Soberanía en la Isla Greenwich, para fines científicos y meteorológicos.

Su gran amor por la paleontología lo manifestó siendo muy joven y mientras el resto de sus compañeros incursionaban en temáticas literarias, Carlos Oliver publicaba en el año 1918 un artículo denominado “Los Fósiles” como colaboración en la revista escolar “Perfiles”. Prosiguió con la clasificación de la colección paleontológica del Museo y su posterior investigación, la editó en pequeños opúsculos de casos particulares, como lo es su escrito “Contribución a la Paleontología Chilena”. Su gran amor por los fósiles queda expresado en una romántica visión: *“Todos los campos de la ciencia son igualmente vastos e importantes. Pero hay ciencias como ésta, de adquirir, de sorprender lo que fue la vida all   en la lejanía del tiempo, sorprender, identificar y hacer hablar a los restos muertos, mudos, de la historia de la tierra que tiene más que otra, cautivantes encantos y misteriosas atracciones”*

Su aprendizaje y trabajo fue propiciado por sus propios medios, apoyado por ocasionales cursos breves fuera del país y por la experiencia transmitida por su maestro Edmundo Larenas.

Su extenso trabajo de campo le permitió publicar información sobre especies nuevas y refutar tesis erróneas, lo cual contribuyó a la apertura del primer Laboratorio de Paleontología del país y en las dependencias del Museo de Historia Natural de Concepción, en donde además de investigar, se dedicó a la conservación de piezas rescatadas y al intercambio de colecciones con otras instituciones. Relevantes fueron sus exploraciones y descubrimientos publicados en torno al sector de Primera Agua, en donde encontró antiguos mastodontes y tres especies de caballos; fauna vertebrada de la Era Cenozoica y la realización de un catálogo de mamíferos fósiles.

El 12 de junio de 1949, muere producto de un derrame cerebral a los 50 años de edad. Su último homenaje fue realizado en el teatro del Liceo de Hombres de Concepción y sus restos descansan en el Cementerio General de

Concepción en un repositorio transitorio, a propósito de la ruina del nicho original por el terremoto del 27 de febrero de 2010.

Publicaciones de Carlos Oliver del ámbito paleontológico:

- 1918 Los fósiles, en *Perfiles*, Concepción, 1918, Año I. No 8. p. 5.  
  
Contribución a la Paleontología Chilena”, publicación del Museo de Concepción. El mastodonte de Carahue (*Dibelodonandium* Cuv.)”. Revista Chilena de Historia Natural, Tomo XXXI. pp. 272-276.
- 1919 Sobre el *Equus curvidens*, Owen. Revista Chilena de Historia Natural, No. 1-2. Año XXIII, pp. 6-11.  
  
Algunos fósiles comunes a Chile y Perú”, en *Actes de la Société Scientifique du Chili*, septiembre Livraison. Anne 27, p. IX.
- 1921 La paleontología Chilena. Bosquejo histórico crítico”, en *Actes de la Société Scientifique du Chili*. pp. XXXIV-XXXV.  
  
Apuntes preliminares sobre el *Cimoliasaurus andium* Deecke. Revista Chilena de Historia Natural, No. 1-2. Año XXXV, 1921, pp. 89-95 y Museo de Concepción, Publicaciones del Laboratorio de Paleontología N° 2, Santiago, 1921.
- 1922 El último de los Plesiosauros, publicación del Museo de Concepción. Tipografía de la Escuela de Artes y Oficios, 1922, sin paginación y en *El Sur* de Concepción, Año XXXIX N° 14992.
- 1926 Lista preliminar de los mamíferos fósiles de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, Año XXX, pp. 144-156. 1 mapa.
- 1927 Las condiciones biológicas de la fauna vertebrada de Chile en la Era Cenozoica, Concepción, Imprenta Hispano-Chilena. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Año I. n° I, pp. 68-79.
- 1928 Los mastodontes de Tagua Tagua, en *El Sur*, Concepción, 12 de agosto.
- 1929 La distribución geográfica de los mastodontes en Chile”. En *Actes de la Société Scientifique du Chili*. Tome XXXVI. pp. 73-83.
- 1930 Algunos comentarios sobre mastodontes chilenos, en *Revista Universitaria* (Universidad Católica). 15(8). pp. 886-893.
- 1934 Los hallazgos de restos de caballos fósiles de Chile. *Revista Universitaria*. (Universidad Católica) año XIX, Julio 4, pp. 541-553.  
  
Cuvier. Fundador de la paleontología y de la anatomía comparada. Concepción, Talleres Gráficos J. A. Arteaga, p. 31.
- 1935 Noticia sobre el hallazgo de restos de mastodonte en la región del lago Budi, en *Revista Universitaria* (Universidad Católica) año XX, (4-5). pp. 601-603.  
  
Los presuntos dientes de *Plesiosaurus* figurado por Philippi. *Revista Universitaria* (Universidad Católica), año XX, (6-7), pp. 821-824.
- 1935 Mamíferos fósiles de Chile. Adiciones y correcciones a una lista preliminar, en *Revista Chilena de Historia Natural*, 39, pp. 297-304.

- 1936 Datos preliminares sobre el hallazgo de restos de sauroterigios en los alrededores de Concepción”, en Comunicaciones del Museo de Concepción, Año 1 Núm. 1, pp. 6-10.
- El afloramiento fosilífero del Cerro Amarillo, en Concepción, Comunicaciones del Museo de Concepción, Año 1 Núm. 4, pp. 68-76.
- El *Odontaspis elegans*, en el Terciario Eoceno de Chile, Comunicaciones del Museo de Concepción, Año I, N°. pp. 77-78.
- La fauna de los afloramientos fosilíferos del camino a Talcahuano, Comunicaciones del Museo de Concepción, Año I, N°4. pp. 80-85.
- Notas sobre un cirripedio fósil, en Comunicaciones del Museo de Concepción, Año 1 Núm. 7, pp. 124-127.
- Nuevas observaciones referentes al *Scelidodon chilense* (Lydek) Ameg., en Comunicaciones del Museo de Concepción, Año 1 Núm. 10, pp. 172-175.
- Los peces fósiles del Cretáceo Senoniano de Chile, Revista Universitaria, Año XXI, N°2
- Comentarios sobre los peces fósiles de Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 40, pp. 306-323.
- 1937 Sobre el verdadero nombre del selacio fósil *Carcharias giganteus* Ph., en Anales de la Academia Chilena de Ciencias Naturales, 2, pp. 61-62.
- 1940 La fauna fósil de Hualpén, en Revista Chilena de Historia Natural, 4, 1940. pp. 49-54.
- Los afloramientos fosilíferos de Tomé, en Anales de la Academia Chilena de Ciencias Naturales, 5, pp. 251-254 y en Revista Universitaria, Año XXV, Núm. 3.

## Referencias

- Etcheverry M.** 1990. Índice de las publicaciones del Museo Regional de Concepción. Revista Chilena de Historia Natural. Santiago, Chile. 63: 119-124.
- Figuerroa, V.** 2014. Libro de Oro de Penco, Hualpén, Trama Editores.
- Márquez B.** 2015. Carlos Oliver Shneider, naturalista e historiador de Concepción. Ediciones del archivo histórico de Concepción. MMXV. Concepción, Chile. 153 pp.
- Vergara, J.** 1992. El museo de Concepción: Reseña de noventa años. Primera Parte, en Comunicaciones del Museo de Historia Natural de Concepción. N° 6, año. pp. 35-62.
- Yáñez A.** 1950. El profesor Carlos Oliver Schneider un precursor de la biología marina en Chile. Revista de Biología Marina - Estación de Biología Marina de la Universidad de Chile. Vol. II, N° 2-3. p. 99. Valparaíso – Chile.

## Correspondencia

Carlos Porter, 1914-1920





Localidad de Cocholgüe  
Formación Quiriquina  
Cretácico Superior (Maastrichtiano)  
© Patricio Zambrano

## BIENVENIDA

Patricio Zambrano Lobos.  
Geólogo, Universidad Andrés Bello, Sede Concepción.

Estimados colegas paleontólogos y estudiantes de las geociencias, tenemos el gran honor de organizar el V Simposio de Paleontología en Chile en nuestra casa de estudios, la Universidad Andrés Bello, Sede Concepción. Para nosotros es un gran hito incorporarnos en el campo de la Paleontología nacional, generando este espacio de divulgación y colaboración en el cual se dan a conocer los últimos avances de esta ciencia en nuestro país.

Como comité organizador, estamos entusiasmados en recibir la gran cantidad de estudiantes y profesionales que va a asistir, tendencia que se ha venido manifestando desde el último Simposio Paleontología en Chile en el año 2014, con participantes que superan los 120 asistentes, con un gran número de estudiantes de geología, biología y oceanografía entre otras de las distintas casas de estudios del país y del extranjero.

Gran relevancia paleontológica del último tiempo ha sido el descubrimiento del *Chilsaurus diegosuarezi*, la amplia gama de descubrimientos asociados al valle de Las Chinas y Cerro Guido en la Región de Magallanes los primeros resultados del trabajo realizado en el Magister en Paleontología de la Universidad Austral de Chile, el desarrollo paleontológico de vertebrados de la red de Paleontología de la Universidad de Chile, además del aporte que han hecho instituciones asociadas al monitoreo paleontológico en diferentes obras civiles.

Otra de las tendencias que marca este Simposio, es la internacionalización de los temas que se exponen, razón por la que se ha enfatizado en el esfuerzo de incorporar importantes conferencistas, entre ellos el Dr. Luis Buatois, de la Universidad de Saskatchewan, Canadá y por primera vez en la historia de los simposios nacionales, se contara de una visión evolutiva a través de la Icnología, rama de la paleontología en muy incipiente desarrollo en el país. El Dr. Fernando Novas del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia, nos ofrecerá una importante y detallada conferencia sobre las implicancias evolutivas de unos de los hallazgos más recientes he importantes de Chile, el *Chilesaurus diegosuarezi*. Por último, tendremos la visita de Dr. Harufumi Nishida de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Chuo, Japón, quien nos dará una conferencia respecto de la flora mesozoica y sus relaciones entre Antártica-Sudamérica y su extenso trabajo realizado en el área de la paleobotánica en la región y en nuestro país.

Queremos destacar además la labor realizada previa al Simposio, la cual consistió en la impartición de talleres de geología y paleontología a más de 70 profesores de enseñanza básica de la comuna de Tomé, quienes, amparados por un proyecto del Ministerio de Educación, se encuentran preparando una innovadora asignatura para estudiantes de primer ciclo de enseñanza básica, la cual tiene como finalidad, la valorización del patrimonio local. Esto permitirá a los profesores entregar a sus alumnos conocimientos adecuados sobre estas materias, con un claro enfoque regional.

Se ofrecerán además una serie de tres talleres, entre ellos, Icnología aplicada, dictada por el Dr. Luis Buatois (Universidad de Saskatchewan), Taller de imageonología 3D por la Dra. Karen Moreno (Universidad Austral) y Taller de colecciones Paleontológicas por el Dr. Christian Salazar (Universidad del Desarrollo).

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Asociación Chilena de Paleontología, por acoger a nuestra Universidad como sede de este evento. Además de destacar el importante apoyo de la Dirección de Extensión Académica de la Universidad Andrés Bello a través de la adjudicación del proyecto DEA N° 201613. Un especial agradecimiento a todos los estudiantes, docentes y encargados de laboratorio de nuestra Universidad que entregaron su tiempo y dedicación para el éxito de este evento.

---

**ÍNDICE**


---

**CONFERENCIAS**

| <b>AUTOR</b>            | <b>TÍTULO</b>                                                                                                    | <b>PÁGINA</b> |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Fernando Novas</b>   | <i>CHILESAURUS</i> , UN ROMPECABEZAS EVOLUTIVO                                                                   | 18            |
| <b>Harufumi Nishida</b> | AFTER 40 YEARS OF COLLABORATION IN PALEOBOTANY BETWEEN CHILE AND JAPAN: RECENT FINDINGS AND FUTURE PERSPECTIVES. | 19            |
| <b>Luis Buatois</b>     | OTRA MIRADA A LA HISTORIA DE LA VIDA: TRAZAS FÓSILES Y EVENTOS EVOLUTIVOS.                                       | 20            |

---

**ÍNDICE**


---

**CHARLAS****MESOZOICO**

| <b>AUTOR</b>                       | <b>TÍTULO</b>                                                                                                                                                                                                                              | <b>PÁGINA</b> |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Alarcón-Muñoz <i>et al.</i></b> | NUEVOS RESTOS MANDIBULARES DE PTEROSAURIOS (PTERODACTYLOIDEA: CTENOCHASMATIDAE) DE LA FORMACIÓN QUEBRADA MONARDES (CRETÁCICO INFERIOR), REGIÓN DE ATACAMA, NORTE DE CHILE                                                                  | 25            |
| <b>Castro <i>et al.</i></b>        | AN INVERTEBRATE ASSEMBLAGE FROM THE QUIRIQUINA FORMATION (UPPER CRETACEOUS), IN LOANCO, CENTRAL CHILE                                                                                                                                      | 26            |
| <b>Chávez <i>et al.</i></b>        | SALVATAJE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PALEONTOLÓGICAS VULNERABLES EN LA COMUNA DE RÍO HURTADO, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE                                                                                                                     | 29            |
| <b>Fouquet <i>et al.</i></b>       | “PROYECTO EL WAY”: REGISTRO PALEONTOLÓGICO Y LEVANTAMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA CUENCA DE COLOSO, NORTE DE CHILE.                                                                                                | 33            |
| <b>Garrido <i>et al.</i></b>       | FORAMINÍFEROS, OSTRÁCODOS Y NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR (CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO) DEL VALLE DEL RÍO DE LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA: RESULTADOS PRELIMINARES. | 37            |
| <b>González <i>et al.</i></b>      | REGISTRO DE NERINEOIDEOS ( <i>COSSMANEA</i> SP.) EN EL BAJOCIANO DEL GRUPO CARACOL, FORMACIÓN TORCAZAS, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.                                                                                                             | 38            |

|                                  |                                                                                                                                                                                             |    |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Leppe <i>et al.</i></b>       | EL COMPLEJO CERRO GUIDO-LAS CHINAS Y EL FIN DEL CRETÁCICO AUSTRAL                                                                                                                           | 41 |
| <b>Mansilla <i>et al.</i></b>    | PALEOPALINOLOGÍA ASOCIADA A UN BONEBED DE HADROSAURIOS EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DEL VALLE DEL RÍO DE LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, CHILE.                                      | 45 |
| <b>Pino <i>et al.</i></b>        | PALEOCLIMA DEL CRETÁCICO SUPERIOR (CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO) DEL COMPLEJO CERRO-GUIDO-LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, CHILE: NUEVAS ESTIMACIONES A PARTIR DE IMPRONTAS FOLIARES | 49 |
| <b>Reyes <i>et al.</i></b>       | LA SUCESIÓN BASAL CON FLORA TRIÁSICA DE LA FORMACIÓN QUEBRADA DEL SALITRE, CORDILLERA DE DOMEYKO, REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE                                                              | 53 |
| <b>Salazar &amp; Stinnesbeck</b> | TITHONIAN – BERRIASIAN AMMONITES FROM THE LO VALDÉS FORMATION AT CRUZ DE PIEDRA, CENTRAL CHILE                                                                                              | 57 |
| <b>Soto <i>et al.</i></b>        | AMMONITES FROM “CUESTA LO PRADO”, CENTRAL CHILE                                                                                                                                             | 60 |
| <b>Soto-Acuña <i>et al.</i></b>  | NUEVO HALLAZGO DE REPTILES MARINOS EN EL CRETÁCICO INFERIOR DE FORMACIÓN LO VALDÉS, CUENCA ANDINA                                                                                           | 63 |
| <b>Vargas <i>et al.</i></b>      | LA EXPRESIÓN DEL GEN TBX-2 EN EL ALA EMBRIONARIA CONFIRMA LA IDENTIFICACIÓN PALEONTOLÓGICA DEL DÍGITO III EN AVES Y DINOSAURIOS                                                             | 67 |
| <b>Vidal <i>et al.</i></b>       | INVERTEBRATES OF THE BAÑOS DEL FLACO FORMATION, NORTH OF TINGUIRIRICA RIVER, CENTRAL CHILE                                                                                                  | 69 |

## CENOZOICO

| AUTOR                           | TÍTULO                                                                                                                                                    | PÁGINA |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Abarzúa <i>et al.</i></b>    | CONSTRUCCIÓN DE UN SET DE CALIBRACIÓN CLIMÁTICO BASADO EN REGISTROS DE POLEN ACTUAL EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANIA, CHILE                                   | 74     |
| <b>Bostelmann <i>et al.</i></b> | ESQUEMA BIOESTRATIGRÁFICO DE LA FAUNA <i>NOTOHIPPIDENSE</i> EN SIERRA BAGUALES, MAGALLANES, CHILE                                                         | 75     |
| <b>Bustos <i>et al.</i></b>     | VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LAS INTERACCIONES BIÓTICAS A LO LARGO DEL PLIO-PLEISTOCENO EN CHILE CENTRO-SUR.                                                   | 76     |
| <b>Cisterna <i>et al.</i></b>   | ANÁLISIS TAFONÓMICO PRELIMINAR DE LAS CONCENTRACIONES DE MOLUSCOS FÓSILES EN DEPÓSITOS DE LA FORMACIÓN TUBUL, PLIO-PLEISTOCENO, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE. | 79     |

|                                   |                                                                                                                                                                                      |     |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>de los Arcos</b>               | DOS NUEVAS LOCALIDADES CON RESTOS DEL PEREZOSO MARINO <i>THALASSOCNUS</i> (MAMMALIA, TARDIGRADA) EN SEDIMENTOS PLIOCENOS DE LAS FORMACIONES COQUIMBO Y HORCÓN, CHILE NORTE Y CENTRAL | 82  |
| <b>Fernández-Jiménez et al</b>    | NEW RECORDS OF PALEOGENE ELASMOBRANCHII FROM THE COAST OF COLIUMO, BIOBÍO PROVINCE, CHILE                                                                                            | 85  |
| <b>González et al.</b>            | REGISTRO DEL GÉNERO <i>ARBACIA</i> GRAY (ARBACIIDAE, ECHINOIDEA) EN EL PLEISTOCENO DE MEJILLONES y ANTECEDENTES PALEOBIOGEOGRÁFICOS                                                  | 86  |
| <b>Hyžný et al.</b>               | A NEW OCCURRENCE OF <i>TURBIOCHEIR MINUTOSPINATA</i> (DECAPODA: CALLIANASSIDAE) FROM THE EOCENE OF CHILE                                                                             | 89  |
| <b>Lira et al.</b>                | EL SITIO LOS NOTROS, PLEISTOCENO TARDÍO, OSORNO NORPATAGONIA OCCIDENTAL DE CHILE                                                                                                     | 92  |
| <b>Mena &amp; Contardo</b>        | CHILE PALEOSEEPS, EVIDENCIA DE FLUJOS DE METANO SUBMARINO EN LA FORMACIÓN NAVIDAD. ¿ QUÉ SON Y CÓMO RECONOCERLOS?                                                                    | 96  |
| <b>Moreno et al.</b>              | NEW INVESTIGATIONS REVEAL ADDITIONAL MAMMAL DIVERSITY AT THE EARLY LATE MIOCENE SITE OF CARAGUA, NORTHERN CHILE                                                                      | 99  |
| <b>Navia et al.</b>               | <i>CARAGUATYPOTHERIUM MUNOZI</i> FLYNN ET AL., 2005: DESCRIPCIÓN DE CARACTERES INTRACRANEALES                                                                                        | 100 |
| <b>Nielsen</b>                    | NEW PALEONTOLOGICAL RECORDS FROM THE NEOGENE OF SOUTHERN CHILEAN FJORDS: FROM GUAFO VIA LOS CHONOS TO TAITAO                                                                         | 103 |
| <b>Pérez-Barría &amp; Nielsen</b> | LA SUBCLASE PROTOBRANCHIA (MOLLUSCA: BIVALVIA) EN EL MIOCENO MARINO DE LA COSTA PACIFICA CHILENA: PROBLEMÁTICAS Y DESAFÍOS ACTUALES                                                  | 104 |
| <b>Torres et al.</b>              | RESCATE PATRIMONIAL Y CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DE MADERAS FOSILES, ANGOL, ARAUCANIA, CHILE                                                                                           | 107 |
| <b>Torres et al.</b>              | BARRANCA DE LAS HOJAS: ASOCIACIONES PALEOBOTÁNICAS Y CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO, SIERRA BAGUALES, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, MAGALLANES CHILE                                       | 110 |

**PALEONTOLOGÍA GENERAL**

| <b>AUTOR</b>                        | <b>TÍTULO</b>                                                                                                                            | <b>PÁGINA</b> |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Aliaga <i>et al.</i></b>         | PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE LA LAGUNA TAGUATAGUA A PARTIR DE LA COMUNIDAD LOCAL                                     | 116           |
| <b>Bernández</b>                    | FALACIAS DE HIPÓTESIS OCULTA EN INFERENCIA PALEONTOLÓGICA                                                                                | 120           |
| <b>Contreras <i>et al.</i></b>      | MALETÍN PALEONTOLÓGICO, UNA MEDIDA DE COMPENSACIÓN ENFOCADA EN LOS NIÑOS                                                                 | 122           |
| <b>Rincón-Portero <i>et al.</i></b> | GESTIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DESDE EL CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES DE CHILE                                                 | 125           |
| <b>Rivas <i>et al.</i></b>          | CARTOGRAFÍA DE POTENCIALIDAD Y VULNERABILIDAD: USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA VALORIZACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO NACIONAL | 129           |
| <b>Varela <i>et al.</i></b>         | MONITOREO PALEONTOLÓGICO EN TÚNEL: CASO PROYECTO ALTO MAIPO                                                                              | 132           |

**POSTER****MESOZOICO**

| <b>AUTOR</b>                           | <b>TÍTULO</b>                                                                                                                                               | <b>PÁGINA</b> |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Alarcón-Muñoz <i>et al.</i></b>     | PRIMER REGISTRO DE TORTUGAS MARINAS (TESTUDINES: CHELONIOIDEA) EN EL VALLE DEL RÍO LAS CHINAS, FORMACIÓN DOROTEA (CRETÁCICO SUPERIOR), REGIÓN DE MAGALLANES | 138           |
| <b>Azúa &amp; Mourgues</b>             | ICNOASOCIACIÓN DE CRUZIANA EN EL CAMPANIANO SUPERIOR DE CERRO CAZADOR, CUENCA DE MAGALLANES, CHILE                                                          | 139           |
| <b>Castro <i>et al.</i></b>            | PRIMER REGISTRO PALEOXILOLÓGICO EN LA LOCALIDAD DE LOANCO ASIGNADO A LA FORMACIÓN QUIRIQUINA (CRETÁCICO SUPERIOR), CHILE CENTRAL                            | 140           |
| <b>Fernández-Jiménez <i>et al.</i></b> | FIRST RECORD ELASMOBRANCHIANS FROM THE CAMPANIAN OF MAGALLANES BASIN, SOUTHERN CHILE                                                                        | 141           |

|                                    |                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Lobos Álvarez <i>et al.</i></b> | ESTUDIO PRELIMINAR DE ANGIOSPERMAS PALMATILOBADAS DEL CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO DE CERRO GUIDO-LAS CHINAS, REGIÓN DE MAGALLANES, CHILE                   | 142 |
| <b>Ortuya <i>et al.</i></b>        | NUEVOS ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICOS Y PALEONTOLÓGICOS DE LA CUENCA CRETÁICA DE MAGALLANES, EXTREMO AUSTRAL DE CHILE                                      | 143 |
| <b>Ossa-Fuentes <i>et al.</i></b>  | HISTOLOGÍA Y ESQUELETO-CRONOLOGÍA DE VÉRTEBRAS DE UN COCODRILO MARINO (ARCHOSAURIA: THALATTOSUCHIA) PROVENIENTE DE LA FORMACIÓN LO VALDÉS, CHILE CENTRAL | 144 |
| <b>Soto &amp; Salazar</b>          | LO PRADO FORMATION: A PALEONTOLOGICAL PROBLEM                                                                                                            | 145 |
| <b>Soto-Acuña <i>et al.</i></b>    | PRIMER REGISTRO DE TITANOSAURIOS (SAUROPODA: LITHOSTROTIA) EN LA REGIÓN DE MAGALLANES, EXTREMO SUR DE CHILE                                              | 146 |
| <b>Trevisan <i>et al.</i></b>      | NUEVOS REGISTROS DE HELECHOS PARA EL COMPLEJO CERRO GUIDO-LAS CHINAS, FORMACIÓN DOROTEA, CRETÁICO SUPERIOR, CUENCA AUSTRAL, MAGALLANES, CHILE            | 147 |

## CENOZOICO

| AUTOR                                  | TÍTULO                                                                                                                       | PÁGINA |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Anchelergues &amp; de los Arcos</b> | NUEVO REGISTRO DE <i>OTARIA FLAVESCENS</i> SHAW EN EL PLEISTOCENO DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA                       | 148    |
| <b>Bostelmann <i>et al.</i></b>        | <i>HEGETOTHERIUM CERDASENSIS</i> (MAMMALIA, NOTOUNGULATA, HEGETOTHERIIDAE) IN THE EARLY LATE MIOCENE OF NORTHERN CHILE       | 149    |
| <b>Campos <i>et al.</i></b>            | CARACTERIZACIÓN MICROPALEONTOLÓGICA EN UN AFLORAMIENTO MIOCÉNICO DE LA FORMACIÓN SANTO DOMINGO, VALDIVIA, CHILE              | 150    |
| <b>Cumsille-Núñez &amp; Pino</b>       | EL GONFOTERIO DEL SITIO EL TRÉBOL: MORFOLOGÍA DE MOLARES, EDAD Y CONTEXTO SEDIMENTOLÓGICO – ESTRATIGRÁFICO                   | 151    |
| <b>Fernández <i>et al.</i></b>         | ASOCIACIONES FAUNÍSTICAS BENTÓNICAS DEL MIOCENO INFERIOR DE LA PLAYA CARNERO, FORMACIÓN RANQUIL, PENÍNSULA DE ARAUCO (CHILE) | 152    |

|                                   |                                                                                                                                                  |     |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Pérez-Barría &amp; Nielsen</b> | EL GÉNERO <i>LIMOPSIS</i> SASSI, 1827 (BIVALVIA: ARCIDA) EN EL MIOCENO DE CHILE                                                                  | 153 |
| <b>Püschel <i>et al.</i></b>      | ANÁLISIS DE LOS RESTOS DEL <i>GLOSSOTHERIUM</i> DE LONQUIMAY, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA                                                             | 154 |
| <b>Robles &amp; Nielsen</b>       | ANTECEDENTES PRELIMINARES DE LA BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOBATIMETRÍA A PARTIR DE FORAMINÍFEROS NEÓGENOS, GOLFO TRES MONTES, REGIÓN DE AYSÉN, CHILE | 155 |
| <b>Vargas &amp; Encinas</b>       | ANÁLISIS DE LAS CONCENTRACIONES FÓSILES DE LA FORMACIÓN TUBUL, PROVINCIA DE ARAUCO, REGIÓN DEL BIOBÍO                                            | 156 |





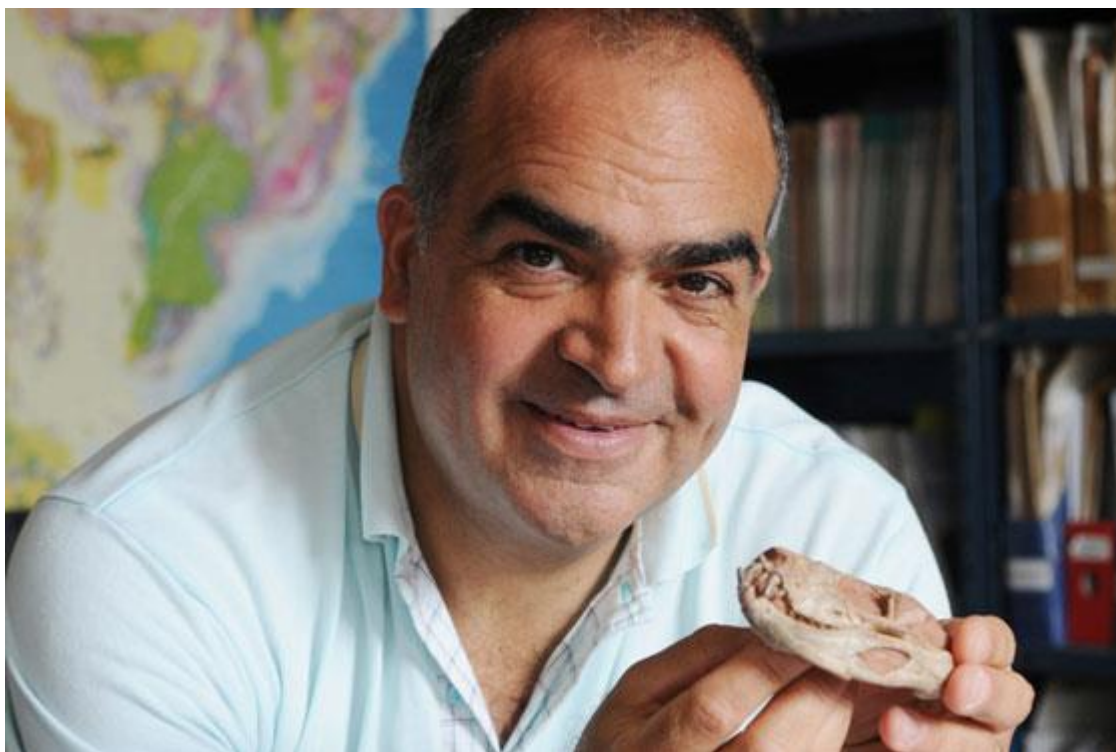
V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

# CONFERENCISTAS INVITADOS

---

Bahía Las Tablas, Formación Quiriquina  
Cretácico Superior (Maastrichtiano)  
© Christian Salazar



### **CHILESAURUS, UN ROMPECABEZAS EVOLUTIVO**

**Fernando Novas**

Paleontólogo del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Doctor en Ciencias Naturales en la Universidad Nacional de La Plata e Investigador del Conicet. Ha dirigido investigaciones en La Rioja, San Juan, Neuquén, Río Negro y Santa Cruz, y sus estudios abarcan dinosaurios hallados en India, Brasil, Bolivia, Estados Unidos y Chile entre otros. Sus investigaciones han contado con el apoyo de importantes instituciones entre las que destacan la National Geographic Society (Washington), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (Buenos Aires) y por The Jurassic Foundation (Canadá). Sus trabajos fueron publicados en numerosas revistas de prestigio internacional (Nature, Science, Journal of Vertebrate Paleontology). Ha sido el autor principal de importantes taxa que han marcado un antes y un después en la paleontología de vertebrados, entre ellos, *Patagonykus puertai*, *Austroraptor cabazai* y *Neuquenraptor argentinus*. Además del fósil transicional entre dinosaurios y aves, *Unenlagia comahuensis*, el impactante depredador *Megaraptor namunhauiquii*, y más recientemente el controvertido *Chilesaurus diegosuarezi*.



**AFTER 40 YEARS OF COLLABORATION IN PALEOBOTANY BETWEEN CHILE AND JAPAN:  
RECENT FINDINGS AND FUTURE PERSPECTIVES.**

**Harufumi Nishida**

Profesor de Filogenia y Evolución de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Chuo, Japón. Se graduó en la Facultad de Ciencias, Universidad de Chiba. Recibió su doctorado del Programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias, Universidad de Kyoto en 1983. Asumió como profesor en la Facultad de Ciencias e Ingeniería (Ciencias Biológicas), Universidad de Chuo en 1997. Profesor invitado en el Departamento de Ciencias Biológicas de la Graduate School de la Ciencia, la Universidad de Tokio. También es miembro afiliado del Consejo de Ciencias de Japón, ex representante de la Unión de Sociedades de Japoneses por la Historia Natural y el Director General de la Red Biodiversidad de Japón. Sus principales campos de estudio incluyen historia evolutiva de las plantas y paleobotánica. El Dr. Nishida ha llevado investigaciones desde hace varios años en Chile y en la Antártica.



## **OTRA MIRADA A LA HISTORIA DE LA VIDA: TRAZAS FÓSILES Y EVENTOS EVOLUTIVOS**

### **Luis Buatois**

Profesor de Sedimentología e Icnología de la Universidad de Saskatchewan, Canadá. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Buenos Aires. Posteriormente recibió el grado en Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Tucumán y fue investigador del Kansas Geological Survey. Ha sido presidente y vicepresidente de la International Ichnological Association y ha dirigido investigaciones en Canadá, Estados Unidos, Costa Rica, Trinidad y Tobago, Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Brasil, Argentina, Antártica, España, Rumania, Ucrania, China, Suráfrica, Namibia y Chile. Ha sido autor de más de 200 publicaciones y seis libros. Además de miembro editorial de un amplio número de revistas incluidas *Sedimentary Geology*, *Marine and Petroleum Geology*, *Lethaia*, *Ichnos*, *Ameghiniana*, *Journal of Iberian Geology* and *Spanish Journal of Paleontology*.







V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

# CHARLAS

*Cyathidites australis.*  
Rio de Las Chinas. Patagonia. Chile  
© Katherine Cisterna

V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

**MESOZOICO**

---



*Pterolytocras magnum*,  
Formación Lo Valdés,  
© Christian Salazar

## NUEVOS RESTOS MANDIBULARES DE PTEROSAURIOS (PTERODACTYLOIDEA: CTENOCHASMATIDAE) DE LA FORMACIÓN QUEBRADA MONARDES (CRETÁCICO INFERIOR), REGIÓN DE ATACAMA, NORTE DE CHILE

Jhonatan Alarcón-Muñoz <sup>1\*</sup>, Sergio Soto-Acuña <sup>2,3</sup>, David Rubilar-Rogers <sup>3</sup> y Michel Sallaberry <sup>1</sup>

1: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2: Red Paleontológica U-Chile, Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

3: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

\* [jhoalarc@gmail.com](mailto:jhoalarc@gmail.com)

**Resumen.** La presencia de pterosaurios en la Formación Quebrada Monardes (Cretácico Inferior) fue dada a conocer por primera vez a finales de la década de los 80' del siglo pasado, reportándose una alta acumulación de huesos desarticulados preservados en un único nivel sedimentario expuesto en la localidad conocida como Cerro La Isla (Región de Atacama, norte de Chile). Previamente, restos mandibulares y un fragmento de falange alar colectados en Cerro La Isla fueron referidos a la familia Ctenochasmatidae, identificación sustentada en la morfología y orientación de los dientes. Además, fue sugerida, con dudas, cierta afinidad a la subfamilia Gnathosaurinae, basándose en la aparente forma espatulada de algunos de los fragmentos mandibulares. En esta contribución se describen nuevos restos de pterosaurios provenientes de Cerro La Isla, depositados en la colección de vertebrados fósiles del Área de Paleontología del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago de Chile. Estos consisten en tres fragmentos mandibulares, probablemente porciones de dentario y/o maxilar que preservan las bases de las coronas dentales (SGO.PV.362, 377, 378) y uno de rostro (SGO.PV.364), el que conserva bases de coronas dentales y huesos rostrales y palatales. La morfología y orientación de los dientes es similar a la de materiales publicados anteriormente de la misma localidad y a la de otros ctenocasmátidos conocidos. Adicionalmente, la presencia de una cavidad pulpar estrecha en los dientes, observada en uno de los fragmentos mandibulares, es un rasgo compartido con los ctenocasmátidos *Ctenochasma* y *Gnathosaurus*, del Jurásico Superior de Europa. Este conjunto de caracteres permite confirmar la presencia de al menos un taxón de la familia Ctenochasmatidae en la Formación Quebrada Monardes.

La revisión de materiales fósiles de pterosaurios en la Universidad Nacional de San Luis, Argentina, fue financiada mediante las "Ayudas para estancias cortas de investigación destinadas a estudiantes tesis de doctorado y magíster de la Universidad de Chile". Agradezco a la Dra. Laura Codorniú por su guía durante la mencionada estadía. J.A.M es financiado por la beca CONICYT para estudios de Magíster en Chile.

**Palabras clave:** Cerro La Isla, *Ctenochasma*, *Gnathosaurus*.

# AN INVERTEBRATE ASSEMBLAGE FROM THE QUIRIQUINA FORMATION (UPPER CRETACEOUS), IN LOANCO, CENTRAL CHILE

Nataly Castro<sup>1\*</sup>, Christian Salazar<sup>1</sup>, Rodrigo Otero<sup>2</sup>, Wolfgang Stinnesbeck<sup>3</sup> y Andrés Escare<sup>1</sup>

1: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

2: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

3: Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland.

\* [castrodiaz.geo@gmail.com](mailto:castrodiaz.geo@gmail.com)

**Abstract.** Here we report a marine invertebrate fossils assemblage recovered in the locality of Loanco (Central Chile), 30 km south of Constitución city. Lithology is characterized by clast-supported conglomerate and yellow sandstone with intermittent conglomeratic levels and silty sandstones with calcareous-sandstone concretions, intensely bioturbated in the uppermost meters; this succession is recognized as equivalent to the Quiriquina Formation. The studied assemblage consists of 109 individuals, grouped in 22 ammonites, 84 bivalves and 3 crustaceans. Ammonites here identified include *Diplomoceras cylindraceum*, *Pseudophyllites indra*, *Grossouvrites joharae*, *Grossouvrites gemmatus* and *Eubaculites carinatus*; bivalves include the typical taxon *Cardium acuticostatum* as well as decapods of the species *Protocalliansa saetosa*. The presence of *D. cylindraceum*, *P. indra* and *G. gemmatus* indicate an upper Maastrichtian age (Upper Cretaceous).

**Key words:** Ammonoids, Bivalve, Decapoda, Biostratigraphy, Maastrichtian, Quiriquina Formation.

## 1 Introduction

In the western portion of the Coastal Range in Central Chile, Upper Cretaceous marine successions are intermittently present between 33° to 39° S (Salazar et al. 2010). In the coastal area of Faro Carranza (Figure 1) located 30 kilometers south of Constitución city, a 120m thick sedimentary unit crops out. This section has been identified as a partial section of the Quiriquina Formation (Thiele y Tavera, 1967). The Quiriquina Formation type locality was formalized in the homonymous island in the Concepción Bay (Biró-Bagóczy, 1982). Lithologically, the sequence cropping out in Faro Carranza is characterized by clast-supported conglomerate, yellow sandstone with fine levels of conglomerate, underlying a unit of silty sandstone with calcareous sandstone concretions, which in the last meters are intensely bioturbated. Cecioni (1983) denominated the level of yellow sandstone as the Chanco Formation for the economic potential as a hydrocarbon reservoir, while the silty sandstone unit was referred by this author to the Quiriquina Formation. Invertebrate fossils recovered in this study are mostly recorded from levels of calcareous sandstone concretions. 109 specimens were recovered, including 22 ammonoids, 84 bivalves and 3 decapods.

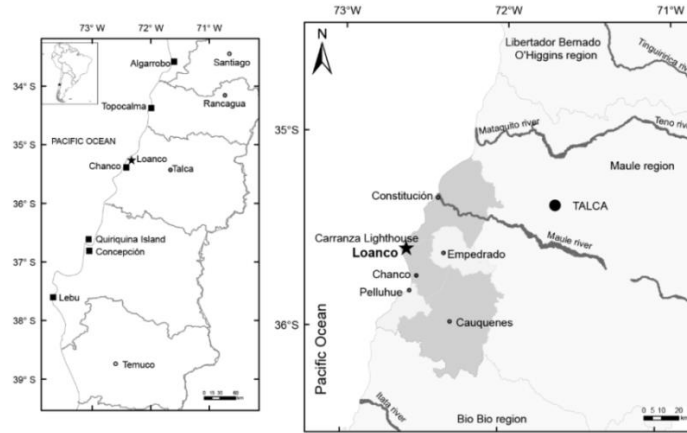
## 2 Material and methods

18 specimens were collected by one of the authors (RAO) during 2006. Also, 4 specimens are part of the Humberto Fuenzalida Collection made in 1935. In addition, 87 specimens were collected the first author (NC) during 2015-2016 in the framework for her thesis. All these specimens are housed in the Museo Nacional de Historia Natural (Santiago, Chile).

## 3 Identified taxa and biostratigraphic remarks

### Ammonoids

*Diplomoceras cylindraceum*: A well preserved phragmocone fragment that corresponds to the straight shaft and hook. In the Quiriquina Formation this species is recorded in the zone without baculitids assigned to the upper Maastrichtian (Salazar et al. 2010). It is a cosmopolitan species known from Alaska to Antarctica. It is restricted to the upper Campanian - Maastrichtian (Ifrim et al. 2004).



**Figure 1.** Left, map of central Chile showing the main localities with outcrops of the Quiriquina Formation. Right, detailed map that show Loanco area.

*Grossouvrites gemmatus*: (Figure 2.b) Four regularly preserved phragmocones. In the Quiriquina Formation this species is recorded from the *Baculites anceps* and *Eubaculites carinatus* zones. It is assigned to the Maastrichtian (Salazar *et al.* 2010). In Australia, it appears as restricted to the upper Maastrichtian (Henderson y McNamara, 1985).

*Pseudophyllites indra*: A single phragmocone, regularly preserved. In the Quiriquina Formation the taxon has been recorded from the *Eubaculites carinatus* zone, being assigned to the upper Maastrichtian (Salazar *et al.* 2010). It is well-known in the Campanian-Maastrichtian of Japan, Alaska and California, and the in the upper Maastrichtian of the Biscay region in Spain, France and Western Australia (in Salazar *et al.* 2010).

*Grossouvrites joharae*: (Figure 2.a) Three specimens, two of them complete and one as a fragmentary phragmocone. The specimens are poorly preserved. In the Quiriquina Formation the species has been recorded in the *Eubaculites carinatus* zone, the latter restricted to the upper Maastrichtian (Salazar *et al.* 2010). The taxon is also recorded in the Maastrichtian of Antarctica. (in Salazar *et al.* 2010).

*Eubaculites carinatus*: Four specimens regularly preserved. The species is abundant in the Quiriquina Formation (Salazar *et al.* 2010). In northern Spain, Austria, California, Southern India, Patagonia, Mozambique, Zululand, South Africa, Western Australia and Argentina, this species is restricted to Maastrichtian levels (in Salazar *et al.* 2010). It is considered to be a cosmopolitan species distributed in low and middle latitudes (Salazar *et al.* 2010).

### Decapods

*Protocallianassa saetosa*: Three specimens preserving the propodium and manus, poorly preserved. This species is documented in the lower Maastrichtian unit Estratos de la Quebrada Municipalidad in Algarrobo, ca. 400 km N from the locality studied here (Schweitzer *et al.* 2006). The species is also documented in Upper Cretaceous units of Antarctica, Central Europe, North America and Britain Patagonia (in Aguirre Urreta, 1989).

### Bivalvians

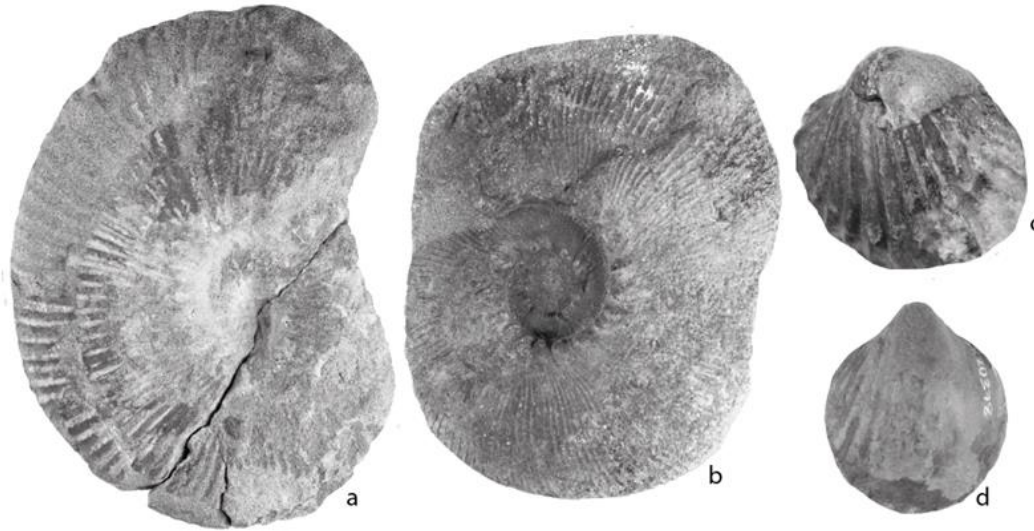
*Cardium acuticostatum*: (Figure 2.c-d) 82 well-preserved individuals. This species is very frequent in all the localities of the Quiriquina Formation (Stinnesbeck, 1986).

### 4 Discussion

All the taxa of the studied invertebrate assemblage from Loanco have been previously recorded in the Quiriquina Formation. Lithologically, the studied outcrops represent a partial section of the latter unit. In addition, all the recovered taxa indicate a consistent Maastrichtian age, supported by the presence of *D. cylindraceum*, and *P. indra*. Otherwise, the presence of *Grossouvrites gemmatus* and *G. joharae* indicates a more refined age restricted to the upper Maastrichtian.

## 5 Acknowledgements

Thanks to Karina Buldrini and Sergio Soto (Museo Nacional de Historia Natural, Santiago), Daniela Bustamante, Raul Cardenas, Samantha Leiva, Sebastián Ortega, Paula Soto and Francisco Zúñiga (Universidad Andrés Bello, Santiago) for assistance and helpful comments during fieldwork. “Don Waldo” (administrator of “Estancia La Flora”) and Armada de Chile administration of the Carranza Lighthouse facilities are acknowledged for granting access to outcrops in private lands. Ivette Araya and David Rubilar (Museo Nacional de Historia Natural, Santiago) are acknowledged for providing access to the paleontological collection. Financial support was given by FONDECYT de Iniciación 1114076.



**Figure 2.** Preliminary, only few assorted specimens are here figured. **a:** *Grossouvrites joharae*, **b:** *Grossouvrites gemmatus*, **c-d:** *Cardium acuticostatum*. Scale bar = 10 mm.

## References

- Aguirre-Urreta, B.** 1989. The Cretaceous decapod crustacea of Argentina and the Antarctic Peninsula. *Palaeontology*, 32(3), 499-552.
- Biró-Bagóczy, L.** 1982. Revisión y redefinición de los ‘Estratos de Quiriquina’, Campaniano–Maastrichtiano, en su localidad tipo, en la Isla Quiriquina, 36°37' Lat. Sur, Chile, Sudamérica, con un perfil complementario en Choolgüe. Congreso Geológico Chileno No. 3 (Concepción), Actas 1, A29–A64.
- Cecioni, G.** 1983. Chanco Formation, a potential Cretaceous reservoir, central Chile. *Journal of Petroleum Geology*, 6(1), 89-93.
- Henderson, R. A. & McNamara, K. J.** 1985. Maastrichtian non-heteromorph ammonites from the Miria Formation, Western Australia. *Palaeontology*, 28, 35-88.
- Ifrim, C., Stinnesbeck, W. & López-Oliva, J. G.** 2004. Maastrichtian cephalopods from Cerralvo, north-eastern Mexico. *Palaeontology*, 47(6), 1575-1627.
- Salazar, C., Stinnesbeck, W. & Quinzio-Sinn, L. A.** 2010. Ammonites from the Maastrichtian (Upper Cretaceous) Quiriquina Formation in central Chile. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 257(2), 181-236.
- Schweitzer, C. E., Feldmann, R. M., Encinas, A. & Suárez, M.** 2006. New Cretaceous and Eocene Callinassoidea (Thalassinidea, Decapoda) from Algarrobo, Chile. *Journal of Crustacean Biology*, 26(1), 73-81.
- Stinnesbeck, W.** 1986. Zu den Faunistischen und Palökologischen Verhältnissen in der Quiriquina Formation (Maastrichtium) Zentral- Chile. *Palaeontographica*, Part A 194: 99–237.
- Thiele, R.; Tavera, J.** 1967. Estudio sobre muestreos paleontológicos practicados en el sector de costa comprendido entre Constitución y Pelluhue (latitudes 35° 21' a 35° 47') con una información adicional sobre existencia de Terciario carbonífero en Cobquecura. Informe inédito, Departamento de Geología, Universidad de Chile. 38 p.

# SALVATAJE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS PALEONTOLÓGICAS VULNERABLES EN LA COMUNA DE RÍO HURTADO, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE

Martín Chávez H.<sup>1,2\*</sup>, Harry Esterio G.<sup>1</sup>, Daniel Navarro B.<sup>1</sup> y Alessandra Rivero C.<sup>1</sup>

1: Escuela de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile.

2: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\* [paleoaeolos@gmail.com](mailto:paleoaeolos@gmail.com)

**Resumen.** Se da a conocer el hallazgo de vertebrados fósiles en dos nuevas localidades fosilíferas en Los Estratos de Quebrada La Totorá (Cretácico), poblado de Pichasca, comuna de Río Hurtado, Región de Coquimbo, Chile. Los hallazgos corresponden a restos óseos de un crocodiliforme (preliminar) que se componen de un cráneo completo junto a fragmentos asociados del postcráneo, incluyendo osteodermos articulados. El esqueleto informado es el espécimen de vertebrado más completo hallado en los Estratos de Quebrada La Totorá y uno de los más completos de *Crocodylomorpha* a nivel nacional al incluir un cráneo y postcráneo asociado. De confirmarse su asignación taxonómica, este sería no sólo el primer registro de *Sebecosuchia* en Chile, sino que posiblemente el más antiguo en Sudamérica dada la edad Albiense-Cenomaniense. Debido al inminente riesgo de destrucción, se realizó un salvataje paleontológico de las piezas.

**Palabras Claves:** Mesozoico, Cretácico, Estratos de Quebrada La Totorá, Pichasca, Crocodiliformes.

## 1 Introducción

Se dan a conocer nuevos hallazgos de vertebrados fósiles realizados en dos nuevas localidades en las proximidades del poblado de Pichasca, en la comuna de Río Hurtado, Región de Coquimbo, Chile, en el marco de un trabajo en terreno como parte del curso “Geología de Campo Avanzada”, de la carrera de Geología de la Universidad Nacional Andrés Bello (UNAB), sede Viña del Mar.

Las dos nuevas localidades fosilíferas identificadas pertenecen a los Estratos de Quebrada La Totorá (Pineda y Emparan, 2006), que corresponden a secuencias sedimentarias previamente incluidas como parte de la Formación Viñita. Estos estratos son reconocidos por contener abundantes restos vegetales (Torres y Rallo, 1981), y la presencia de vertebrados continentales incluyendo dinosaurios saurópodos, terópodos y tortugas (Casamiquela et al., 1969; Soto Acuña et al., 2015). Los nuevos hallazgos corresponden a restos óseos encontrados en zonas de remoción de material en inminente peligro de destrucción. De estos, el espécimen más importante corresponde al esqueleto parcial de un crocodiliforme, consistente en un cráneo completo junto a fragmentos asociados del postcráneo, incluyendo osteodermos articulados.

Debido al inminente riesgo de destrucción, se realizó un salvataje paleontológico de las piezas y se dio aviso del hallazgo a la administración del Monumento Natural Pichasca (MNP), al alcalde de Río Hurtado y al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) mediante el correspondiente informe de rescate paleontológico.

## 2 Metodología del salvataje paleontológico

Durante el trabajo en terreno del curso de Geología Campo Avanzada se realizó una visita al MNP, el guarda parque informó de la existencia de un área (denominada “La Cantera”) recientemente alterada (trabajada con retroexcavadoras y bulldozer) fuera de los límites del MNP, en la cual se confirmó la existencia de fragmentos óseos en inminente riesgo de destrucción. Bajo el amparo del Artículo 20 del Decreto Supremo 484, se realizó un salvataje de los fragmentos hallados como parte del derrubio, junto con el levantamiento de un perfil y columna estratigráfica de los afloramientos de los cuales este procede.

Posteriormente, en la localidad de San Pedro Sur, se produjo el descubrimiento fortuito de un esqueleto parcial de cocodrilo contenido en múltiples bloques hallados como parte del derrubio de un camino que conduce a un pirquén. Se rastreó el área a fin de identificar todos los fragmentos visibles. Se numeraron los bloques y mapeó su posición, tomando puntos GPS y distancias en relación al bloque principal que contiene

el cráneo. La mayor parte de los fragmentos se hallaron en una franja de unos 4 m de ancho, con el bloque más distante a 14,6 m del bloque principal. Dado el frágil estado de algunos de los huesos expuestos, en los cuales la superficie muestra craquelaciones rectas que derivan en el desprendimiento de pequeñas astillas cúbicas, fue necesario aplicar cianoacrilato en las áreas más frágiles. En total cuatro de los nueve bloques identificados debieron ser dejados temporalmente *in situ* debido a su tamaño, incluyendo el bloque principal que fue protegido mediante una envoltura de yeso. Los especímenes colectados fueron embalados y dejados bajo resguardo en el MNP.

### 3 Localidades fosilíferas

#### 3.1 La Cantera

Se encuentra cercana al ingreso al MNP. Corresponde a una cantera artesanal con exposición de niveles fosilíferos pertenecientes a la facie Kqlt(a) de los Estratos de Quebrada La Totorá (Pineda y Emparan, 2006). El techo de la secuencia expuesta corresponde a un cuerpo hipabisal andesítico, que suprayace niveles de lutitas rojas y verdosas. El resto de la secuencia está formada por niveles de lutitas rojizas, areniscas de distintos tamaños de grano ocasionalmente con laminación cruzada y conglomerados mono y polimícticos.

El área más afectada por los trabajos con maquinarias tiene cerca de 60 m de largo y, es en el derrubio de esta zona donde se ubicó la mayor concentración de fragmentos óseos en una franja de unos 5 m de ancho por debajo de un conjunto de huesos aflorando *in situ*. Estas cortas distancias sugieren que muchos de los fragmentos pueden pertenecer a un mismo espécimen o, al menos, a una acumulación local.

En total se recolectaron 18 especímenes como rodados que fueron dejados bajo la custodia de la administración del MNP. En su mayoría corresponden a fragmentos de huesos sin identificar, cuyos tamaños varían de 4 a 55 mm, sin embargo al menos tres de ellos pueden ser atribuidos preliminarmente a Crocodyliformes (Fig. 1).

Adicionalmente, en los niveles de lutitas rojas se identificaron posibles restos vegetales y un pequeño fragmento de la concha de un bivalvo. La concha es delgada y se aprecian líneas de crecimiento bien definidas. La presencia de bivalvos y gastrópodos dulceacuícolas ha sido solo recientemente reportada para la unidad (Suárez et al., 2015).

#### 3.2 San Pedro Sur

Si bien se reconocieron litologías correspondientes a lutitas, areniscas y conglomerados rojizos pertenecientes a la facies Kqlt(a) (Pineda y Emparan, 2006), no fue posible realizar una columna estratigráfica debido al intenso grado de meteorización que cubre la zona. Se logró identificar el contacto con el cuerpo hipabisal andesítico que suprayace la secuencia sedimentaria, indicando que los niveles fosilíferos observados podrían correlacionarse con los afloramientos observados en “La Cantera”, más que con afloramientos expuestos al interior del MNP, los cuales suprayacen al hipabisal (Casamiquela et al., 1969).

El esqueleto parcial del crocodyliforme hallado se encuentra en bloques que son parte del derrubio de un camino, de afloramientos de areniscas finas rojas. El bloque principal contiene el cráneo y elementos postcraneales asociados (Fig. 2). La inspección visual de este último indica que se encontraba originalmente entero, pero debido a la meteorización y erosión ha sufrido diversos daños, hallándose en peligro de destrucción inminente. El premaxilar izquierdo y buena parte del derecho se han perdido, al igual que la sección anterior de los nasales y grandes zonas de superficie lateral de la rama mandibular izquierda. Del mismo modo, se ha perdido gran parte del radio y ulna derechos, de los cuales se preserva una impronta en el sedimento. Los restantes bloques asociados contienen en su mayoría fragmentos de la armadura dérmica.



**Figura 1.** Especímenes atribuidos a *Crocodyliformes* indet. colectados en la localidad “La Cantera”. Izquierda: Osteodermo aislado expuesto en su cara ventral. Centro: Fragmento de posible costilla. Derecha: Sección longitudinal de diente aislado. Escalas en milímetros.



**Figura 2.** Bloque principal conteniendo el cráneo, parte de la extremidad anterior derecha y posibles osteodermos de un *Crocodyliformes* indet. cf. *Sebecosuchia*. Escalas en centímetros.

En base a la morfología craneana, es posible deducir que el espécimen pertenece a un crocodyliforme de hábitos terrestres (*Notosuchia*), siendo preliminarmente asignado al clado *Sebecosuchia*. Si bien ninguna sinapomorfia puede ser reconocida inequívocamente de momento, el cráneo muestra similitudes con formas Cenozoicas como *Sebecus*, siendo lateromedialmente comprimido y de rostro relativamente alto. La órbita es completamente lateral y la nariz se abre terminalmente, ambos caracteres en oposición a lo que ocurre en formas anfibias (en las que ambas estructuras se ubican dorsalmente). Desafortunadamente no se observó

ningún diente bien preservado, pero las improntas de los dientes premaxilares sugieren que estos son compresos y sin estriaciones en el esmalte, guardando similitud con la condición observada en la mayoría de los Sebecosuchia.

#### 4 Conclusiones generales

Los presentes hallazgos refuerzan la importancia de un monitoreo paleontológico constante y permanente en la comuna de Río Hurtado y la urgente necesidad de rescatar y resguardar aquellos elementos expuestos aún *in situ*. Dada la proximidad de las zonas habitadas con los afloramientos fosilíferos, la comuna es altamente susceptible a la ocurrencia de hallazgos fortuitos y la destrucción accidental de fósiles. En este contexto, la labor de las autoridades locales en coordinación con la comunidad científica debe ser educar a la población local lo cual es clave para minimizar estos incidentes en el futuro.

Pese a los daños sufridos, el esqueleto aquí informado es el espécimen de vertebrado más completo hallado en los Estratos de Quebrada La Totorá y uno de los más completos de Crocodylomorpha a nivel nacional, al incluir un cráneo y postcráneo asociado. De confirmarse su asignación taxonómica este sería no sólo el primer registro de Sebecosuchia en Chile, sino que posiblemente también el más antiguo en Sudamérica dada la edad Albiense-Cenomaniense propuesta para los afloramientos.

#### Agradecimientos

Agradecemos a don Juan Monsalve Flandes, administrador del MNP, por su colaboración en las labores de rescate. Nuestro reconocimiento especial a don Mauricio Díaz, chofer de Transpoltour, quien descubrió del primer elemento asociado al hallazgo del esqueleto de cocodrilo y colaboró activamente en todas nuestras actividades de campo.

#### Referencias

- Casamiquela, R., Corvalán, J. & Franquesa, F.** 1969. Hallazgo de Dinosaurios en el Cretácico Superior de Chile. Su importancia cronológica-estratigráfica. Instituto de investigaciones Geológicas de Chile, **25**, 1-31.
- Pineda, G. & Emparán, C.** 2006. Geología del área Vicuña-Pichasca, Región de Coquimbo. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica n° 97, Escala 1:100.000.
- Torres, T. & Rallo, M.** 1981. Anatomía de troncos fósiles del Cretácico superior de Pichasca, en el Norte de Chile. Anais II Congreso Latinoamericano de Paleontología, Porto Alegre, **1**, 385-398.
- Suárez, M., Torres, T., Ugalde, R. & Pineda, G.** 2015. Nuevos antecedentes paleontológicos sobre los Estratos de Quebrada La Totorá (Cretácico) en Pichasca, Río Hurtado, IV Región de Coquimbo. XIV Congreso Geológico Chileno, La Serena, **3**, 649 pp.
- Soto Acuña, S., Rubilar Rogers, D., Otero, R. & Vargas, A.** 2015. Arcosaurios no avianos de Chile. 209-263. En: RUBILAR ROGERS D., OTERO R., VARGAS A. & SALLABERRY M. (eds.). Vertebrados Fósiles de Chile. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, **63**, 465 pp.

## **“PROYECTO EL WAY”: REGISTRO PALEONTOLÓGICO Y LEVANTAMIENTO BIOESTRATIGRÁFICO DEL CRETÁCICO INFERIOR DE LA CUENCA DE COLOSO, NORTE DE CHILE.**

Nathalia Fouquet\*, Hans-G. Wilke<sup>1</sup>, Miguel Company<sup>2</sup>, Hannes Löser<sup>3</sup>, Jaume Gallemí<sup>4</sup>, Ryan Roney<sup>5</sup>, Beranyel Caiceo<sup>1</sup>, Macarena Pedrero<sup>1</sup>, Camila Orellana<sup>1</sup>, Francisco González<sup>1</sup>, Cristóbal Díaz<sup>1</sup>, Javiera Molina<sup>1</sup>, Arnoldi Díaz<sup>1</sup>, Yuri Sepúlveda<sup>1</sup>, Fabiola Estay<sup>1</sup> y Daniela Villarroel<sup>1</sup>

1: Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

2: Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada, Granada, España.

3: Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Hermosillo, Sonora, México.

4: Museo de Ciencias Naturales de Barcelona, Barcelona, España.

5: Department of Earth and Planetary Sciences, The University of Tennessee, Knoxville, EE.UU.

\* [nfj001@ucn.cl](mailto:nfj001@ucn.cl)

**Resumen.** El registro fosilífero del Norte de Chile es bien conocido para afloramientos del Jurásico, sin embargo, la paleontología del Cretácico sólo ha sido estudiada en los últimos años para la Cuenca de Chañarcillo, Región de Atacama. Este proyecto pretende obtener la información paleontológica registrada en la Cuenca de Coloso mediante el análisis taxonómico y levantamiento bioestratigráfico en diversos sectores de la Formación El Way. Los resultados obtenidos a la fecha dan cuenta de una gran diversidad paleontológica, un claro endemismo y un posible aislamiento geográfico de la cuenca. Los trabajos futuros permitirán contar con un registro paleontológico robusto que a la vez haga posible hacer comparaciones bioestratigráficas laterales dentro de la formación y establecer correlaciones paleobiogeográficas con las cuencas sudamericanas coetáneas.

**Palabras Claves:** Invertebrados marinos, Formación El Way, Barremiano, Aptiano, Sudamérica

### **1 Introducción**

Ubicada a 15 km de la ciudad de Antofagasta, norte de Chile, la Cuenca de Coloso corresponde a una cuenca del tipo pull-apart rellena durante el Cretácico Inferior. El basamento de la cuenca está conformado por las lavas de la Formación La Negra mientras que el relleno está constituido por las sedimentitas continentales de la Formación Caleta Coloso y los depósitos marinos de la Formación El Way (Brüggen, 1950; Wenzel 1957; González y Niemeyer, 2005).

Formación El Way es una sucesión marina de calizas, calizas arenosas, areniscas calcáreas, lutitas calcáreas, margas y en menor proporción conglomerados (Brüggen, 1950; Wenzel 1957; Jurgan, 1974; González y Niemeyer, 2005), altamente fosilífera y con una variedad de pelecípodos, equinoideos, corales, ammonoideos, gastrópodos, serpulidos, braquiópodos, briozoos, algas y foraminíferos (Leanza y Castellaro, 1956; Alarcón y Vergara, 1964).

Los estudios paleontológicos realizados se limitan a especímenes puntuales (Larraín, 1985; Pérez y Reyes, 1989; Fouquet, 2012), estudios paleontológicos regionales (Larraín, 1985; Prinz, 1991) y a hallazgos realizados en el contexto de levantamientos geológicos y paleoambientales en el área de estudio y sus alrededores (Alarcón y Vergara, 1964; Jurgan, 1974; Mourgues, 2001).

### **2 Metodología y materiales**

#### **2.1 Metodología**

Para obtener conclusiones sobre las variaciones laterales de la litología y su contenido fosilífero se delimitaron áreas de estudio de menor tamaño (Fig. 1) que permitieran caracterizar la potencia total de la formación en la zona oeste, centro y este, aprovechando la disposición NS de los estratos en la localidad tipo.

Estas localidades están siendo estudiadas en forma de diez memorias de título desde el punto de vista bioestratigráfico, estratigrafía secuencial y análisis de microfacies mientras que también se desarrolla una tesis doctoral que tiene como objetivo el levantamiento del registro fósil de la formación concentrándose en la diversidad taxonómica del lugar.

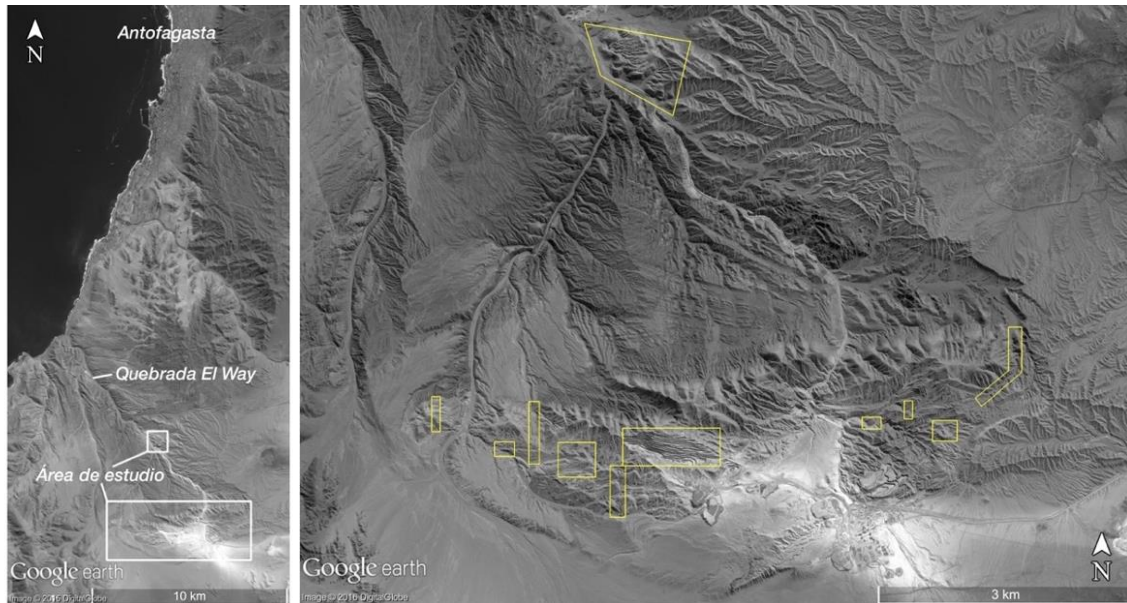


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Izq. Distancia respecto a la ciudad de Antofagasta. Der. Áreas de estudio individualizadas.

## 2.2 Materiales

Las muestras colectadas corresponden a la localidad tipo de Fm. El Way y al sector de Calizas La Viuda. A la fecha se han establecido 300 puntos de observación y se han encontrado más de 2000 fósiles de los distintos taxones presentes en la cuenca entre ejemplares completos y fragmentos con diversos estados de preservación que mayoritariamente varía de regular a malo.

## 3 Primeros resultados

El levantamiento de la bioestratigrafía del sector La Viuda ha permitido asociar esta secuencia a la parte inferior de la formación sobre la base de su contenido en ammonoideos y equinoideos (Caiceo y Pedrero, 2015). Por otra parte, en los sectores de Quebrada Oeste y Quebrada Este, la bioestratigrafía del lugar da cuenta de una mayor abundancia de corales y equinoideos en el margen oeste y una mayor presencia de ammonoideos y braquiópodos en el sector este.

El análisis de microfacies nos entregó la confirmación sobre los ambientes de depositación asociados a cada unidad dentro de Fm. El Way correspondiendo a una plataforma interna: plataforma interna marina abierta (laguna) y bancos de arena en margen de plataforma (Orellana, 2016).

Relacionado a la paleontología de la formación se ha determinado la ocurrencia de variados géneros y especies de ammonoideos, corales, equinoideos y microfósiles no documentados para el área (Fouquet et al., 2014; Caiceo y Pedrero, 2015; Caiceo et al., 2015; Fouquet et al., 2016; Roney et al., 2016; Orellana, 2016) que acotarían la edad de depositación entre el Barremiano tardío y el Aptiano tardío, además de especies de ammonoideos y equinoideos no descritas anteriormente.

## 4 Discusión

Los fósiles determinados hasta la fecha son evidencia de un marcado endemismo en la cuenca así como de una estrecha relación con lo registrado en la Cuenca de California.

La edad obtenida para los fósiles de la Fm. El Way ha sido cuestión de debate, fluctuando entre el Hauteriviano temprano y el Albiano temprano siempre sobre la base de los ammonoideos clasificados (Leanza y Castellaro, 1955; Alarcón y Vergara, 1964; Jurgan, 1974). El hallazgo de un estrato de equinoideos regulares del género *Leptosalenia* (>>50 muestras) y la presencia de especies del género *Shasticrioceras* en diversos puntos de la parte basal de la formación fijaría el límite inferior en el Barremiano tardío. De igual forma el límite superior correspondería al Aptiano tardío debido a la determinación de *Hypaonthoplites* en sector este de la formación (Fouquet, 2012).

La información obtenida ha permitido concluir ambientes similares de depositación en ambos extremos de la cuenca infiriendo una somerización hacia el margen oeste la cual espera concluirse con el estudio de microfácies en Quebrada Este. El estudio realizado por Orellana (2016) ha permitido restringir el ambiente de depositación señalado por Jurgan (1974) debido a la presencia de foraminíferos bentónicos del suborden Rotaliina y de las familias Miliolinidae y Orbitolinidae.

### Agradecimientos

Agradecer a Minera El Way S.A. y Cementos Bío Bío S.A. quienes han facilitado el acceso a las localidades y apoyado económicamente el desarrollo de las memorias de título mencionadas. Al Consejo de Monumentos Nacionales quienes otorgaron el permiso de excavación para el correcto desarrollo desde el punto de vista legal. También dar las gracias al Museo Ruinas de Huanchaca quienes han facilitado el acceso a muestras del lugar de estudio. A Sara Fuentes y Yalitza Maldonado, quienes han colaborado en las etapas de terreno y laboratorio. Financiado por CONICYT-PCHA/DoctoradoNacional/2014-21140843.

### Referencias

- Alarcón, B. & Vergara, M.** 1964. Nuevos antecedentes sobre la geología de la Quebrada El Way. Anales, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, **21**, 101-128.
- Brüggen, J.** 1950. Fundamentos de la geología de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, 374 pp.
- Caiceo, B. & Pedrero, M.** 2015. Estratigrafía de las rocas cretácicas de Calizas La Viuda, Formación El Way, y taxonomía de su contenido fosilífero. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte, Departamento de Ciencias Geológicas, 132 pp.
- Caiceo, B., Pedrero, M., Wilke, H.-G. & Fouquet, N.** 2015. Antecedentes preliminares del registro de gastrópodos de Calizas La Viuda, Formación El Way, Región de Antofagasta, Chile. In XIV Congreso Geológico Chileno, La Serena, **3**, 627-630.
- Fouquet, N.** 2012. Ammonoideos de la Formación El Way. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte, Departamento de Ciencias Geológicas, 45 pp.
- Fouquet, N., Wilke, H.-G., Company, M., Caiceo, B. & Pedrero, M.** 2014. Antecedentes preliminares del registro fósil de Formación El Way, Región de Antofagasta, Chile. In IV Simposio de Paleontología en Chile, Valdivia, p. 96.
- Fouquet, N., Wilke, H.-G. & Roney, R.** 2016. Registro de equinoideos mesozoicos del Norte Grande de Chile. IX Congreso Latinoamericano de Paleontología, Lima.
- Jurgan, H.** 1974. Die marine Kalkfolge der Unterkreide in der Quebrada El Way - Antofagasta, Chile. Geologische Rundschau, Berlin, **63**, 490-516.
- Larraín, A.** 1975. Los equinoideos fósiles y recientes de Chile. Gayana Zoología, **35**, 1-189.

- Larraín, A.** 1985. A new, early Hemiaster (Echinodermata: Echinoidea) from the Lower Cretaceous of Antofagasta, northern Chile. *Journal of Paleontology*, **59**, No. 6, 1401-1408.
- Leanza, H. & Castellaro, H.** 1955. Algunos fósiles cretácicos de Chile. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **10**, No.3, 179-213.
- Mourgues, F.A.** 2001. Shasticrioceras del Cretácico inferior del área al sur de Antofagasta, II región. Informe Paleontológico Inédito, Servicio Nacional de Geología y Minería, 3 pp.
- Orellana, C.** 2016. Análisis de microfacies en calizas de Formación El Way, Cretácico Inferior: localidad tipo, sector oeste. Memoria de Título, Universidad Católica del Norte, Departamento de Ciencias Geológicas, 94 pp.
- Pérez, E. & Reyes, R.** 1989. Dos nuevas especies del género *Paulckella* COPPER *et al.* (Bivalvia; Trigoniidae) del Cretácico Inferior, Norte de Chile. *Revista Geológica de Chile*, Santiago, **16**, No.2, 217-227.
- Prinz, P.** 1991. Mesozoische Korallen aus Nordchile. *Palaeontographica (A)*, **216**, 147-209.
- Roney, R., Fouquet, N., Luque, J., Sumrall, C. D. & Wilke, H.** 2016. New Cretaceous echinoid finds in South America strengthen paleobiogeographic connections with North America, North Africa, and Europe. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, Denver, **48**, N°7.
- Wenzel, O.** 1957. "Calizas del Way". In Hoffstetter, R., Fuenzalida, H. & Cecioni, G. 1957. Chile-Chili. In *Lexique Stratigraphique International. Amérique Latine*, Centre National de la Recherche Scientifique, **5**, No.7, p. 374.

## FORAMINÍFEROS, OSTRÁCODOS Y NANOFÓSILES CALCÁREOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR (CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO) DEL VALLE DEL RÍO DE LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA CHILENA: RESULTADOS PRELIMINARES.

Sebastián Garrido<sup>1\*</sup>, Marcelo Leppe<sup>2</sup>, Gerson Fauth<sup>3</sup>, María Verónica Pineda<sup>1</sup>, Margarita Marchant<sup>4</sup>, Mauro Rodrigues<sup>3</sup>, Daiane Ceolin<sup>3</sup> y Guilherme Krah<sup>3</sup>

1: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

2: Laboratorio de Paleobiología de Patagonia y Antártica Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile.

3: Instituto Tecnológico de Micropaleontología, UNISINOS, São Leopoldo, Brasil.

4: Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

\* [sebagarridomedina@gmail.com](mailto:sebagarridomedina@gmail.com)

**Resumen.** Se registra por primera vez la composición taxonómica de microfósiles (foraminíferos, ostrácodos y nanofósiles calcáreos) de Formación Dorotea (Campaniano-Maastrichtiano) en el Valle del Río de Las Chinas, Provincia de Última Esperanza. Las asociaciones de foraminíferos, de baja diversidad y abundancia, presentes en el sector norte del valle, están dominadas por foraminíferos bentónicos calcáreos bulimináceos de hábito infaunal de sustrato fangoso a arenoso, con escasos foraminíferos aglutinados y están compuestas por las especies: *Oolina sphaerica*, *Fursenkoina californiensis*, *Praeglobobulimina pyrula*, *Guttulina communis*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Haplophragmoides walteri*, *Buliminella elegantissima*, *Bolivina* sp., *Globulina* cf. *lacrima*, *Planulina* sp. y *Nonion* sp., con ausencia de foraminíferos planctónicos. En el extremo sur del valle no se registran foraminíferos bentónicos, pero sí *Heterohelix* sp. y *Pseudotextularia* cf. *elegans*, foraminíferos planctónicos que se encuentran sumamente retrabajados y recrystalizados en un nivel de fangolita entre estratos con improntas de hojas y restos carbonosos.

El registro de ostrácodos es limitado, está asociado a foraminíferos bentónicos en el sector norte del valle y corresponde a moldes internos de especímenes de las familias Trachyleberididae, Cytherideidae y Paracyprididae. Los nanofósiles calcáreos están representados por: *Thoracosphaera operculata*, *Uniplanarius gothicus*, *Petrobrasiella* cf. *bornii* y *Micula swastica*, junto con foraminíferos bentónicos y ostrácodos, además de fragmentos de amonites (*Hoplitoplacenticerias plasticum*), gastrópodos y bivalvos.

La asociación de microfósiles calcáreos sugiere un ambiente marino somero de plataforma, con profundidad no mayor a 200 m, desconectado de mar abierto, con aguas frías a templadas, relacionado con la primera transgresión atlántica de edad maastrichtiana identificada en Cuenca Austral y extendida en toda Patagonia, cuyos foraminíferos son afines a los del Maastrichtiano de Nueva Zelanda y Australia, al compartir la misma paleolatitud.

La presencia de nanofósiles calcáreos entregaría tentativamente nuevos antecedentes sobre la edad de Formación Dorotea. *Uniplanarius gothicus* y *Petrobrasiella* cf. *bornii* indicarían edad mínima Maastrichtiano inferior en los estratos con foraminíferos bentónicos y ostrácodos en el sector norte del Valle del Río de Las Chinas.

Agradecimientos al Proyecto Fondecyt N°1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?"

**Palabras Claves:** Cretácico Superior, Formación Dorotea, foraminíferos, microfósiles, Patagonia, Cuenca Austral.

# REGISTRO DE NERINEOIDEOS (*COSSMANEA* SP.) EN EL BAJOCIANO DEL GRUPO CARACOLLES, FORMACIÓN TORCAZAS, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.

Edwin González<sup>1\*</sup>, Mariel Ferrari<sup>2</sup> y F. Amaro Mourgues<sup>1</sup>

1: Terra Ignota Spa. Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago, Chile.

2: Centro Nacional Patagónico, Instituto Patagónico de Geología y Paleontología (IPGP, CENPAT-CONICET, Puerto Madryn).

\* [egonzalez@terraignota.cl](mailto:egonzalez@terraignota.cl)

**Resumen:** Se describe una especie de gastrópodo proveniente del límite Bajociano-Calloviano de la Formación Torcazas, a unos 40 Km al sureste de la localidad de Sierra Gorda en la región de Antofagasta. Los materiales corresponden a moldes internos, completos y fragmentarios con distinto grado de preservación de la concha. Según las características externas e internas de los fósiles, como su forma turritiforme y de espira elevada, y la presencia de dos pliegues internos en el interior de las vueltas, uno labial y otro columelar, es posible asignar los ejemplares al género *Cossmanea*.

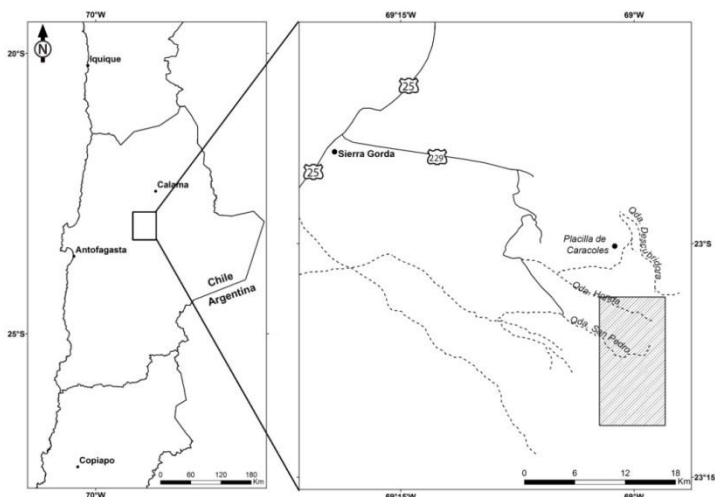
**Palabras clave:** Paleontología, invertebrado, Gastrópoda, SEIA, Medida de compensación, Nerineoidea, Jurásico, Chile.

## 1 Introducción

Los nerineoideos son gastrópodos abundantes en las series carbonatadas del Jurásico y Cretácico, usuales en los depósitos de *back reef* y debido a sus características evolutivas, ayudan a interpretar los medios sedimentarios en ambientes someros (Wieczorek, 1979; Barker, 1990; Wieczorek y Llompart, 1994). Los estudios sobre nerineoideos en Chile son más bien escasos (e.g. Gründel, 2001), por lo que el reciente hallazgo imprevisto en el contexto de estudio de un gran número de ejemplares atribuidos al género *Cossmanea*, pertenecientes a la Formación Torcazas (Bajociano del Grupo Caracoles) se considera un importante aporte al conocimiento sobre los gastrópodos del Jurásico de Chile.

## 2 Localidad y marco geológico

El Grupo Caracoles, aflora en la vertiente occidental de la cordillera Domeyko, región de Antofagasta, en una extensa área caracterizada por planicies aluviales, depósitos de piedemonte y afloramientos de rocas mesozoicas. Este grupo reúne a un conjunto de formaciones del Jurásico Medio a Superior, que señalan la disposición de una cuenca marina de dirección general norte-sur, ubicada en el borde occidental de Sudamérica durante el Jurásico (Jensen y Quinzio, 1981). En la localidad de Quebrada San Pedro, 40 Km al suroeste de Sierra Gorda (fig.1), afloran los niveles basales del Grupo Caracoles, la denominada Formación Torcazas, compuesta principalmente de areniscas calcáreas, calcarenitas y margas del Bajociano (Harrington, 1961). Esta formación, hacia el techo, presenta frecuentes intercalaciones de coquinas, fuente de procedencia de los nerineoideos de este trabajo, con una abundante y diversa fauna de gastrópodos, bivalvos (e.g. *Backevellia* sp., *Camptonectes* sp., *Astarte Puelmae*) y amonites (eg. *Lobosphinctes* sp., *Lupherites* cf. *dehmi*, *Duashnoceras* cf. *chilense*) del Bajociano superior.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio (zona achurada), situada a 35 Km al sureste del poblado de Sierra Gorda, Región de Antofagasta, Chile.

## 3 Materiales y métodos

Los materiales analizados provienen del límite Bajociano-Calloviano, de una sección estratigráfica realizada hacia el techo de la Formación Torcazas, en la quebrada San Pedro, y fueron recuperados, por parte de Terra

Ignota, como parte de una medida de compensación por un hallazgo imprevisto de un proyecto ingresado al Sistema de Impacto Ambiental (SEIA), el cual ha sido aprobado y está en fase de construcción.

El estudio taxonómico incluyó la revisión de 20 ejemplares con distinto grado de preservación. Para realizar las determinaciones taxonómicas, se han tomado en cuenta las estructuras internas en sección axial y también las morfologías externas. Se sigue la taxonomía para nerineoideos de Pcelincev y Korobkov (1960) con las modificaciones introducidas por Kollmann (2014). Las medidas y términos morfológicos corresponden a los indicados por Cox (1960), Barker (1990) y Cataldo (2014).

#### 4 Sistemática paleontológica

**Clase Gastropoda Cuvier, 1795**  
**Orden Entomotaeniata Cossman, 1846**  
**Superfamilia Nerineoidea Zittel, 1873**  
**Familia Ceritellidae Wenz, 1940**  
**Género *Cossmannea* Pchelintsev, 1931**

**Diagnosis:** Este género se caracteriza por presentar conchas de espira elevada, más bien delgadas cuyos lados son moderada a fuertemente cóncavos y poseen un área sutural pronunciada. La abertura es romboidal y tiene un canal anterior corto. Cox (1948, p. 250), señala que los representantes de este género presentan dos pliegues internos, un pliegue columelar y otro palatal. La especie tipo *Cossmannea desvoidyi* (d'Orbigny, 1850, p.261) muestra un pliegue poco pronunciado en la columela, más un pliegue en la pared exterior.

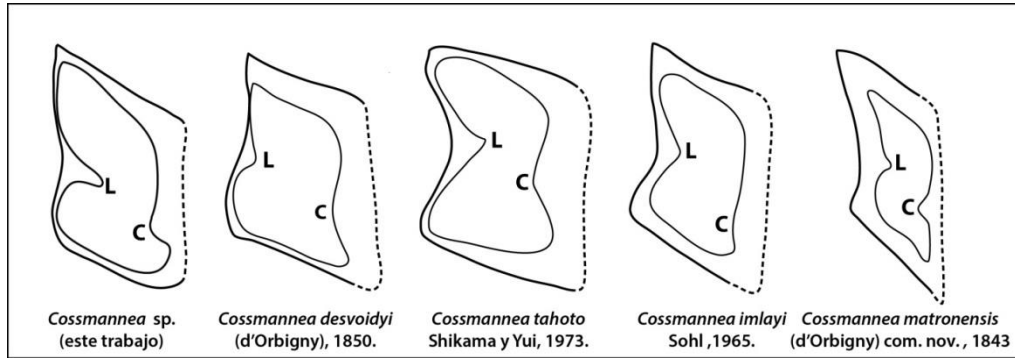
##### ***Cossmannea* sp.**

**Descripción:** Conchas de tamaño medio, turríteliformes y de espira elevada, la superficie externa de las vueltas es aplanada a sutilmente cóncavas y de textura lisa. La base de las vueltas presenta una leve elevación hacia el área sutural. En la sección axial de las conchas se puede observar, internamente, 2 pliegues en cada vuelta, uno labial y otro columelar (fig. 2). El pliegue labial (L), es el más conspicuo, de forma triangular alargada, asimétrico, con una base ancha y extremo redondeado, presenta una leve inclinación y se encuentra ubicado cerca de la mitad de la vuelta, en una posición ligeramente abapical. El pliegue columelar (C) es abultado, de extremo aplanado y poco prominente, a veces imperceptible en las fases ontogenéticas más tempranas. Los ejemplares más completos, muestran de 8 a 10 vueltas y alcanzan tamaños de 30-60 mm, el ancho máximo de la vuelta es de 6-11 mm, el ángulo de la espira es de 10°, el ángulo apical es de aproximadamente 35° y el ángulo sutural de 20°.

#### 5. Discusión y comentarios

Tanto la forma turríteliforme y de espira elevada de la concha, como la presencia de dos pliegues internos, uno labial y otro columelar, permiten atribuir los ejemplares estudiados al género *Cossmannea*. Este género, excluyendo al subgénero *Eunerinea* (que posteriormente fue ascendido a la categoría de género), se conforma por varias especies diferenciadas por la forma de los pliegues internos y forma de las vueltas en sección longitudinal, que han sido documentadas en Japón, Francia, Utah (U.S.A), Arabia Saudita y Chile (e.g. d'Orbigny, 1843, 1850; Sohl, 1965; Shikama y Yui, 1973; Hirsch, 1980; Gründel 2001).

Al comparar los fósiles de este trabajo (fig. 2), en sección, con *Cossmannea desvoidyi* (d'Orbigny) del Oxfordiano de Francia, especie tipo del género, se observan claras diferencias, esta última posee paredes exteriores un poco más cóncavas y un menor desarrollo de los pliegues internos. Las diferencias con *Cossmannea tahoto* (Shikama y Yui) del Kimmeridgiano de Japón, son aún más claras, puesto esta posee paredes de gran concavidad, un pliegue labial inclinado apicalmente y un pliegue columelar simétrico ubicado medialmente. *Cossmannea imlayi* Sohl, documentada en el Bajociano- Calloviano de Utah, posee cámaras más angostas y un notable menor desarrollo de los pliegues columelar y labial. Con *Cossmannea matronensis* (d'Orbigny) com. nov., las diferencias son que las cámaras de esta son más alargadas y angulosas, además el desarrollo de sus pliegue labial es menor.



**Figura 2.** Comparación de las cámaras y pliegues internos de distintas especies del género *Cossmannea*. L, pliegue labial; C, pliegue columelar.

### Referencias

- Barker, J.** 1990. The palaeobiology of nerineacean gastropods. *Historical Biology*, **3**, 249-264.
- Cataldo, S.** 2013. A new Early Cretaceous nerineoid gastropod from Argentina and its palaeobiogeographic and palaeoecological implications. *Cretaceous Research*, **40**, 51-60.
- Cox, L.** 1948. On the genotype of *Nerinea*; with a new subgeneric name *Eunerinea*. Department of Geology, British Museum. Proceedings of the Malacological Society of London, 248-250.
- Cox, L.** 1960. Thoughts on the classification of the Gastropoda. Proceedings of the Malacological Society of London, **33**, 239-261.
- Gründel, J.** 2001. Gastropoden aus dem Jura der Südamerikanischen Anden. *Paläontologie, Stratigraphie, Fazies* **9**, Freiburger Forschungshefte, 492, 43-84.
- Harrington, J.** 1961. Geology of parts of Antofagasta and Atacama provinces; Northern Chile. Bulletin of American Association of petroleum geologists, **45**, n. 2, 169-197.
- Hirsch, F.** 1980. Jurassic bivalves and gastropods from northern Sinai and southern Israel. Geological Survey of Israel, Jerusalem, Israel. Israel Journal of Earth-Sciences, **28**, 128-163.
- Jensen, A. & Quinzio, L.** 1981. Hallazgo de Batonian y descripción de facies sedimentarias marinas del Dogger en Quebrada San Pedro, Caracoles, II Región, Antofagasta (Chile).
- Kollmann, A.** 2014. The extinct Nerineoidea and Acteonelloidea (Heterobranchia, Gastropoda): a palaeobiological approach. *Geodiversitas*, **36**, 349-383.
- Orbigny, A. d'.** 1850-60. Paléontologie Française. Description zoologique et géologique de tous les animaux Mollusques et Rayonnés fossiles de France. Terrains Jurassiques II. Gastéropodes. Mason, Paris.
- Orbigny A. d'.** 1843. Paleontologie française. Terrains cretaces. Vol. 3: Gasteropodes. Arthus-Bertrand Ed., Paris, 456 pp.
- Pchelintsev, F. & Korobkov, A.** 1960. Fundamentals of Palaeontology, Mollusca-Gastropoda. Governmental technical-scientific printing company, Moskwa, 360pp.
- Shikama, T. & Yui, S.** 1973. On some Gastropoda in Japan (Preliminary report).
- Sohl, F.** 1965. Marine Jurassic gastropods, central and southern Utah. Geological Survey professional paper 503-D.
- Wieczorek J.** 1979. Upper Jurassic nerineacean gastropods from the Holy Cross Mts (Poland). *Acta Palaeontologica Polonica*, **24**, 299-350.
- Wieczorek, J & Llompert, C.** 1994. Nuevas aportaciones al conocimiento de los nerineidos del Cretácico de España. Cuadernos de Geología Ibérica, **18**, 175-202.

## EL COMPLEJO CERRO GUIDO-LAS CHINAS Y EL FIN DEL CRETÁCICO AUSTRAL

Marcelo Leppe<sup>1</sup>, Wolfgang Stinnesbeck<sup>2</sup>, Héctor Mansilla<sup>1</sup>, Claudia Mansilla<sup>1</sup>, Sebastián Kaempfe<sup>1</sup>, Leslie Manriquez<sup>3</sup>, Edwin Gonzalez<sup>4</sup>, María Jesús Ortuya<sup>3</sup>, Roy Fernández<sup>3</sup>, Sebastián Garrido<sup>3</sup>, Héctor Ortiz<sup>1</sup>, Eberhard Frey<sup>5</sup>, Toshiro Jujihara<sup>5</sup>, Thiers Wilberger<sup>1</sup>, Cristine Trevisan<sup>1,6</sup>, Tania L. Dutra<sup>6</sup>, Gerson Fauth<sup>6</sup>, Juan Pablo Pino<sup>7</sup>, Luis Felipe Hinojosa<sup>7</sup>, Harufumi Nishida<sup>8</sup>, Viviana Lobos<sup>9</sup>, Alexander Vargas<sup>10</sup>, Sergio Soto-Acuña<sup>10,11</sup>, Jhonatan Alarcón<sup>12</sup> y Juan Pablo Guevara<sup>12</sup>.

1: Laboratorio de Paleobiología, Instituto Antártico Chileno, Plaza Muñoz Gamero 1055, Punta Arenas, Chile.

2: Institut für Geowissenschaften, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg, Germany.

3: Departamento Ciencias de La Tierra, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

4: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Chile.

5: Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe (SMNK), Karlsruhe, Germany.

6: Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS, Brasil.

7: Facultad de Ciencias Universidad de Chile & Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Santiago, Chile.

8: Chuo University, Tokyo, Japan.

9: Programa Magíster en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Chile.

10: Red Paleontológica U-Chile, Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

11: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

12: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Depto. de Cs. Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\*: [mleppe@inach.cl](mailto:mleppe@inach.cl)

**Resumen.** El área norte de la Cuenca de Magallanes durante los últimos 4 millones de años del Cretácico Superior consistió en un activo borde costero, que alternó varios eventos de transgresión y regresión marina, representados estratigráficamente por las formaciones Dorotea y Tres Pasos. Esta activa dinámica de depositación, sumada a los eventos climáticos de escala global y a los procesos evolutivos de la biota austral, configuraron una serie de ambientes excepcionales, que quedaron plasmados en un registro fosilífero muy rico, clave para comprender la compleja relación de Patagonia austral con la Península Antártica.

**Palabras Claves:** Cretácico Superior, Cerro Guido, *Nothofagus*, Dinosauria.

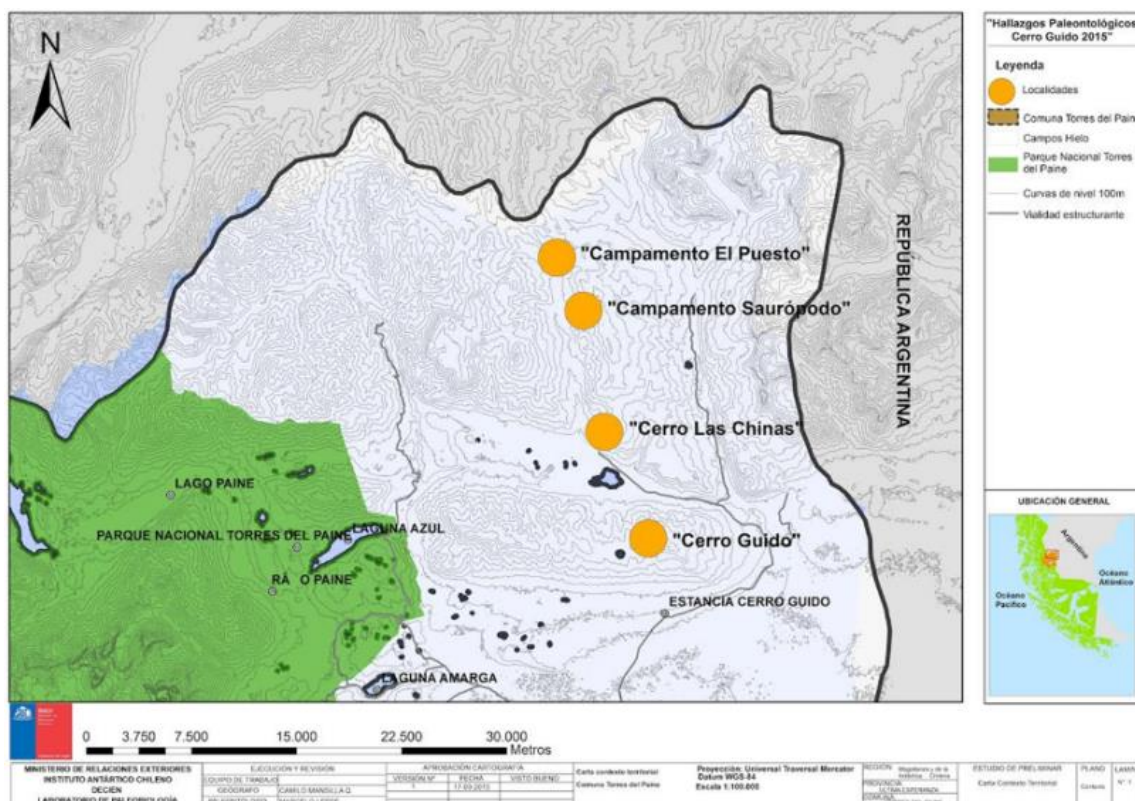
### 1 Introducción

La región austral de América del Sur (SSA) alberga un registro único de los diferentes procesos que tuvieron lugar antes y durante la apertura del Paso de Drake y el siguiente período de aislamiento del Continente Antártico (Dalziel et al., 2013). Sin embargo, muchos aspectos fundamentales sobre las fuerzas motrices que controlaron tanto la evolución biológica, paleoecológica y geológica de ambos continentes permanecen desconocidos. El tempo y modo de las conexiones terrestres entre América del Sur y Antártica durante el Cretácico Superior son vitales para nuestra comprensión del origen de la biota austral. Durante la mayor parte del intervalo Jurásico-Cretácico ambas masas de tierra estaban desconectadas por la "Cuenca de Rocas Verdes", pero el cierre de esta cuenca condujo al establecimiento de un puente terrestre durante el Turoniano (Stinnesbeck et al. 2014). A continuación, la "Cuenca de Magallanes", también conocida como Cuenca Austral, se estableció como una cuenca marina antepaís de retroarco (Fildani y Hessler, 2005). Abarca actualmente parte de las provincias de Última Esperanza, Magallanes y Tierra del Fuego en Chile, y Santa Cruz en Argentina, así como una parte de la Plataforma Continental en el Océano Atlántico. Una de las últimas fases de sedimentación marina profunda está representada en la Provincia de Última Esperanza por la Formación Tres Pasos, que constituye el talud que conecta la plataforma con el fondo de la cuenca a medida que esta se va rellenando hacia el Sur, para ser luego cubierta por depósitos deltaicos progradantes de la denominada Formación Dorotea. Ambas formaciones, Tres Pasos y Dorotea representan la primera una transición desde los depósitos marinos profundos de la Fm. Cerro Toro, a los depósitos marinos someros a marginales de la Fm. Dorotea, a la que subyace de forma transicional (Katz, 1963; Covault, et al., 2009).

### 2 Metodología, muestreo, resultados

La Formación Dorotea comprende una potente sucesión que se distribuye de norte a sur, desde el límite con Argentina en forma de un pliegue monoclin al Este y que alcanza de 900 a 1.250 m de espesor compuestos en su mayoría por areniscas marinas y continentales de color verde a gris, en menor grado rojizas, conglomerados, intercalaciones de limolitas, arcillolitas y niveles calcáreos altamente fosilíferos. De acuerdo a dataciones de circones detríticos (U-Pb), en areniscas de la Cordillera Chica y Sierra Dorotea, se establece una máxima edad deposicional en el Maastrichtiano (72-67,4 Ma) (Fosdick et al., 2014; Schwartz et al. 2016). Esta es la formación mesozoica con la mayor diversidad biológica y de ambientes de la región. El hallazgo de reptiles terrestres y marinos, invertebrados y a al menos 4 niveles plantíferos con improntas, maderas y palinomorfs, convierten al complejo Cerro Guido-Las Chinas, al norte de la provincia de Última Esperanza, en un modelo para los estudios finicretácicos, que incorporen la discusión vigente respecto de los cambios globales y locales a la evolución de diversos linajes del periodo.

Gracias a las campañas exploratorias coordinadas por el INACH en diciembre de 2010 y febrero de 2011, fue posible reconocer la continuidad estratigráfica hacia el norte de los niveles descritos y muestreados por Kurtz (1899), Menéndez (1966), Stough (1968), Hünicken (1971), Tanai (1981) y Yabe (2006). En dichas primeras campañas se pudo establecer la existencia de un Cretácico continental, además de reptiles marinos y posibles dinosaurios, entre abundante flora de excelente preservación. Desde el 2012 se han realizado campañas regulares con equipos transdisciplinarios que han permitido coleccionar un rico registro paleozoológico de vertebrados e invertebrados, y paleobotánico, así como levantar columnas estratigráficas de detalle de los sectores muestreados. Durante los últimos años, se ha llevado a cabo estudios palinológicos, de micro y nanofósiles, bioestratigráficos, paleoclimáticos mediante LMA y CLAMP, y sistemáticos de animales y plantas.



**Figura 2.1** Plano del área de estudio.

A la fecha, al menos 6 tipos de vertebrados mesozoicos: un *bonebed* de Hadrosauridae Lambeosaurinae, y varios restos asignados a Sauropoda Lithostrotia, además de Testudines de la Superfamilia Chelonioidea,

Plesiosauria y Mosasauria, todos en estudio. Por otro lado, restos de insectos asignados a Blattodea, briozoos y minadores de hojas se encuentran también en estudio. La fauna de cefalópodos incluye 5 morfoespecies de amonites y belemnóideos, en cambio los bivalvos y gastrópodos consideran 16 taxa identificados, varios con biocrones restringidos. La investigación paleobotánica que incluye más de 40 taxa de hojas y 35 de palinomorfos, entre las que destaca *Nothofagus*, en el registro más antiguo de América para el grupo. Microfósiles de Ostracoda y Phoraminifera han sido recobrados, en conjunto con nanofósiles. La presencia de *Nothofagus* confinada solo al nivel plantífero superior del valle de Las Chinas, bajo un conglomerado de origen continental y el bonebed de hadrosaurios, todas estas flanqueadas por niveles marinos, implica un evento de migración desde Antártica.

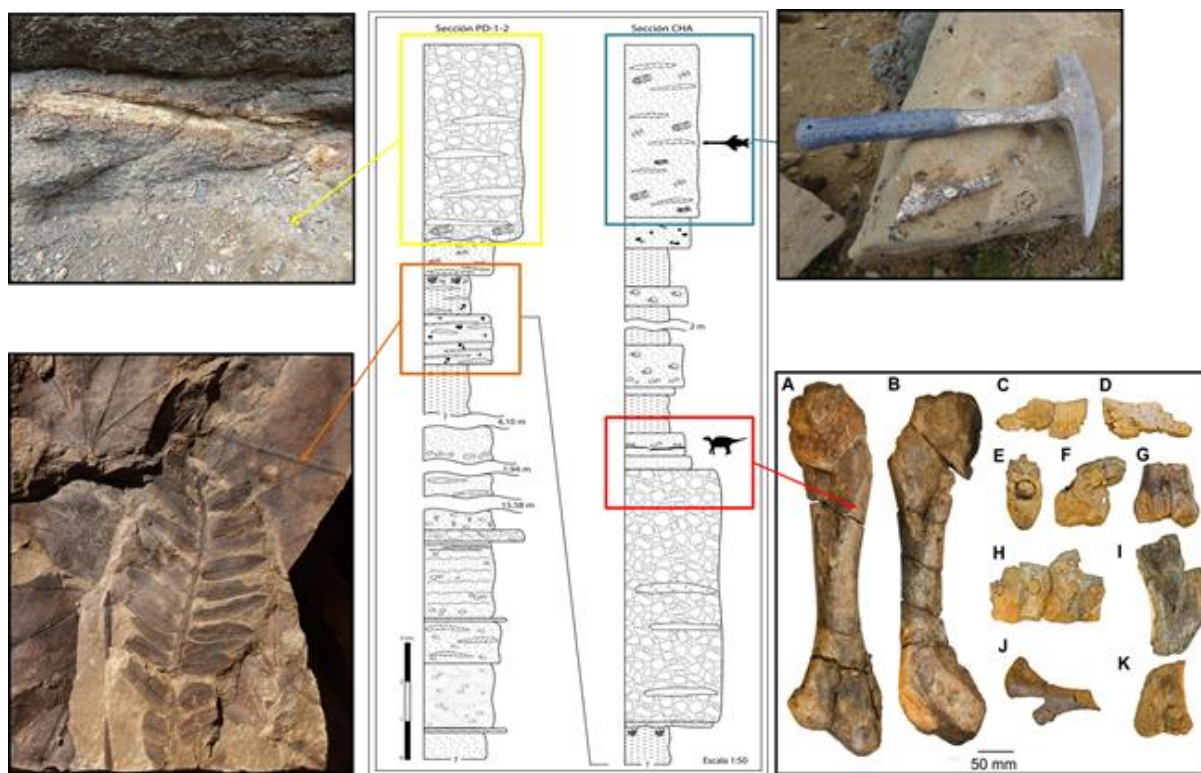


Figura 2.2 Parte de las evidencias fósiles en la sección superior del Valle del Río de Las Chinas, sector El Puesto.

### 3 Discusión y comentarios sobre el resumen extendido

La presencia de *Nothofagus*, género registrado desde el Campaniano en Antártica y que domina hoy los bosques de subantárticos de Chile y Argentina, representa el más antiguo registro de improntas foliares de América del Sur. La edad de los niveles se estima en cerca de 69 Ma, en condiciones que el género presenta un registro de hojas de 83 Ma en las islas Shetland del Sur, Antártica. La diferencia en alrededor de 14 Ma podría implicar la existencia de barreras que impidieron la dispersión de *Nothofagus*, de reconocidas semillas anemocóricas e intolerantes a la sal de mar. Por otro lado, la distribución de los hadrosaurios está entregando otra clave, pues al no hallarse en continentes constituyentes de Gondwana, con la excepción de Sudamérica y Antártica, fortalecen la idea de un puente finicretácico. Varios autores han señalado que hacia el final del Cretácico hubo grandes fluctuaciones del nivel de los océanos, que hoy haya su explicación en la glacioeustacia (Kemp et al., 2015), y que demostrarían la existencia de un pulso de frío de unos 600 mil años, entre los 68 y 69 Ma (Petersen et al., 2016) fenómeno que explicaría la formación de hielo en los polos y el descenso del nivel del mar, dejando emergido el arco de islas entre ambas masas de tierra.

Otro aspecto relevante sobre la composición florística está representado por la presencia de numerosos taxa que hoy viven en Queensland y Nueva Caledonia, pero con importantes hiatos cronoestratigráficos.

### Agradecimientos

Se agradece el financiamiento del Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?", el apoyo logístico de INACH y a la Estancia Cerro Guido que posibilita continuar la investigación.

### Referencias

- Covault, J., Romans, B. & Graham, S.** 2009. Outcrop expression of a continental margin-scale shelf-edge delta from the Cretaceous Magallanes Basin, Chile. *J. Sed. Res.*, 79, 523–539.
- Fosdick, J., Romans, B., Fildani, A., Bernhardt, A., Calderón M. & Graham, S.** 2011. Kinematic evolution of the Patagonian retroarc fold-and-thrust belt and Magallanes foreland basin, Chile and Argentina, 51°30'S, *Geol. Soc. Am. Bull.*, DOI: 10.1130/B30242.1.
- Fildani, A. & Hessler, A.** 2005. Stratigraphic record across a retroarc basin inversión: Rocas Verdes – Magallanes Basin, Patagonian Andes, Chile.
- Hünicken M.** 1971, *Paleophytología Kurtziana III-4*. Atlas de la flora fósil de Cerro Guido (Cretácico Superior), Última Esperanza, Chile (especímenes examinados por F. Kurtz). *Ameghiniana*, 8: 231-250.
- Katz, H.** 1963. Revision of cretaceous stratigraphy in patagonian cordillera of última esperanza, magallanes province, chile. *AAPG boletín*, 47: 506-524.
- Kemp, D. B., Robinson, S.A., Crame, J.A., Francis, J.E., Ineson, J. Whittle, R.J., Bowman, V. and O'Brien, Ch.** 2014. A cool temperature climate on the Antarctic Peninsula through the latest Cretaceous to early Paleogene. *Geology* 42, 583–586.
- Kurtz, F.** 1899. Contribuciones a la Paleophytologia Argentina II. Sobre la existencia de una Dakota-flora en la Patagonia Austro-occidental (Cerro Guido, Gobernación de Santa Cruz) *Revista Mus. La Plata, Secc. Paleontol.* 10: 43-60.
- Petersen, S.V., Dutton, A. & Lohmann, K. C.** 2016. End-Cretaceous extinction in Antarctica linked to both Deccan volcanism and meteorite impact via climate change. *Nat. Commun.* 7:12079 doi: 10.1038/ncomms12079.
- Schwartz, Th.M., Fosdick, J. & Graham, S.A.** 2016. Stratigraphic architecture of a tide-influenced shelf-edge delta, Upper Cretaceous Dorotea Formation, Magallanes-Austral Basin, Patagonia. *Basin Research* 1–22, doi: 10.1111/bre.12198
- Stinnesbeck, W., Frey, E., Rivas, L, Pardo Pérez, J., Leppe Cartes, M., Salazar, C. & Zambrano, P.** 2014. An early Cretaceous ichthyosaur graveyard in deep marine flysch deposits at Torres del Paine National Park, Southern Chile. *Geological Society of America Bulletin*. 126: 1317-1339.
- Stough, J.** 1968. Palynomorphs from South America. Part 1. New Late Cretaceous palynomorphs from southern South America. *The University of Kansas Paleontological Contribution Papers*, 32:1-8.

# PALEOPALINOLOGÍA ASOCIADA A UN BONEBED DE HADROSAURIOS EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DEL VALLE DEL RÍO DE LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, CHILE.

Héctor Mansilla Vera<sup>1\*</sup>, Claudia A. Mansilla<sup>1</sup>, Toshiro Jujihara<sup>2</sup>, Thiers Wilberger<sup>1</sup>, Leslie Manríquez<sup>3</sup>, y Marcelo Leppe<sup>1</sup>.

1: Laboratorio Paleobiología, Instituto Antártico Chileno, Chile.

2: Karlsruhe Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Geo and Environmental Science, Karlsruhe, Alemania.

3: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

\* [hmansilla@inach.cl](mailto:hmansilla@inach.cl)

**Resumen.** Los niveles superiores de la Formación Dorotea presentan depósitos masivos de vertebrados de origen terrestre, en un ambiente que representaría la somerización de la cuenca asociada a sedimentos deltaicos, en el borde de la Cuenca de Magallanes. La localidad denominada “El Puesto” en el Valle del Río de las Chinas, representa los niveles más jóvenes de la secuencia, que preserva los restos de dinosaurios más australes de Sudamérica. Desde estos niveles se extrajeron muestras de sedimentos para la obtención de palinomorfos para la paleoreconstrucción de la flora. Este trabajo corresponde al primer reporte paleopalínológico realizado en el área y es parte de un proyecto de reconstrucción paleoclimática más amplio.

**Palabras Claves:** Palinología, Maastrichtiano, Cuenca de Magallanes, Formación Dorotea.

## 1 Introducción

Las campañas paleontológicas realizadas a los afloramientos más al norte de la Formación Dorotea, Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y Antártica chilena, han generado un gran volumen de información paleontológica pues concentra parte importante de los últimos pisos del Campaniano y Maastrichtiano, en una singular alternancia de niveles marinos y continentales; la presencia de fósiles guía como *Hopitoplacenticeras plasticum*, *Lahilia luisa*, *Holcodiscus hauthali*, *Maorites seymourianus*, *M. densicostatus*, *Gunnarites flexuosus*, *Pachydiscus gollevillensis* y *Diplomoceras* sp., permiten inferir esta edad (Cecioni, 1957; Katz, 1963). Rocas de depósitos coetáneos afloran en la Formación La Irene (Povilauskas et al., 2008), Monte Chico (Povilauskas, 2013) y Cerro Cazador (Povilauskas, 2016). Sin embargo, estas últimas corresponden principalmente a depósitos marinos, a diferencia de los niveles superiores de la Formación Dorotea que presentan intercalaciones con niveles continentales (Schwartz y Graham, 2015).

La Formación Dorotea se compone de areniscas con lentes de conglomerado intercaladas con niveles de arcillolitas y alguna capas calcáreas con abundantes fósiles (Katz, 1963), los niveles superiores presentan fragmentos de vertebrados de origen terrestre, esta característica representaría la somerización de la cuenca y una acentuación continental asociada a sedimentos deltaicos (Schwartz y Graham, 2015). La localidad denominada “El Puesto” preserva un *bonebed* de huesos de dinosaurio, que serían los más australes de Sudamérica. Estudios preliminares indican una variedad de huesos de hadrosaurios parcialmente articulados (Jujihara et al., 2014). Desde este nivel se extrajeron muestras de sedimentos para la obtención de granos de polen y esporas, para la reconstrucción de la palinoflora asociada a este sitio.

## 2 Metodología y muestreo

Los niveles corresponden a areniscas de grano medio a fino masivas, es el nivel desde donde se han excavado los hadrosaurios (Manríquez et al., 2014) y se tomaron las muestras para los procesamiento paleopalínológicos de este estudio. Los sedimentos fueron trabajados en el laboratorio de Paleobiología del INACH de acuerdo a métodos tradicionales que implican la maceración de rocas con ácido clorhídrico y fluorhídrico (Vidal, 1988). Con respecto a la preparación del material, es necesario señalar que la concentración del material en la base de los tubos por medio de centrifugación, acelera los tiempos de

decantación de la materia orgánica, y la aceleración del rotor a 1500 rpm no induce un daño en las paredes de los palinomorfos. Por otro lado, se subió el pH de la muestra a 7 para su almacenamiento, puesto que los ácidos pueden seguir reaccionando y alterando las paredes de los palinomorfos. Estas muestras fértiles representan el único registro paleobotánico del nivel con huesos de hadrosaurio hasta el momento, debido a la ausencia de macroflora en el lugar.

Para la observación microscópica se utilizó un equipo Carl Zeiss Axioscope 40 con cámara incorporada Cannon A740, todo el material fue fotografiado con un aumento de 100X y medido con escala micrométrica en el software Axiovision, la posición de cada palinomorfo se archivó mediante coordenadas X, Y. Se elaboró una planilla descriptiva con el objetivo de estandarizar las descripciones basada en los trabajos de Ybert et al., (2012); Hesse et al., (2009) y Heusser (1971). Las descripciones mediante planillas está condicionada a la preservación y posición del grano en la muestra, las muestras para este trabajo se fijaron con medio de montaje de glicerina, por lo que el uso de las planillas es una opción más útil para muestras donde los granos pueden ser manipulados de forma libre, y todas las características descritas en las planillas pueden ser observadas.

### 3 Resultados

La ausencia completa de elementos marinos, además de la buena preservación de la palinoflora, nos indica una depositación autóctona y con poco transporte en cuerpos lacustres de baja energía. Los resultados preliminares indican mayor presencia de elementos vegetales asociados a coníferas, dentro de las cuales los representantes de la familia Podocarpaceae son las más abundantes e incluyen a *Phyllocladidites mawsonii*, *Podocarpidites ellipticus*, *Microcachrydites antarcticus* y *Dacrycarpites australiensis*. Estos palinomorfos presentan afinidades botánicas con los géneros actuales *Lagarostrobos*, *Podocarpus*, *Microstrobos* y *Dacrycarpus* respectivamente. Se halló, del mismo modo, polen atribuible a Araucariaceae, como *Cyclusphaera* sp., y *Araucariacites australis*, este último afín al género *Araucaria*. Algunas angiospermas recuperadas corresponden a *Clavatipollenites* sp., *Ericipites* sp., *Proteacidites* sp., *Arecipites* sp., con afinidad a las familias Chloranthaceae, Ericaceae, Proteaceae y Arecaceae respectivamente. Además, se registró palinomorfos tricolpados indeterminados por ahora. En el caso de las esporas, se puede mencionar la presencia de esporas afines a Cyatheaceae, Blechnaceae y Schizaceae. Se registró, también, *Quadruplanus brossus*, grano de polen extinto, cuyo biocrón se restringe al Maastrichtiano, por lo que coincide con las edades recientemente propuestas para este nivel (Schwartz et al. 2016), que lo situarían en el gran enfriamiento cerca del límite Maastrichtiano Inferior-Superior, hace unos 69 ma. La tabla 1, muestra algunos de los granos descritos con sus correspondientes afinidades botánicas actuales, tipo ecológico y presencia en diferentes biomas actuales.

### 4 Discusión

La reconstrucción del ensamble vegetacional para este sitio es preliminar, sin embargo, se puede realizar ciertas inferencias. La variación de diferentes tipos ecológicos son informativos acerca de características climáticas (Wang et al. 2005). En el caso de la palinoflora reportada aquí, los requerimientos climáticos de algunos taxa indican un paleoclima templado-cálido y húmedo, esta condición habría permitido la presencia de un bosque mixto siempre verde con elementos templados y subtropicales, donde las angiospermas y coníferas habrían dominado el estrato arbóreo. Horrel (1991), establece una relación de diferentes taxa presentes en el Maastrichtiano con biomas actuales, en el caso de la localidad “El Puesto” la palinoflora concuerda con un hábitat templado-cálido o bioma 5 (Horrel, 1991).

Llama la atención la ausencia de granos de *Nothofagidites* afín al género actual *Nothofagus*, localidades contiguas y coetáneas mencionan la presencia de este taxa en baja abundancia pero siempre presente (Povilauskas, 2013), este elemento define la provincia paleopalínológica de *Nothofagidites/Proteacidites* en el sur de Sudamérica, (Herngreen et al.1996), la asociación de los elementos presentes en “El Puesto”, respondería más bien a una zona de transición entre la provincia Palmae y de *Nothofagidites/Proteacidites*.

| Familia        | Taxa fósil                              | Taxa actual                      | Tipo Ecológico (Wang <i>et al.</i> , 2005; Bowman <i>et al.</i> , 2014) | Bioma (Horrel, 1991) |
|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Podocarpaceae  | <i>Phyllocladites mawsonii</i>          | <i>Lagarostrobis franklinii</i>  | Higrofitico                                                             | 1,5                  |
|                | <i>Podocarpidites ellipticus</i>        | <i>Podocarpus</i>                | Mesofítico                                                              | 1,2,5,6              |
|                | <i>Microcachrydites antarcticus</i>     | <i>Microcachrys</i>              | Mesofítico                                                              | 5                    |
|                | <i>Trichotomosulcites subgranulatus</i> | <i>Phyllocladus/Microcachrys</i> | Mesofítico                                                              |                      |
| Araucariaceae  | <i>Araucariacites australis</i>         | <i>Araucaria araucana</i>        | Thermo-Xerofítico                                                       | 1,2,4,5              |
| Chloranthaceae | <i>Clavamonocolpites sp.</i>            | <i>Ascarina?</i>                 | Mesofítico                                                              | 1,5                  |
| Ericaceae      | <i>Ericipites scabratus</i>             | Ericaceae                        | Thermo-Xerofítico                                                       | 5                    |
| Proteaceae     | <i>Proteacidites sp.</i>                | Proteaceae                       | Thermo-Xerofítico                                                       | 1,5                  |
| Arecaceae      | <i>Arecipites sp.</i>                   | Palmae                           |                                                                         | 1,2,4                |
| Cyatheaceae    | <i>Cyathidites minor</i>                | Cyatheaceae                      | Higro-Mesofítico                                                        | 1,5                  |
| Blechnaceae    | <i>Laevigatosporites ovatus</i>         | Blechnaceae/Schizaceae           | Higrofitico                                                             | 1,2,5                |

Tabla 1. Palinomorfos presentes en la localidad “El Puesto”.



Lamina 1. Palinomorfos: *Dacrycarpites*; *Trichotomosulcites*; *Podocarpidites*; *Ericipites*, *Quadraplanus*.

### Agradecimientos

Proyecto Fondecyt N° 1151389 “Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?”

### Referencias

**Bowman, V. C., Francis, J. E., Askin, R. A., Riding, J. B., & Swindles, G. T.** 2014. Latest Cretaceous–earliest Paleogene vegetation and climate change at the high southern latitudes: palynological evidence from Seymour Island, Antarctic Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 408, 26-47.

**Herngreen, G. F. W., Kedves, M., Rovnina, L. V., & Smirnova, S. B.** 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review. *Palynology: principles and applications*, 3, 1157-1188.

**Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., & Zetter, R.** 2009. Pollen terminology: an illustrated handbook. Springer Science & Business Media.

**Heusser, C. J.** 1971. Pollen and spores of Chile: modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae. Tucson: Arizona UP xiv, 167p.. Map.

**Horrell, M. A.** 1991. Phytogeography and paleoclimatic interpretation of the Maestrichtian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 86(1), 87-138.

**Jujiyara, T., Soto-Acuña, S., Vargas, A., Stinnesbeck, W., Vogt, M., Rubilar-Rogers, D., & Leppe, M.** 2014. “The Southernmost Dinosaurs of South America”. The 23<sup>rd</sup> Latin American Colloquium on Earth Sciences. At Heidelberg. *GAEA heidelbergensis* 19, pp 88.

**Manríquez, L.** 2015. Estratigrafía y Ambiente de Sedimentación de los Depósitos Marinos-Continetales del Maestrichtian Eoceno del Sector Río Las Chinas, Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Chile. Memoria para optar al Título de Geóloga, Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra, 204 pp.

**Katz, H.** 1963. Revision of Cretaceous stratigraphy in Patagonian cordillera of Ultima Esperanza, Magallanes Province, Chile. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 47, 506-524.

- Povilauskas L., Barreda V., & Marensi, S.** 2008. Polen y esporas de la Formación La Irene (Maastrichtiano), sudoeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina: primeros resultados. *Geobios*, 41, 819–831
- Povilauskas, L.** 2013. Palinología de angiospermas de la Formación Monte Chico (cretácico superior) de la provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista Brasileira Paleontología*, 16(1):115-126.
- Povilauskas, L.** 2016. Estudio palinológico de la formación cerro cazador (cretácico tardío) de la provincia de santa cruz, argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 19(1), 71-84.
- Cecioni, G.** 1957. Cretaceous flysch and molasse in Depto. Última Esperanza, Magallanes Province, Chile – American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol. 41, 538–564.
- Schwartz, T. M., & Graham, S. A.** 2015. Stratigraphic architecture of a tide-influenced shelf-edge delta, Upper Cretaceous Dorotea Formation, Magallanes-Austral Basin, Patagonia. *Sedimentology*, 62(4), 1039-1077.
- Schwartz, Th.M., Fosdick, J., & Graham, S.A.** 2016. Stratigraphic architecture of a tide-influenced shelf-edge delta, Upper Cretaceous Dorotea Formation, Magallanes-Austral Basin, Patagonia. *Basin Research* 1–22, doi: 10.1111/bre.12198
- Vidal, G.** 1988. A palynological preparation method. *Palynology*, 12(1), 215-220.
- Wang, Y., Mosbrugger, V., & Zhang, H.** 2005. Early to Middle Jurassic vegetation and climatic events in the Qaidam Basin, Northwest China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 224(1), 200-216.

# PALEOCLIMA DEL CRETÁCICO SUPERIOR (CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO) DEL COMPLEJO CERRO-GUIDO-LAS CHINAS, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, CHILE: NUEVAS ESTIMACIONES A PARTIR DE IMPRONTAS FOLIARES

Juan Pablo Pino<sup>1</sup>, Marcelo Leppe<sup>3</sup>, Viviana Lobos<sup>2</sup>, Thiers Wilberger<sup>3</sup>, Cristine Trevisan<sup>4</sup>, María Jesús Ortuya<sup>5</sup>, Leslie Manríquez<sup>5</sup>, Sebastian Garrido<sup>5</sup>, Roy Fernández<sup>5</sup>, Luis Felipe Hinojosa<sup>1</sup>, Tania Dutra<sup>4</sup>, Harufumi Nishida<sup>6</sup>

1: Laboratorio de Paleoeología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Chile.

2: Programa de Magister en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Chile.

3: Paleobiology Lab of Patagonia and Antarctica, Chilean Antarctic Institute, Punta Arenas, Chile.

4: Postgraduate Program in Geology, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brazil.

5: Departamento Ciencias de La Tierra, Universidad de Concepción, Chile.

6: Department of Biological Sciences, Fac. of Science and Engineering, Chuo University, Tokyo, Japan.

\* [juanpablo.pinomorales@gmail.com](mailto:juanpablo.pinomorales@gmail.com)

**Resumen:** Estudios paleobotánicos en el complejo Cerro Guido-Las Chinas, Patagonia austral de Chile, han mostrado un cambio en la composición florística durante el intervalo Campaniano-Maastrichtiano. El escenario muestra bosques dominados por el género *Brachychiton* en los estratos más antiguos, indicador de condiciones cálidas, que serán remplazados más tardíamente por bosques dominados por *Nothofagus*, afín a condiciones más frías. Un cambio hacia condiciones más frías se correlaciona con un descenso en las temperaturas a nivel global inferidos a partir de diversos datos proxy. Este descenso en las temperaturas ha sido propuesto como una de las evidencias que apoyan la existencia de un puente entre Patagonia y Antártica durante este periodo, lo que permitiría el intercambio biótico entre ambos continentes. Estimaciones paleoclimáticas para el Cretácico en Sudamérica son escasas; sin embargo, recientes campañas de muestreo en el complejo Cerro Guido-Las Chinas han aumentado considerablemente el material paleobotánico disponible, el cual representaría uno de los primeros estudios para este intervalo de tiempo. Se estudiaron aproximadamente 600 fósiles provenientes del complejo Cerro Guido – Las Chinas, los cuales utilizamos para estimar temperatura media anual (MAT) y precipitación media anual (MAP/GSP) utilizando métodos uni- multivariados. Estas estimaciones paleoclimáticas en conjunto con la sistemática de nuevas morfoespecies descritas se discute en el contexto de los modelos de evolución de la flora Austral/Antártica y cambios climáticos existentes para el periodo.

**Palabras Claves:** Cretácico, Patagonia, Paleoclima, Paleotemperatura, Paleoprecipitación

## 1 Introducción

El Cretácico Superior fue uno de los periodos más cálidos del Mesozoico en el cual se ha documentado un peak de temperaturas globales durante el Cenomaniano Superior – Turoniano Inferior (90-95 Ma) (Wilson et al. 2002; Linnert et al. 2014). Seguido a este intervalo, durante la transición Turoniano - Maastrichtiano (90-66 Ma), se ha documentado un marcado descenso en las temperaturas, lo anterior producido en gran medida por un declive en los niveles de CO<sub>2</sub> (Miller et al. 2005; Linnert et al. 2014). Estos eventos de enfriamiento habrían provocado la disminución en los niveles globales del mar debido a una breve acumulación de hielo en Antártida (Bowman et al. 2013). Diversos estudios han propuesto la existencia de una conexión terrestre entre Sudamérica y Antártica durante la transición Campaniano - Maastrichtiano, lo cual podría estar asociado a los descensos oceánicos globales, lo que habría producido la emergencia de amplias zonas entre ambos continentes. Este modelo es apoyado por reconstrucciones paleogeográficas para el periodo (Lawver et al. 2014) como también por diversas similitudes en la composición de la biota de Antártida y Sudamérica (Reguero et al. 2013). El complejo Cerro Guido – Las Chinas en la Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y la Antártica Chilena, Patagonia de Chile, presenta un eje temporal que abarca el intervalo de enfriamiento Campaniano -Maastrichtiano en el cual estudios paleobotánicos han evidenciado un cambio en la composición de las floras, las cuales muestran un dominio de generos como *Brachychiton*, indicador de condiciones más cálidas y xéricas, en los estratos más antiguos, los cuales son reemplazados en los estratos más jóvenes por generos como *Nothofagus*, afín a condiciones más frías. A pesar de las inferencias paleoambientales que se pueden realizar a partir de la composición paleoflorística de estas floras, es necesario llevar a cabo análisis más detallados que permitan obtener estimaciones cuantitativas de las condiciones

climáticas de este intervalo de tiempo. Estimaciones paleoclimáticas para Sudamérica y Antártica para el Cretácico Superior son muy escasas; sin embargo recientes campañas de muestreo en el complejo Cerro Guido – Las Chinas han permitido aumentar considerablemente el número de hojas fósiles disponibles para este tipo de estudio. En este estudio utilizaremos análisis paleoclimáticos basados en fisionomía foliar de hojas fósiles, los cuales actualmente son ampliamente utilizados para estimar climas pasados. Estos estimadores uni- y multivariados son aplicados a dos floras del complejo Cerro Guido – Las Chinas, que abarcan el intervalo Campaniano – Maastrichtiano, para estimar principalmente temperaturas y precipitaciones. Se discute la sincronía de estas estimaciones de temperatura con el intervalo de intenso enfriamiento postulado para el periodo.

## 2 Metodología

El material fósil analizado corresponde a sucesivas colectas realizadas años 2011 - 2016. Las hojas fósiles y fragmentos de hojas fueron extraídos de la columna utilizando martillos geológicos. Se consideró principalmente el grado de fragmentación y el estado de preservación del material para su colecta. En el laboratorio, cada muestra se limpió con un cincel de aire a presión para remover los sedimentos de la superficie de las hojas. A cada impronta se le tomó una fotografía utilizando una cámara Sony modelo Alpha 850. Se utilizó una reglilla métrica para calibrar cada imagen y realizar las mediciones posteriores las cuales después serán procesadas con el programa Adobe Photoshop Elements 7.0. El área foliar fue medida con el programa AxioVision Microscopy Software 4.8 utilizando las fotografías de cada hoja.

### 2.1 Descripciones sistemáticas

La descripción morfológica de las morfoespecies se realizó utilizando la metodología de clasificación de la arquitectura foliar del Manual de Arquitectura Foliar (Leaf Architecture Working Group; Ash et al. 1999), el cual incluye nomenclatura propuesta por Hickey (1977). Dentro de cada morfoespecie se eligió la hoja fósil mejor preservada (Holomorfofoto). Al final de cada descripción se resaltan y discuten los detalles diagnósticos que ayudan en la caracterización de cada morfoespecie, los cuales se compilan en una planilla que reúne las características de cada uno. Estas planillas se organizaron utilizando el programa Filemaker Pro v8.5.

### 2.2 Análisis de la composición taxonómica

La afinidad taxonómica de cada morfoespecie se estableció principalmente a partir de comparaciones con colecciones de floras fósiles descritas previamente para el Cretácico en Patagonia. Se ha considerado para la comparación de nuestro material fósil los trabajos de Berry (1937), Hunicken (1971) y Yabe (et al. 2006).

### 2.3 Análisis paleoclimáticos

#### 2.3.1 Métodos univariados: Análisis del Margen foliar y análisis del área foliar

La temperatura media anual (TMA) fue estimada a través del Análisis de Margen Foliar, el cual utiliza regresiones lineales entre el porcentaje de especies con borde entero en sitios modernos y las temperaturas medias anuales de esos sitios (Bailey y Sinnott 1915, 1916; Wolfe y Hopkins, 1967; Wolfe, 1971).

En este estudio se utilizaron dos sets de datos para el análisis de margen foliar: (1) Dataset de Sudamérica (Hinojosa et al. 2011), que incluye 44 sitios de Sudamérica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Venezuela y Chile), entre los 2° - 44°S. (2) Dataset global, el cual incluye 92 sitios con una distribución geográfica y climática más amplia, los cuales proceden principalmente de Norteamérica, Sudamérica, Asia y Oceanía (Peppe et al. 2011).

El análisis del área foliar (LAA) estima la precipitación media anual a través de la relación lineal de esta con el Ln del área foliar promedio de un set de datos global (Wilf et al. 1998), el cual se basa en la gran influencia de la humedad del ambiente en el tamaño de las hojas (Raunkiaer, 1934).

En este estudio se utilizó la regresión lineal entre 161 sitios actuales provenientes de la base de datos CLAMP3b SA y sus respectivas precipitaciones medias anuales. La ecuación utilizada en este estudio es la publicada por Hinojosa (2005).

#### 2.3.2 Método multivariado: Climate Leaf Analysis Multivariate Program (CLAMP)

CLAMP (Climate Leaf Analysis Multivariate Program) (Wolfe, 1990; 1993; 1995) es un método de para estimación de variables paleoclimáticas a través de la fisionomía foliar de hojas de dicotiledoneas. Este

análisis se basa en la relación cuantitativa entre estos caracteres fisionómico-foliares de dicotiledóneas leñosas y distintas variables climáticas en un conjunto de localidades distribuidos a nivel global. Utiliza 31 caracteres foliares (i.e. disección de la lámina, tipo de margen, tamaño foliar, forma de la base, forma de ápice y forma foliar) para estimar 11 variables climáticas, de temperatura y precipitación. Ambas matrices de datos (ambientales y morfológicos) se relacionan entre sí a través de un análisis de correspondencia canónica (CCA, Ter Braak, 1986).

Se utilizó la base de datos CLAMP3b SA (Hinojosa, 2005) que corresponde a 144 sitios actuales predominantemente de las regiones templadas del hemisferio norte (base de datos Physg/Met3brCAZ) más 17 sitios correspondientes a Bolivia (12) y Chile (5).

Las variables climáticas tomadas en cuenta en este análisis fueron 9 en total: temperatura media anual (MAT), temperatura media del mes más seco (WMMT), temperatura media del mes más húmedo (CMMT), duración de la estación de crecimiento (LGS), precipitación en la estación de crecimiento (GSP), precipitación en la estación de crecimiento media mensual (MMGSP), precipitación durante la estación lluviosa (MPW) y precipitación durante la estación seca (MPD).

### Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo del Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?".

### Referencias

- Bailey, I.W. & Sinnott, E.W.** 1915. A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science*, **41**: 831–834.
- Bailey, I.W. & Sinnott, E.W.** 1916. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *American Journal of Botany*, **3**: 24–39.
- Berry, E. W.** 1937. Upper Cretaceous plants from Patagonia. *Science*, **86**: 221–227.
- Bowman, V. C.; Francis, J. E. & Riding, J. B.** 2013. Late Cretaceous winter sea ice in Antarctica?. *Geology*, **41**(12), 1227–1230.
- Hickey, L. J. & Doyle, J. A.** 1977. Early Cretaceous fossil evidence for angiosperm evolution. *The Botanical Review*, **43**: 3–104.
- Hinojosa, L. F.** 2005. Climatic and vegetational changes inferred from Cenozoic Southern South America paleoflora. *Revista Geológica De Chile*. **32**: 95–115.
- Hinojosa, L. F.; Pérez, F.; Gaxiola, A. & Sandoval, I.** 2011. Historical and phylogenetic constraints on the incidence of entire leaf margins: insights from a new South American model. *Global Ecology and Biogeography*, **20**: 380–390.
- Hünicken, M.** 1971. Atlas de la flora fósil de Cerro Guido (Cretácico Superior), última esperanza, Chile (especímenes examinados por F. Kurtz). *Ameghiniana*, **8**, 231–250.
- Ellis, B.; Ash, A.; Hickey, L. J.; Johnson, K.; Wilf, P. & Wing, S.** 1999. Manual of leaf architecture. Smithsonian Institution: Washington.
- Linnert, C.; Robinson, S. A.; Lees, J. A.; Bown, P. R.; Pérez-Rodríguez, I.; Petrizzo, M. R. & Russell, E. E.** 2014. Evidence for global cooling in the Late Cretaceous. *Nature Communications*, **5**.
- Miller, K.G.; Wright, J.D., & Browning, J.V.** 2005. Visions of ice sheets in a greenhouse world: *Marine Geology*, **217**, p. 215–231.
- Peppe, D.J.; Royer, D.L.; Cariglino, B.; Oliver, S.Y.; Newman, S.; Leight, E.; Enikolopov, G.; Fernandez-Burgos, M.; Herrera, F.; Adams, J.M.; Correa, E.; Currano, E.D.; Erickson, J.M.; Hinojosa, L.F.; Hoganson, J.W.; Iglesias, A.; Jaramillo, C.A.; Johnson, K.R.; Jordan, G.J.; Kraft, N.J.B.; Lovelock, E.C.; Lusk, C.H.; Niinemets, U.; Penuelas, J.; Rapson, G.; Wing, S.L. & Wright, I.J.** 2011. Sensitivity of leaf size and shape to climate: global patterns and paleoclimatic applications. *New Phytologist*, **190**: 724–739.

- Raunkiaer, C.** 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford
- Reguero, M.; Goin, F.J.; Acosta Hospitaleche, C.; Dutra, T. & Marensi, S. (2013)** Late Cretaceous/Paleogene West Antarctica Terrestrial Biota and its Intercontinental Affinities. Springer: 120p.
- Ter Braak, C. J. F.** 1986. Canonical correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67: 1167-1179.
- Wilf, P.; Wing, S. L.; Greenwood, D. R. & Greenwood, C. L.** 1998. Using fossil leaves as paleoprecipitation indicators: an Eocene example. *Geology*, 26: 203–206.
- Wilson, P.A.; Norris, R.D. & Cooper, M.J.** 2002. Testing the Cretaceous greenhouse hypothesis using glassy foraminiferal calcite from the core of the Turonian tropics on Demerara Rise: *Geology*, v. 30, p. 607–610
- Wolfe, J.A.** 1971. Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of Tertiary floras. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 9: 27–57.
- Wolfe, J.A.** 1990. Palaeobotanical evidence for a marked temperature increase following the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature*, 343: 153-156.
- Wolfe, J.A.** 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *U.S. Geol. Surv. Bull.*, 2040, 73 p.
- Wolfe, J.A.** 1995. Paleoclimatic estimates from Tertiary leaf assemblages. *Ann. Rev. Earth Planet Sci.*, 23:119-142.
- Wolfe, J. A. & Hopkins D. M.** 1967. Climatic changes recorded by Tertiary land floras in north-western North America, p. 67–76.
- Yabe, A.; Uemura, K.; Nishida, H., & Yamada, T.** 2006. Geological notes on plant megafossil localities at Cerro Guido, Ultima Esperanza, Magallanes (XII) region, Chile. *Post-Cretaceous Floristic Changes in southern Patagonia, Chile*, ed. H. Nishida, 5-10.

# LA SUCESIÓN BASAL CON FLORA TRIÁSICA DE LA FORMACIÓN QUEBRADA DEL SALITRE, CORDILLERA DE DOMEYKO, REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

Robinson Reyes<sup>1\*</sup>, Philippe Moisan<sup>2</sup>, Mauricio Espinoza<sup>1</sup>, Verónica Oliveros<sup>1</sup>.

1: Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción, casilla 160-C, Concepción, Chile.

2: Tondernstrasse 13, 48149, Münster, Alemania.

\* [robreyes@udec.cl](mailto:robreyes@udec.cl)

**Resumen.** Se da a conocer la estratigrafía y la composición paleoflorística de la sucesión basal de la Formación Quebrada del Salitre, ubicada en el área de la Quebrada Vaquillas Altas (26°17' S – 69°16' W) en la Cordillera de Domeyko, Región de Antofagasta. El estudio preliminar de la paleoflora muestra una asociación característica del Triásico gondwánico, constituida por cinco géneros: *Neocalamites*, *Pterophyllum*, *Cladophlebis*, *Dicroidium* y *Heidiphyllum*. Además, se efectúa la interpretación del ambiente de sedimentación y se discuten las diferencias de la flora fósil reportada en localidades cercanas, correspondientes a la misma formación bajo estudio.

**Palabras clave:** paleoflora, improntas, Triásico Superior, norte de Chile.

## 1 Introducción

En el marco de la investigación del inicio de la subducción andina, particularmente dentro del estudio de la evolución magmática y dinámica de las cuencas en el norte de Chile, se ha trabajado ampliamente con rocas triásicas continentales que tienen un aporte volcánico importante. En este trabajo se describe por primera vez para la Formación Quebrada del Salitre, una sucesión que correspondería a los niveles basales de la misma, algunos de los cuales presentan horizontes con abundante paleoflora, donde no se registran tramos volcánicos. La localidad fosilífera se sitúa a 3630 m s. n. m. en un afluente de la Quebrada Los Pozos (26°17' S – 69°16' W), tributaria a su vez de la Quebrada Vaquillas Altas, ubicada aproximadamente 50 km al NE de El Salvador, en la Cordillera de Domeyko, Región de Antofagasta.

La Formación Quebrada del Salitre fue definida formalmente por Naranjo y Puig (1984), como una secuencia constituida por conglomerados, areniscas, limolitas, basaltos y calizas del Triásico Superior, edad que fue asignada por el contenido fósil y relaciones estratigráficas, y que se agrupa en un miembro inferior con facies volcano-sedimentarias y uno superior con facies sedimentarias-marinas. La formación es referida ampliamente, como en la Carta Sierra Vaquillas Altas (Venegas et al. 2013) y en la Carta Exploradora (Cornejo et al. 2009), donde se menciona la presencia de paleoflora, pero sin descripciones detalladas. Recientemente, Herbst y Troncoso (2012) presentaron el análisis de flora fósil procedente de la Quebrada Doña Inés Chica (26°07' S – 69°20' W), reportando los géneros *Neocalamites*, *Cladophlebis*, *Dictyophyllum*, *Gleichenites*, *Dicroidium*, *Pterophyllum*, *Sphenobaiera*, *Linguifolium*, *Heidiphyllum*, *Rochipteris*, *Matatiella* y *Umkomasia*. Esta contribución tiene el objetivo de aportar al conocimiento de las floras triásicas del norte de Chile, entregando información preliminar sobre la estratigrafía e interpretación del ambiente de sedimentación de los niveles basales de Fm. Quebrada del Salitre, integrando el análisis elemental de su composición paleoflorística.

## 2 Material, métodos y resultados

### 2.1 Material y métodos

El material fosilífero, colectado en noviembre del 2015, está preservado como improntas en fangolitas y areniscas finas y no presenta materia orgánica original, sin embargo, algunos ejemplares muestran material carbonizado que podría contener restos de cutículas. La conservación de las impresiones es moderada a baja, aunque existen muestras que ostentan buena preservación de detalles, como venación. El material se encuentra depositado en el Museo Geológico Lajos Biró Bagoczky, del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción, bajo los acrónimos QS/01 a QS/32.

## 2.2 Resultados

### 2.2.1 Estratigrafía

La columna levantada en el área de la Quebrada Los Pozos alcanza un espesor de 40 m. La sección basal sobreyace en discordancia angular a rocas paleozoicas de la Formación La Tabla, que en este lugar corresponden a un pórfido dacítico. Las rocas exhiben fábrica clastosoportada, granos subredondeados a subesféricos, una buena selección y, en general, poseen abundantes granos de cuarzo (>50%) y en menor medida feldespato, micas y escasos líticos oscuros no identificables. La sucesión comienza con un conglomerado basal, hasta alcanzar una serie de paquetes de arenisca conglomerádica, intercalados con niveles finos limonitizados. La primera sección fosilífera (SF1), presenta dos paquetes de arenisca fina intercalados por uno de fangolita, aquí el nivel superior emplazado casi a los 22 m contiene horizontes centimétricos de granulometría más fina donde se reconocen principalmente tallos, hojas y un diafragma nodal de *Neocalamites* sp., además de ejemplares designados tentativamente como *Pterophyllum* sp.1 y *Pterophyllum* sp.2 (Figura 1), junto a restos vegetales no identificables. La sección siguiente, está constituida por conglomerado fino, arenisca gruesa y fangolita, encontrándose ejemplares designados como *Cladophlebis* sp. y *Dicroidium* sp. (SF2). Le continúa una sección compuesta por paquetes de arenisca (SF3) que albergan ejemplares de *Pterophyllum* sp.1 y grandes porciones de tallos, algunos con características asignables a equisetales. Finalmente, la sección siete (SF4), se constituye por areniscas finas a gruesas, donde a los 35 m, en niveles centimétricos laminados de arenisca fina, se reconocen los géneros *Dicroidium* sp., *Pterophyllum* sp.2, hojas y tallos de *Neocalamites* sp. y la especie *Heidiphyllum elongatum*.

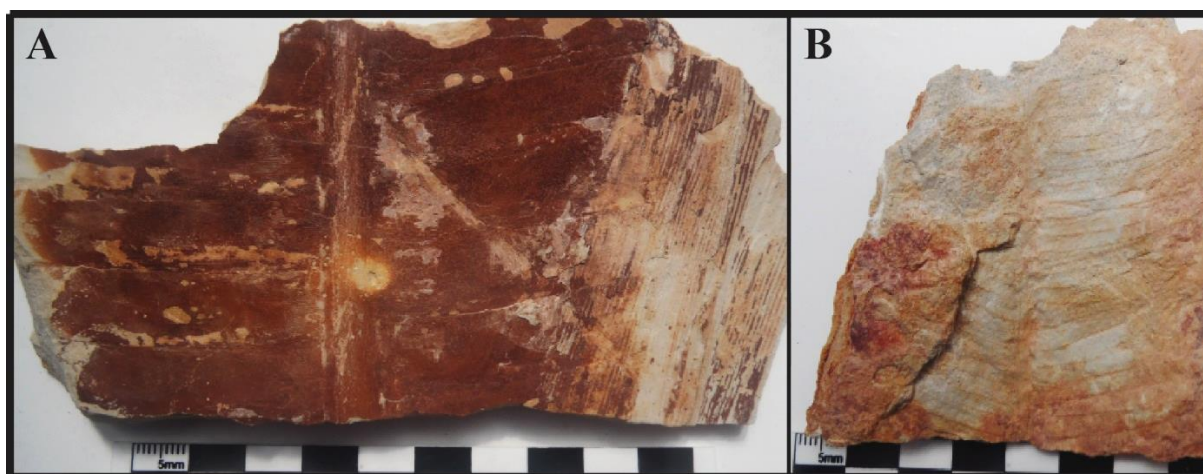


Figura 1. Flora fósil del SF1. A: *Pterophyllum* sp. 1, con pínulas ensambladas milimétricamente, asociado a un tallo de *Neocalamites* sp. B: Porción de pinna de *Pterophyllum* sp. 2.

### 2.2.2 Paleobotánica

Género *Neocalamites* Halle 1908

**Comentarios. Material estudiado.** SF1: QS/04, QS/08 y 09, QS/22. SF4: QS/19 a 21, QS/23 a 30. Este género es muy frecuente en todo el Triásico Gondwánico y representado por varias especies. Los ejemplares estudiados muestran la típica disposición concéntrica de las hojas al tallo y los diafragmas nodales, sin embargo, debido a lo fragmentario del material y la ausencia de estructuras reproductivas, no es posible una asignación específica.

Género *Pterophyllum* Brongniart 1828

**Descripción. Material estudiado.** SF1: QS/01 a 03, QS/13. *Pterophyllum* sp. 1 (Figura 1A). Poseen pínulas con constricción basal y espaciamiento variable, las que se insertan en el raquis en un ángulo que varía de 70 a 90°, desde donde la venación emerge oblicua, se mantiene paralela y no presenta dicotomía.

**Descripción y comentarios. Material estudiado.** SF1: QS/07. SF4: QS/14 a 16. *Pterophyllum* sp. 2 (Figura 1B). Ejemplares similares a los descritos por Herbst y Troncoso (2012). Se destaca que las pinnas se insertan en el raquis en un ángulo de entre 70 a 80°, no poseen constricción basal, asemejan una leve curvatura hacia arriba, exhiben una estría central milimétrica y en ocasiones ápices algo aguzados.

Género *Cladophlebis* Brongniart *emend.* Frenguelli 1947

**Descripción y comentarios. Material estudiado.** SF2: QS/11. ?*Cladophlebis* sp. Impresión foliar que presenta tres pinnas, con pínulas que no superan las dimensiones centimétricas, poseen una forma falcada, bordes lobulados y presentan una venación con sucesivas dicotomías. Sin embargo, no es posible identificar con seguridad el ejemplar, por lo que la nomenclatura queda abierta, pero corresponde probablemente a este género muy común del Triásico de Chile y el mundo.

Género *Dicroidium* Gothan 1912

**Comentarios. Material estudiado.** SF2: QS/12. SF4: QS/20. Un género escaso en la localidad, conocido por ser muy polimorfo, con ejemplares que podrían ser asignados tentativamente a *Dicroidium odontopteroides*.

Especie tipo: *Heidiphyllum elongatum* (Morris) Retallack 1981

**Comentarios. Material considerado.** SF4: QS/20. Esta especie, de alta diversidad morfológica y difundida en numerosos yacimientos triásicos de casi todo el Gondwana, fue reconocida por sus largas hojas lineares y venación característica.

### 3 Discusión y comentarios

El estudio preliminar de los datos estratigráficos y paleoflorísticos confirma la edad de la sucesión, acotada al Triásico Superior, tal como definen Bell y Suárez (1991), para la porción inferior de esta formación, quienes señalan además, sobre la base de datos sedimentológicos, que se trataría de un sistema fluvial meandroso. Según lo registrado en esta campaña, usando la clasificación de facies para ambientes fluviales de Miall (2006), además de consideraciones clave como la textura y madurez de los sedimentos, la identificación de superficies de acreción lateral, entre otros, el ambiente de sedimentación estaría dominado por un río trezado distal a meandroso, donde las facies finas representarían elementos de la llanura de inundación, como coberturas y canales abandonados, las cuales preservaron la flora fósil.

Con respecto a la paleoflora, si bien es similar a la reportada por Herbst y Troncoso (2012), corresponden a ejemplares de tamaño considerablemente mayor, sobre todo del género *Pterophyllum*, diferencia que podría obedecer a razones paleoambientales, mientras que, otras variaciones morfológicas dentro de este género, se deberían al contraste entre porciones apicales o basales de las pinnas, o a características de distintas especies. Cabe destacar que en una campaña reciente a la Quebrada del Salitre, se encontraron improntas de flora fósil de dimensiones similares a la encontrada en la Quebrada Doña Inés Chica, en una sucesión aún bajo estudio (25°56' S – 69°19' W). Finalmente, tomando en consideración lo expuesto por Herbst y Troncoso (2000), una detallada descripción de Cycadophytas de la Formación La Ternera, se pretende clasificar a nivel de especie a los ejemplares de la presente investigación.

### Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado en el marco del proyecto Fondecyt N° 1120715, institución a la cual agradecemos el soporte financiero. Por otra parte, es grato agradecer a la profesora Sylvia Palma Heldt, por su constante apoyo, numerosos datos y bibliografía brindada, como también al Sr. Gerardo Flores, curador del Museo Geológico Lajos Biró Bagoczky, por el espacio y conocimiento ofrecidos, ambos del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Concepción.

## Referencias

- Bell, C. M. & Suárez, M.** 1991. Late Triassic fluvial and marine shelf succession, Quebrada Doña Inés Chica, Atacama region, northern Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, **4**(4): 287-293.
- Cornejo, P., Mpodozis, M., Rivera, O. & Matthews, S.** 2009. Carta Exploradora, Regiones de Antofagasta y Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica **119**: 103 p., 1 mapa escala 1:100.000.
- Herbst, R. & Troncoso, A.** 2000. Las Cycadophyta del Triásico de las Formaciones La Ternera y El Puquén (Chile). *Ameghiniana* **37**: 283-292.
- Herbst, R. & Troncoso, A.** 2012. La flora Triásica de la Quebrada Doña Inés Chica, Región de Atacama, Chile. *Gaea, Journal of Geoscience*, vol. **8**, n. 2, 55-66.
- Miall, A.D.** 2006. *The Geology of Fluvial Deposits*. Springer: 582 p. Berlin.
- Naranjo, J. A. & Puig, A.** 1984. Hojas Taltal y Chañaral, Regiones de Antofagasta y Atacama: Carta Geológica de Chile, 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago, **62-63**, 1-140.
- Venegas, C., Cervetto, M., Astudillo, N., Espinoza, F., Cornejo, P., Mpodozis, C. & Rivera, O.** 2013. Carta Sierra Vaquillas Altas, Regiones de Antofagasta y Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica No. **159**, 1 mapa escala 1:100.000.

# TITHONIAN – BERRIASIAN AMMONITES FROM THE LO VALDÉS FORMATION AT CRUZ DE PIEDRA, CENTRAL CHILE

Christian Salazar<sup>1\*</sup> & Wolfgang Stinnesbeck<sup>2</sup>

1: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

2: Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland.

\* [christiansalazar@udd.cl](mailto:christiansalazar@udd.cl)

**Abstract.** Ammonites are abundant at Cruz de Piedra section, Central Chile, and in previous works were assigned to the Baños del Flaco Formation. Here are presented 251 specimens assigned to 15 different species: *Pterolytocras exoticum*, *Aspidoceras rogoznicense*, *Micracanthoceras microcanthum*, *Micracanthoceras vetustum*, *Corongoceras mendozanum*, *Spiticeras acutum*, *Tirnovella kayseri* and *Substeueroceras striolatissimum* are new records to Chile. *Aulacosphinctes proximus*, *Micracanthoceras spinulosum*, *Corongoceras* cf. *koellikeri*, *Berriasella* “*fraudans*” and *Substeueroceras callistoide* are documented for the first time. *Substeueroceras koeneni* and *Cuyanicerias transgrediens*, are also present.

**Key words:** Andes, Jurassic, Cretaceous, systematic, biostratigraphy.

## 1 Introduction

Sedimentary successions from the Jurassic-Cretaceous transition are well exposed in central Chile, especially in the Andean Cordillera. Classic sections are exposed in the Lo Valdés and Baños del Flaco (e.g. Corvalán 1956, Klohn 1960, Biro 1964, Covacevich et al. 1976, Salazar and Stinnesbeck 2015, Salazar and Stinnesbeck 2016). The locality of Cruz de Piedra located close to the Maipo Volcano (figures 1 and 2), has originally been mapped by Klohn (1960) and was assigned by Charrier (1981) and Aguirre-Urreta and Charrier (1990) to the Baños del Flaco Formation. A recent redefinition, however, indicates that the sedimentary succession is better placed to Lo Valdés Formation (Salazar and Stinnesbeck 2015b).

## 2 Methodology

The Cruz de Piedra ammonite assemblage is based on 251 very well preserved internal moulds. The specimens were collected bed-by-bed. Systematic nomenclature follows the ‘Treatise of Invertebrate Paleontology’ (Wright et al. 1996; Arkell et al. 1957) to the genus level, and Fossilium catalogus I: Animalia, Lower Cretaceous Ammonites I (Klein 2005). The lithological description of the section is based on Salazar and Stinnesbeck (2015).

## 3 Palaeontology and Biostratigraphy

The Lo Valdés Formation, at Cruz de Piedra section, is 150 m thick; the sequence lithologically consists of 50 m of sandstone and calcareous sandstone of the Escalador Member, overlying a 100 m this succession of calcareous siltstone and silty limestone of the Placa Roja Member (figure 3).

The ammonite assemblage is represented by 251 specimens assigned to 15 different species. Part of them are included in figure 4. New records to Chile are *Pterolytocras exoticum*, *Aspidoceras rogoznicense*, *Micracanthoceras microcanthum*, *Micracanthoceras vetustum*, *Corongoceras mendozanum*, *Spiticeras acutum*, *Tirnovella kayseri* and *Substeueroceras striolatissimum*. New records for this locality are *Aulacosphinctes proximus*, *Micracanthoceras spinulosum*, *Corongoceras* cf. *koellikeri*, *Berriasella* “*fraudans*” and *Substeueroceras callistoide*. *Substeueroceras koeneni* and *Cuyanicerias transgrediens* (as *C. raripartitum*) were previously recorded from the locality and are here documented again.

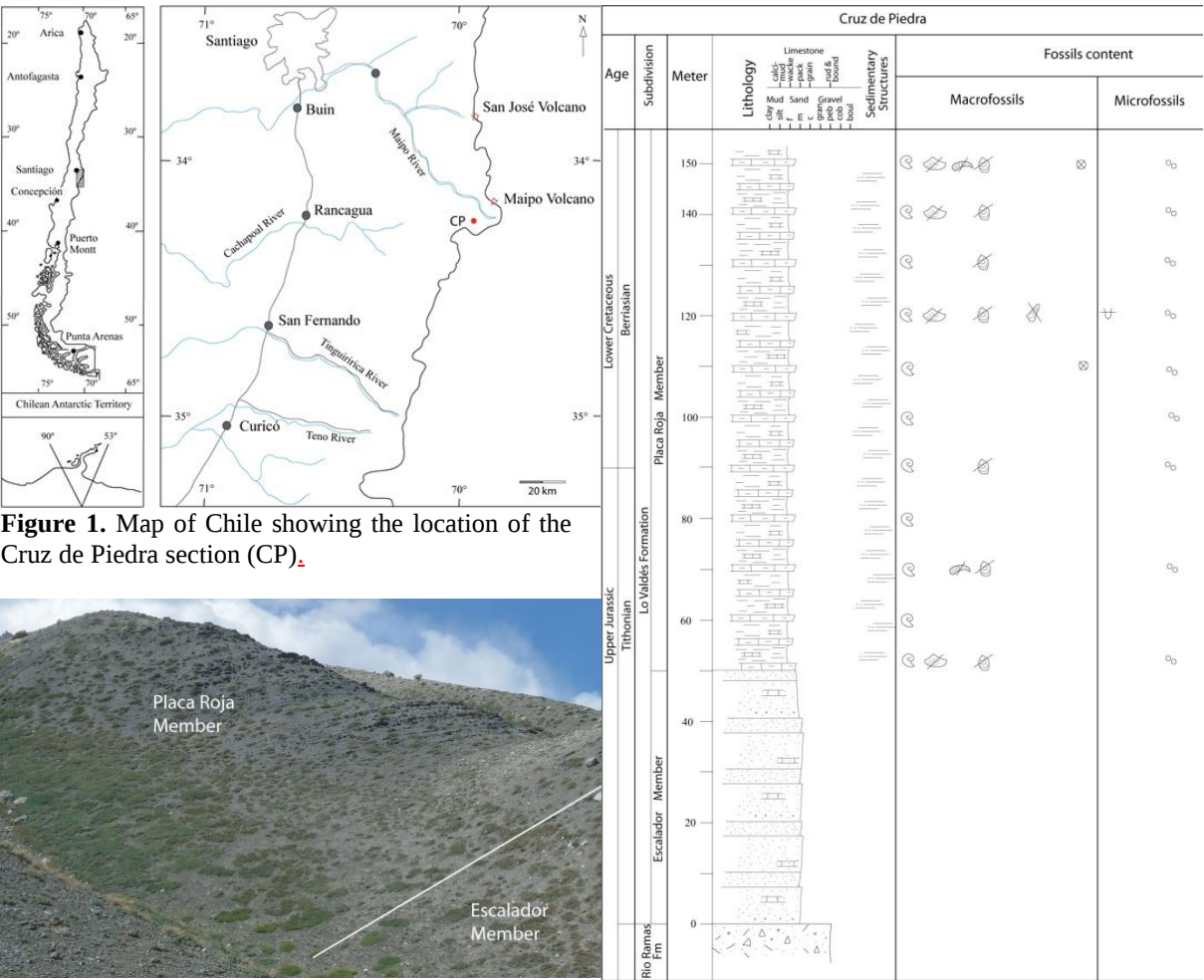
*Pterolytocras exoticum* is considered to be a senior synonym of *Pterolytocras magnum* described previously by Biro (1964). *Aspidoceras rogoznicense* is known to be a highly variable species, including all bituberculated *Aspidoceras* with depressed whorl sections (Salazar 2012). Additionally *A. euomphalum*, *A. cieneguitense*, *A. andinum*, *A. auomphaloides*, *A. quemadense*, *A. haupti*, *A. neuquensis*, are considered junior

synonyms of *A. rogoznicense* (Salazar 2012). *Micracanthoceras vetustum* is considered a homonym of *Berriasella subvetusta*, *B. subprivasensis* and *Corongoceras duraznense* (Salazar 2012). Also *Corongoceras mendozanum* is considered a homonym of *C. submendozana* (Salazar 2012). *Spiticeras burckhardti*, *S. hauthali*, *S. stulum*, *S. andinum* and *S. mammatum* are considered junior synonyms of *Spiticeras acutum*. *Cuyanicerias inflatum*, *C. mendozanum*, *C. raripartitum*, *C. acanthicum*, *C. argentinum* are junior synonyms of *C. transgrediens* (Salazar 2012).

*Berriasella “fraudans”* is considered to be a close relative of *B. jacobi* and the South American species only differs by a larger umbilicus and subrounded whorl section (Frau et al. 2016). *B. “fraudans”* is considered to be a senior synonym of *Parandiceras? fallax*, *Berriasella steinmanni*, *Andiceras acuticostum*, *Berriasella curvicostata* and *Berriasella peruviana* (Salazar 2012).

*M. microcanthum* is the zonal index fossil of the upper Tithonian in the Tethys (Ogg et al. 2012) and in the Baños del Flaco Formation (Salazar and Stinnesbeck 2016). At Cruz de Piedra section the taxon is registered in the lower part of Placa Roja Member. *Substeueroceras koeneni* is referred to the uppermost Tithonian and lowermost Berriasian Stage (Ogg et al. 2012), and is here recorded in the upper part of Placa Roja Member.

*Aulacosphinctes proximus* is the most abundant ammonite in our collection (75 specimens), followed by *Micracanthoceras vetustum* (43), *Berriasella “fraudans”* (43), *Corongoceras mendozanum* (33), *Cuyanicerias transgrediens* (20), *Substeueroceras callistoide* (13) and *Substeueroceras koeneni* (12).



**Figure 2.** Outcrop photography of Cruz de Piedra locality (CP).

**Figure 3.** Column of the Lo Valdés Formation at Cruz de Piedra section (Salazar 2012).

**4 Discussion**

Based on the presence of *Micracanthoceras microcanthum* and *Substeueroceras koeneni*, we assign the Cruz de Piedra section (Lo Valdés Formation) to the upper Tithonian reaching into the lowermost Berriasian.

## 5 Acknowledgment

Natalia Varela, Patricio Zambrano and Marko Yurac (former Universidad de Concepción, Chile) are acknowledged for their help during the field work campaign, and Gerardo Flores, Dr. Luis Arturo Quinzio–Sinn and Prof. Abraham González (Universidad de Concepción, Chile) for their assistance with the collections. Tobias Gerwig and Bolko Janssen (former Universität Heidelberg, Germany) for the fossils preparation. Dr. Georg Heumann (STIPB, Bonn, Germany) and Dr. Mike Reich (GZG, Göttingen, Germany) are acknowledged for providing access to material in their care. Financial support to this project was given by Fondecyt de Iniciación 11140176.

## References

- Arkell, W., Furnish W., Kummel, B., Miller, A., Moore, R.; Schindewolf, O., Sylvester–Bradley, P. & Wright, W.** 1957. Introduction to Mesozoic Ammonoidea, part L. In MOORE, R. C. (ed.). Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4, Cephalopoda–Ammonoidea. Geological Society of America, Boulder, Colorado and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas. L490 pp.
- Aguirre-Urreta, M. & Charrier, R.** 1990. Estratigrafía y amonites del Tithoniano-Berriasiano en las nacientes del Río Maipo, Cordillera Principal de Chile Central. *Ameghiniana* **27** (3-4): 263-271.
- Biro, L.** 1964. Estudio sobre el límite Tithoniano y el Neocomiano en la Formación Lo Valdés provincia de Santiago, principalmente en base a ammonioideos. Memoria de Título, Universidad de Chile, Departamento de Geología, 118 pp.
- Charrier, R.** 1981. Geologie der chilenischen Hauptkordillere zwischen 34° und 34°30' südlicher Breite und ihre tektonische, magmatische und paläogeographische Entwicklung. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, A, **36**: 270 p.
- Corvalán, J.** 1956. Über marine Sedimente des Tithon und Neocom der Gegend von Santiago. *Geologische Rundschau*, **43**: 919–926.
- Covacevich, V., Varela, J. & Vergara, M.** 1976. Estratigrafía y Sedimentación de la Formación Baños del Flaco al sur del Río Tinguiririca, Cordillera de los Andes. Provincia de Curicó, Chile. *Actas I Congreso Geológico Chileno*, A, 191–211.
- Klein, J.** 2005. Lower Cretaceous Ammonites I, Perisphinctaceae 1: Himalayitidae, Olcostephanidae, Holcodiscidae, Neocomitidae, Oosterellidae. 484 pp. In RIEGRAF, W. (ed.). *Fossilium Catalogus I: Animalia*. Backhuys Publishers, Leiden, 139.
- Klohn, G.** 1960. Geología de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Instituto de Investigaciones Geológicas Chile. **8**. 95 pp.
- Salazar, C.** 2012. The Jurassic-Cretaceous Boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin, Central Chile: Ammonite fauna, Bio- and Sequence Stratigraphy and Palaeobiogeography. Inaugural Dissertation. Universität Heidelberg, Germany. 388 p.
- Salazar, C. & Stinnesbeck, W.** 2015. Redefinition, Stratigraphy and Facies of the Lo Valdés and Catedral Formations (Upper Jurassic – Lower Cretaceous) in Central Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*. **64**: 41-68.
- Salazar, C. & Stinnesbeck, W.** 2016. Tithonian-Berriasian ammonites from the Baños del Flaco Formation, central Chile. *Journal of Systematic Palaeontology*, **14**: 149-182.
- Wright, C., Callomon, J. & Howarth, M.** 1996. Cretaceous Ammonoidea. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Mollusca 4. Geological Society of America, Boulder, Colorado and University of Kansas, Lawrence, Kansas. xx + 362 pp.

# AMMONITES FROM “CUESTA LO PRADO”, CENTRAL CHILE

Paula Soto<sup>1</sup>, Christian Salazar<sup>2</sup> & Wolfgang Stinnesbeck<sup>3</sup>

1: Geología, Facultad de ingeniería, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile

2: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

3: Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, Heidelberg, Germany

\* [paulaasotoh@gmail.com](mailto:paulaasotoh@gmail.com)

**Abstract.** The invertebrate fossil record in the Coastal Range in Central Chile has been of chronostratigraphic importance. The Humberto Fuenzalida collection, housed in the Chilean Natural History Museum (MNHN), contains remarkable fossils from the “Quebrada La Plata” in the Cuesta Lo Prado area, among them the ammonites *Aulacosphinctes proximus*, *Micracanthoceras microcanthum* and *Micracanthoceras vetustum*. These fossils were likely collected by Fuenzalida from the Lo Prado Formation. These new data indicate significant chronostratigraphic interpretations within the Uppermost Jurassic successions of the Cordillera de la Costa.

**Key words:** Palaeontology, Jurassic, Tithonian, Coastal Range, Chile.

## 1 Introduction

In Central Chile, uppermost Jurassic- lower Early Cretaceous rocks are classically known in the Andes (Salazar and Stinnesbeck 2015, Salazar and Stinnesbeck 2016). Particularly in the Coastal Range of Central Chile, volcano-sedimentary successions have been deposited in a forearc basin (Charrier et al., 2015). The Lo Prado Formation, defined by Thomas (1958) and emended by Piracés (1976), is composed by andesites, lavas and tuffs interbedded with fossiliferous sandstone, calcareous sandstone, limestone and marine conglomerate (Piracés, 1976), and it was assigned to the Berriasian – Valanginian (Charrier et al., 2015).

In the western side of Cerro Lo Prado (figure 1.1), Tavera (1952) reported on the presence of *Holcoptychites neuquensis*, that is a characteristic ammonite of Neuquén for the lower Hauterivian. Corvalán (in Thomas, 1958) reported on fossiliferous strata in the first saddle of chain to the east of Pachacana (figura 1.1), *Thurmannites quintucoensis* or *T. duraznensis*, both assigned to Valanginian. Aliste et al. (1960), for the Patagua mine area, discloses the presence of *Argentiniceras malargüense* y *Cuyaniceraceras acanthicum*, characteristic of the Berriasian, *Olcostephanus* sp. and *Thurmanniceras duraznensis* of the upper Valanginian. In the area of Melipilla – Aculeo (figure 1), Covacevich (1975) reported on *Bochianites* sp, assigned to the Tithonian - Valangian, but more common in the Valanginian. For the same area (figure 1), Nasi and Thiele (1982) registered the presence of *Spiticeras* (*Kilianiceras*) sp. and *Cuyaniceraceras* sp. In the area of San Vicente de Tagua (figura 1), the presence of *Windhauseniceraceras* (?) sp. and *Substeueroceras* cf. *fasciatum* indicates a Tithonian age (Rubilar and D’Angelo, 2006).

Here we describe fossils collected by Fuenzalida (1937) that were discovered by us in the collection of invertebrate fossils at the Chilean National Museum of Natural History (MNHN), and originally collected from the Cuesta Lo Prado. Within this collection, there are specimens with major chronostratigraphic value.

## 2 Methodology

The fossils were collected by Humberto Fuenzalida, in 1937, in the Cuesta Lo Prado (figure 1), and consists of 10 ammonites and 21 bivalves. The ammonites are regularly preserved, but allowed for the identification of three taxa, *Aulacosphinctes proximus*, *Micracanthoceras microcanthum* y *Micracanthoceras vetustum* (figure 2). Also, some ammonites preserved the label of provenance are from Quebrada la Plata, located to the south of Cuesta Lo Prado. They were photographed and described in the Área de Paleontología of MNHN.

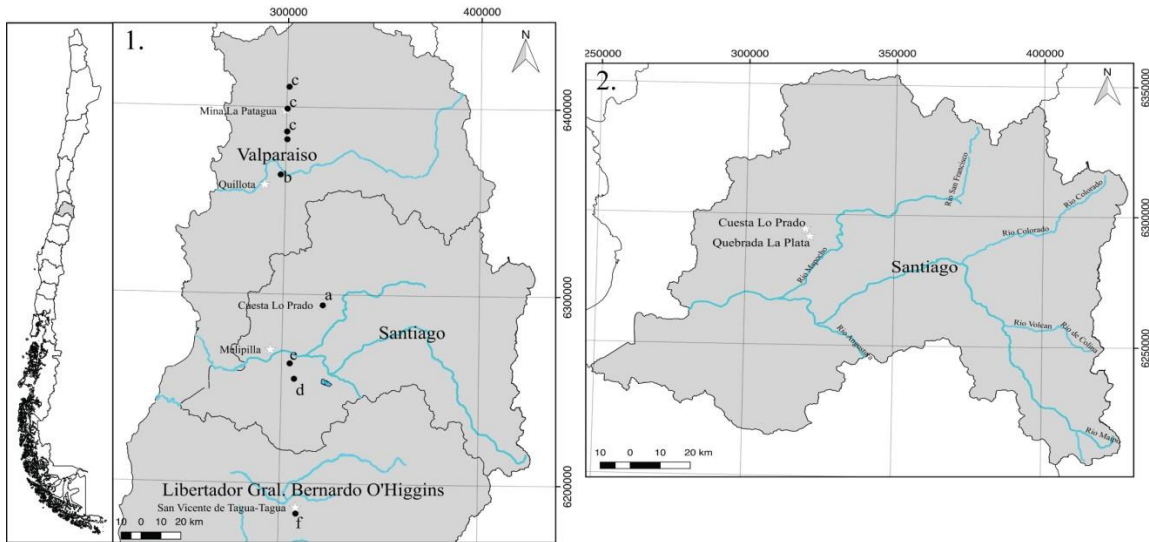


Figure 1. Localities where fossils were collected by **a:** Tavera (1952). **b:** Thomas (1958). **c:** Aliste et al. (1960). **d:** Covacevich (1975). **e:** Nasi and Thiele (1982) **f:** Rubilar and D'Angelo (2006).

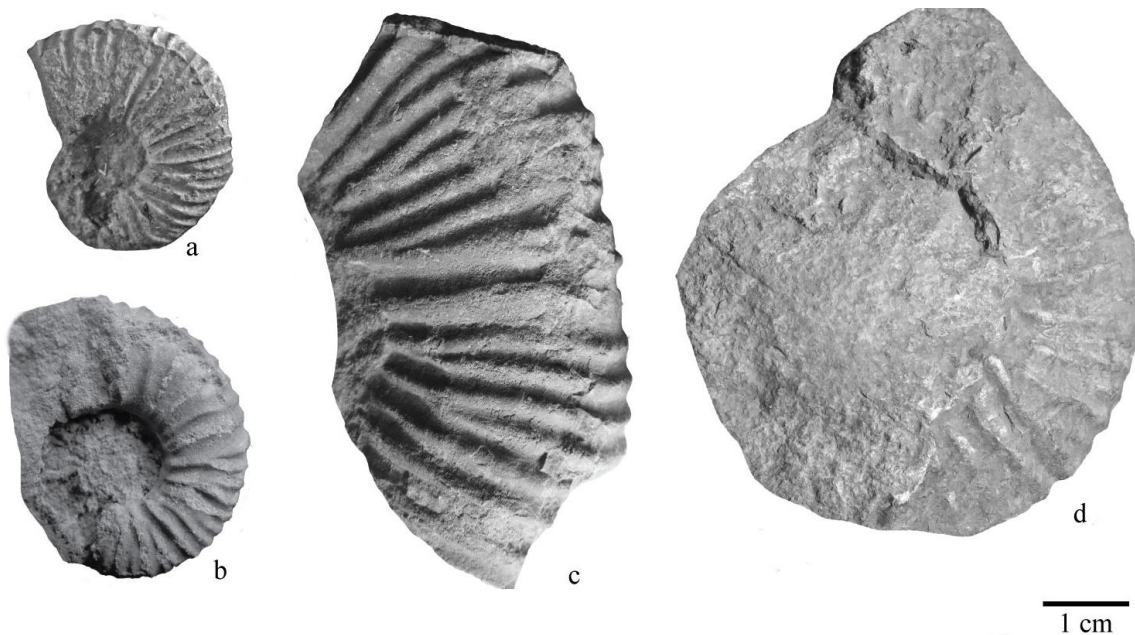


Figure 2. **a.** *Microcanthoceras microcanthum*. **b.** *Microcanthoceras vetustum*. **c-d.** *Aulacosphinctes proximus*.

### 3 Ammonites

#### *Aulacosphinctes proximus*

Three fragments of phragmocones that are regularly preserved. The species is recorded for the middle Tithonian of Argentina, the lower Tithonian of Tibet, as well as the Tithonian of Antarctica and Madagascar (in Salazar 2012). In Chile, it is registered for the middle Tithonian of the Baños del Flaco Formation (Salazar and Stinnesbeck 2016) and the middle – upper Tithonian of Lo Valdés (Salazar, 2012).

*Microcantoceras microcanthum*

Fragment of a well preserved phragmocone. The taxon is record from the Tethys, including the Italian Alps, Sicily, southeast France, southern Spain, Bulgary and Germany; other records are from Pakistan and the east of India (in Salazar 2012). In Latin-America the taxon has been registered from the Tithonian of Mexico, Cuba and Argentina, and in Chile from the Lo Valdés (Salazar 2012) and Baños del Flaco Formations (Salazar and Stinnesbeck 2016).

*Microcantoceras vetustum*

Four fragments of regularly preserved phragmocones. The species has been recorded from the upper Tithonian of Argentina, Perú and Antarctica (in Salazar 2012), and in Chile from the upper Tithonian Lo Valdés Formation (Salazar 2012).

#### 4 Discussions

*A. proximus*, *M. vetustum* and *M. microcanthum*, are here recorded from the Lo Prado Formation at Cuesta Lo Prado. The assemblage is assigned to the upper Tithonian, based on the presence of *M. microcanthum* that is considered a cosmopolitan index fossil (in Salazar and Stinnesbeck 2016).

#### 5 Acknowledgment

We acknowledge to Dr. David Rubilar-Rogers, Sergio Soto, Jonatan Alarcón and Ivette Araya for helpful assistance during collection work at the MNHN, and to this institution for providing access to material in their care. Financial support to this project was given by Fondecyt de Iniciación 11140176.

#### References

- Aliste, N., Perez D'Angello, E. & Carter, W. D. 1960. Definición y edad de la Formación Patagua, Provincia de Aconcagua, Chile. 10 pp.
- Charrier, R., Ramos, V. A., Tapia, F., & Sagripanti, L. 2015. Tectono-stratigraphic evolution of the Andean Orogen between 31 and 37° S (Chile and Western Argentina). Geological Society, London, Special Publications, **399**, 13-61.
- Covacevich, V. 1975. Faunas fósiles neocomianas del área Melipilla-Aculeo, Cordillera de la Costa, Provincia de Santiago. Instituto de Investigaciones Geológicas (inédito), 21 p. Santiago.
- Nasi, C., & Thiele, R. 1982. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa, al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Central), Andean Geology, No 16, p. 81-99.
- Piracés, R. 1976. Estratigrafía de la Cordillera de la Costa entre la cuesta El Melón y Limache, Provincia de Valparaíso, Chile. In Congreso Geológico Chileno I, **17**, A65-A82, Chile.
- Salazar C. 2012. The Jurassic-Cretaceous Boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin of Central Chile: Ammonites, Bio-and Sequence Stratigraphy and Palaeobiogeography. Memoria de PhD, Universidad de Heilderberg, 409 pp.
- Salazar, C., & Stinnesbeck, W. 2016. Tithonian–Berriasian ammonites from the Baños del Flaco Formation, central Chile. Journal of Systematic Palaeontology, **14**, 149-182.
- Tavera, J. 1952. Informe sobre material de fósiles muestreados en calizas de la Cuesta de Lo Prado. Santiago, Universidad de Chile, Instituto de Geología, 1 pp.
- Thomas, H. 1958. Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga: Instituto de Investigaciones Geológicas, 117pp.

## NUEVO HALLAZGO DE REPTILES MARINOS EN EL CRETÁCICO INFERIOR DE FORMACIÓN LO VALDÉS, CUENCA ANDINA

Sergio Soto-Acuña<sup>1, 2\*</sup>, Rodrigo A. Otero<sup>1</sup>, Rodrigo Orrego<sup>3</sup>, Christian Salazar<sup>4</sup>

1: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras 3425, Santiago, Chile.

2: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Interior Parque Quinta Normal s/n, Santiago, Chile.

3: Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile.

4: Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo. Av. Plaza 700, Santiago, Chile.

\* [arcosaurio@gmail.com](mailto:arcosaurio@gmail.com)

**Resumen:** Se describe por primera vez una diversidad de reptiles marinos de Formación Lo Valdés, en la Cuenca Andina. Los ejemplares provienen, del Miembro Placa Roja de la Formación Lo Valdés, expuesto en el Cerro Ruhillas, Cajón del Maipo, Chile Central. Su edad es asignada al Berriasiano inferior sobre la base de bioestratigrafía de amonóideos. Entre los materiales se identificaron vértebras de ictiosaurios indeterminados y restos vertebrales y apendiculares de al menos 2 ejemplares de cocodrilos marinos del clado Thalattosuchia, linaje que incluye una amplia diversidad de formas que fueron abundantes durante el Jurásico Inferior-Cretácico Inferior de Sudamérica. Los restos de talattosuchios incluyen vértebras y arcos neurales indicativos de un estadio ontogenético subadulto y probablemente pertenecientes a un mismo espécimen de cocodrilo de gran tamaño. La presente descripción constituye el primer registro de reptiles marinos en el Cretácico Inferior de Chile, sumando nuevos datos al conocimiento de la herpetofauna marina que habitó durante este lapso en el margen occidental de Sudamérica.

**Palabras clave:** Ichthyosauria, Thalattosuchia, Cretácico Inferior, Cuenca Neuquina.

### 1. Introducción

Los hallazgos de reptiles marinos son abundantes en el Jurásico Superior y Cretácico Inferior de la Patagonia Argentina, incluyendo una diversidad de tortugas, ictiosaurios, pliosáuridos, cryptoclídidos y metriorrinquidos (Gasparini et al., 2007; Herrera, 2015). La mayor parte de estos registros provienen del Titoniano-Berriasiano de Formación Vaca Muerta de la Cuenca Neuquina (Gasparini et al., 2007, Spalletti et al., 1999). Por otra parte, el registro chileno de reptiles marinos es abundante en el Jurásico Medio de la Cuenca de Lautaro (Gasparini et al., 2000) y el Jurásico Superior de la Cuenca de Tarapacá (Otero et al., 2015; Soto-Acuña et al., 2015), sin embargo el registro fósil de este tipo de vertebrados en el límite Jurásico-Cretácico chileno es prácticamente inexistente.

En la presente contribución damos a conocer por primera vez evidencia de reptiles marinos en el Cretácico Inferior de la Cuenca Andina. Los ejemplares estudiados fueron colectados como rodados, sin embargo se logró establecer el nivel de procedencia.

#### 1.1. Localidad y marco geológico

El hallazgo de los ejemplares descritos se realizó en el Cerro Ruhillas, ubicado al NE de la localidad de Baños Morales, Región Metropolitana (Figura 1). Los ejemplares fueron colectados en 3 niveles diferentes dentro del Miembro Placa Roja de la Formación Lo Valdés (Salazar y Stinnesbeck, 2015). Esta unidad sobreyace a la Formación Baños Morales, de edad Titoniano inferior-medio (Salazar y Stinnesbeck, 2015). Biozonación basada en fauna de amonóideos permite acotar una edad Titoniano superior-Hauteriviano para la Formación Lo Valdés (Salazar, 2012; Salazar y Stinnesbeck, 2015), mientras que la fauna de invertebrados asociada a los ejemplares indica una edad Berriasiano inferior.

## 2. Metodología y resultados

Los ejemplares colectados fueron preparados mecánicamente, consolidados con Butvar B-76 y los fragmentos fueron pegados con cianocrilato. Estos fueron ingresados en la colección de vertebrados fósiles del Museo Nacional de Historia Natural (acrónimo SGO.PV).

### 2.1. Sistemática paleontológica

**Reptilia Linnaeus, 1758**  
**Ichthyopterygia Owen, 1840**  
**Ichthyosauria de Blainville, 1835**  
 Ichthyosauria indet.

*Material*—SGO.PV.19800, centro vertebral aislado (Fig. 2 A-C).

*Localidad, horizonte y edad*—Cerro Ruhillas, Cajón del Maipo, Región Metropolitana. Miembro Placa Roja, Formación Lo Valdés (Berriasiano).

*Descripción*—Centro vertebral parcialmente preservado, con caras articulares marcadamente anficélicas, agujero notocordal en el centro y presencia de diapófisis ventralmente desplazadas.

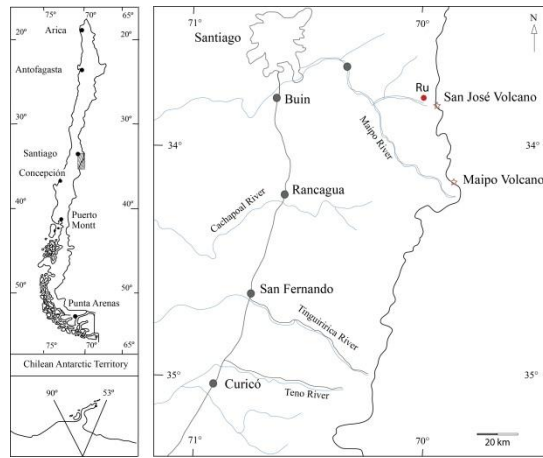


Figura 1: Mapa señalando la localidad de procedencia de los ejemplares descritos en esta comunicación.

**Archosauria Cope, 1869**  
**Crocodyliformes Hay, 1930**  
**Thalattosuchia Fraas, 1902**  
 Thalattosuchia indet.

*Material*—SGO.PV.19801, centro vertebral caudal; SGO.PV.19802-a, vértebra dorsal (Fig. 2 D-I); SGO.PV.19802-b, arco neural dorsal; SGO.PV.19802-c, molde de vértebra dorsal; SGO.PV.19802-d, centro vertebral dorsal; SGO.PV.19802-e, arco neural dorsal incompleto; SGO.PV.19802-f, fragmento de húmero?

*Localidad, horizonte y edad*—Cerro Ruhillas, Cajón del Maipo, Región Metropolitana. Miembro Placa Roja, Formación Lo Valdés (Berriasiano).

*Descripción*—SGO.PV.19801 corresponde a una vértebra caudal media, de centro alargado, comprimido lateralmente y con el arco neural completamente fusionado, sin evidencia de sutura neurocentral. SGO.PV.19802-a-e incluye varios fragmentos de vértebras dorsales, cuyos centros se encuentran comprimidos lateralmente y con constricción media. Las caras articulares son ovales, ligeramente anficélicas o platicélicas. Los procesos transversos no están completos. En los centros no hay presencia de parapófisis. Todas las piezas presentan evidencia de suturas visibles entre arco neural y centro vertebral. El posible

húmero consiste en un hueso de diáfisis muy comprimida medio-lateralmente y cuyos bordes están incompletos exceptuando la epífisis distal. Ésta última presenta una superficie articular rugosa.

### 3. Discusión y conclusiones

La presencia de suturas neurocentrales sin cerrar y arcos neurales desarticulados en SGO.PV.19802 son indicativos de un estadio de desarrollo ontogenético que no alcanzó su completa madurez (Brochu, 1996). Esto sumado a la ausencia de elementos repetidos, la correspondencia de tamaño y el grado de asociación de los elementos colectados, indican que pudieron pertenecer al mismo individuo.

En la Cuenca Neuquina existe un diverso registro fósil de talattosuquios de la familia Metriorhynchidae, incluyendo *Cricosaurus araucanensis*, *Cricosaurus lithographicus*, *Purranisaurus potens*, “*Metriorhynchus*” aff. *brachyrhynchus* y *Dakosaurus andiniensis* (Gasparini, 1985; Herrera, 2015). De todos estos, *C. araucanensis*, *D. andiniensis* y *P. potens* han sido registrados en el Titoniano superior-Berriasiano inferior de Formación Vaca Muerta (Spalletti et al., 1999). Fuera de Argentina, el registro de Thalattosuchia está restringido al Sinemuriano-Oxfordiano del Chile y al Valanginiano de Colombia. La falta de caracteres diagnósticos en los elementos vertebrales de SGO.PV.19001 y SGO.PV.19002 impiden una asignación más exclusiva de estos materiales dentro del clado Thalattosuchia, sin embargo la morfología y tamaño de las vértebras es similar al presente en *Dakosaurus* y *Torvoneustes* (Fraas, 1902; Gasparini y Spalletti, 2006; Wilkinson et al., 2008).

Anteriormente, en la Formación Lo Valdés se ha reportado una vértebra aislada de thalattosuquio (actualmente extraviada) en niveles asignados al Titoniano superior (Gasparini, 1985) y restos de ictiosaurios indeterminados en el Caloviano-Oxfordiano de la Formación Río Colina (Pardo-Pérez et al., 2015). El presente registro constituye la primera evidencia de reptiles marinos en el Cretácico Inferior de Chile.

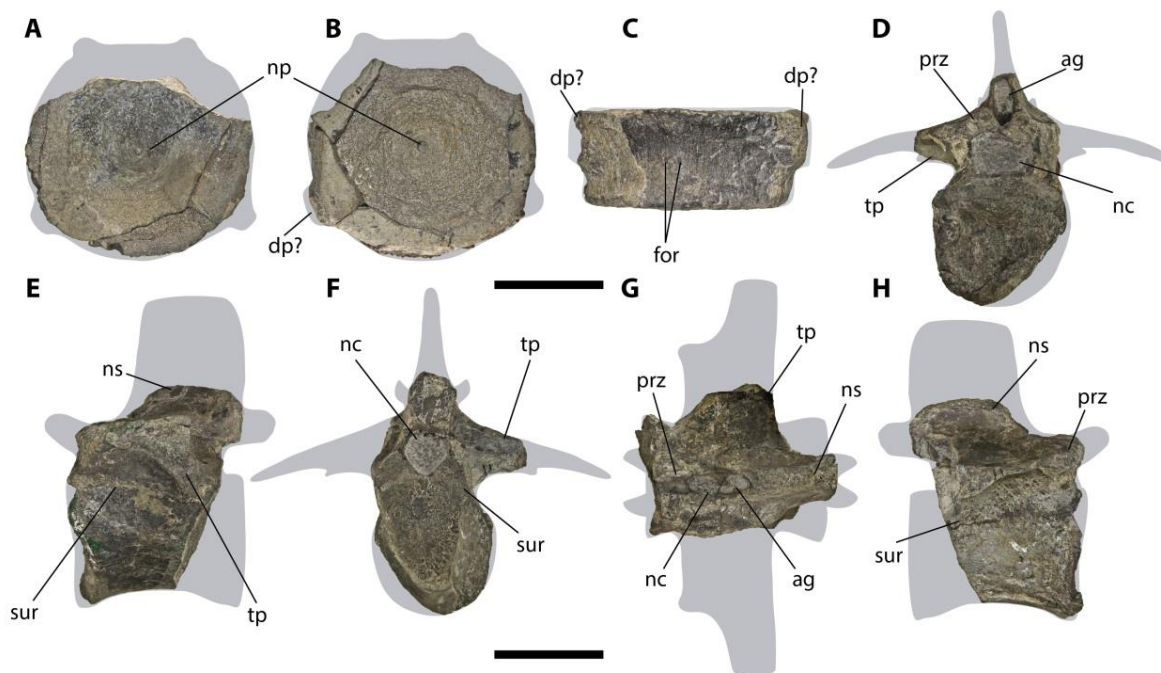


Figura 2: Selección de reptiles marinos de Ruhillas, Formación Lo Valdés (Berriasiano). SGO.PV.19800, Centro vertebral de Ichthyosauria indet. En A, vista anterior, B vista posterior y C vista ventral. SGO.PV.19802-a, vértebra dorsal en D vista anterior, E vista lateral izquierda, F vista posterior, G vista dorsal y H vista lateral derecha. Barras de escala = 50 mm.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Nataly Castro, Karina Silva, Joaquín Godoy y Matías Orrego por el invaluable apoyo entregado en trabajo de campo. Esta investigación es financiada por el Proyecto Fondecyt 1140176 “Global warming or cooling during the Jurassic – Cretaceous transition”.

## Referencias

- Brochu, C.A.** 1996. Closure of neurocentral sutures during crocodilian ontogeny: implications for maturity assessment in fossil archosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology* **16**(1): 49-62.
- Fraas, E.** 1902. Die Meer-Krocodilier (Thalattosuchia) des Oberen Jura unter specieller Berücksichtigung von Dacosaurus und Geosaurus. *Palaeontographica* **49**: 1-79.
- Gasparini, Z.** 1985. Los reptiles marinos jurásicos de América del Sur. *Ameghiniana* **22**(1-2): 23-34.
- Gasparini, Z., Pol, D. & Spalletti, L.A.** 2006. An unusual marine Crocodyliform from the Jurassic-Cretaceous boundary of Patagonia. *Science* **311**: 70-73.
- Gasparini, Z., Vignaud, P. y Chong, G.** 2000. The Jurassic Thalattosuchia (Crocodyliformes) of Chile: a paleobiogeographic approach. *Bulletin de la Société Géologique de France* **171**: 657-664.
- Gasparini, Z., Fernández, M., de la Fuente, M. & Salgado, L.** 2007. Reptiles marinos jurásicos y cretácicos de la Patagonia argentina: su aporte al conocimiento de la herpetofauna mesozoica. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* **11**(1): 125-136.
- Herrera, Y.** 2015. Metriorhynchidae (Crocodylomorpha: Thalattosuchia) from Upper Jurassic–Lower Cretaceous of Neuquén Basin (Argentina), with comments on the natural casts of the brain. En: M. Fernández y Y. Herrera (Eds.) *Reptiles Extintos - Volumen en Homenaje a Zulma Gasparini*. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina* **15**(1): 159-171.
- Otero, A.O., Soto-Acuña, S. & Rubilar-Rogers, D.** 2015. El registro fósil de plesiosaurios (Sauropterygia) en Chile. En: Rubilar-Rogers, D., Otero, R., Vargas, A. y Sallaberry, M. (eds.). *Vertebrados Fósiles de Chile*. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **63**: 151-188.
- Pardo-Pérez, J., Otero, R.A., Suárez, M.E.** 2015. El registro fósil de ictiosaurios (Reptilia: Ichthyosauria) en Chile. En: Rubilar-Rogers, D., Otero, R., Vargas, A. y Sallaberry, M. (eds.). *Vertebrados Fósiles de Chile*. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **63**: 133-150.
- Salazar, C.** 2012. The Jurassic-Cretaceous Boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin, Central Chile: Ammonite fauna, Bio- and Sequence Stratigraphy and Palaeobiogeography. Tesis de Doctorado. Universität Heidelberg, Alemania, 388 p.
- Salazar, C. & Stinnesbeck, W.** 2015. Redefinition, stratigraphy and facies of the Lo Valdés Formation (Upper Jurassic-Lower Cretaceous) in Central Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **64**: 41-68.
- Soto-Acuña, S., Otero, R.A., Rubilar-Rogers, D. & Vargas, A.O.** 2015. Arcosaurios no avianos de Chile. En: RUBILAR-ROGERS, D., OTERO, R., VARGAS, A. Y SALLABERRY, M. (eds.). *Vertebrados Fósiles de Chile*. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **63**: 209-263.
- Spalletti, L., Gasparini, Z., Veiga, G., Schwarz, E., Fernández, M.S., & Matheos, S.** 1999. Facies anóxicas, procesos deposicionales y herpetofauna de la rampa marina titoniano-berriasiana en la Cuenca Neuquina (Yesera del Tromen), Neuquén, Argentina. *Revista Geológica de Chile*, **26**: 109-123.
- Wilkinson, L.E., Young, M.T. & Benton, M.J.** 2008. A new metriorhynchid crocodile (Mesoeucrocodylia: Thalattosuchia) from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of Wiltshire, UK. *Palaeontology* **51**: 1307-1333.

# LA EXPRESIÓN DEL GEN *TBX-2* EN EL ALA EMBRIONARIA CONFIRMA LA IDENTIFICACIÓN PALEONTOLÓGICA DEL DÍGITO III EN AVES Y DINOSAURIOS

Alexander O. Vargas\*, Nicolás Cumplido, Macarena Ruiz-Flores, Camila Weiss

Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

[\\*alexvargas@uchile.cl](mailto:alexvargas@uchile.cl)

## Resumen.

La posición embrionaria de los dígitos del ala tridáctila de las aves es comparable a los dígitos II, III y IV de otros amniotas. Sin embargo, el registro fósil indica que evolucionaron a partir de los dígitos I, II y III de dinosaurios. La expresión de los genes *Hox-D* confirma la identidad del dígito más anterior como dígito I, pero en ausencia de otros marcadores moleculares, persiste las dudas sobre la identificación paleontológica de los demás dígitos en aves y sus ancestros dinosaurios. En este trabajo, demostramos que el límite anterior de expresión del gen *Tbx-2* marca el dígito III en extremidades donde no hay conflicto entre posición embrionaria y registro fósil. Encontramos que su expresión en el dígito más posterior del ala apoya la identificación paleontológica como dígito homólogo al dígito III de dinosaurios.

**Palabras Claves:** Homología, dígitos, hibridización in situ, *Archaeopteryx*

## 1. Introducción

La identidad de los dígitos del ala de las aves es motivo de controversia. El registro fósil muestra que los dígitos en *Archaeopteryx* y otros Avialae basales son morfológicamente comparables a los dígitos I, II, y III de dinosaurios y otros reptiles (Wagner y Gauthier 1999). La identidad del dígito más anterior como dígito I también se va apoyada por la expresión de los genes *HoxD10-12*, que se expresan en todos los dígitos excepto el dígito I (Salinas-Saavedra et al. 2014). Sin embargo, en los embriones de las aves modernas, el precursor cartilaginoso del dígito más posterior se desarrolla en línea con el ulnare y la ulna, y es el primer dígito en formarse, lo cual ocurre con el dígito IV en embriones de otros amniotas (Burke y Feduccia 1997). Esto ha llevado a algunos autores a proponer que los dígitos de las aves podrían ser I, III y IV, ó I, II y IV, y que la actual identificación paleontológica I, II, III podría ser errada no sólo para aves, sino también para sus ancestros dinosaurios (Xu et al. 2014). En embriones de amniotas, la expresión genética en el mesénquima inmediatamente posterior a un dígito es crucial para determinar su identidad. *Tbx-2* es un gen que es crucial para el desarrollo normal de dígitos posteriores (Suzuki et al. 2004). Por lo tanto, hemos clonado este gen en pollo (*Gallus gallus*) para observar su expresión en el ala embrionaria.

## 2. Metodología, muestreo, resultados

### 2.1. Métodos

Se clonó una sección del gen *Tbx-2* de pollo mediante partidores específicos para secuencias publicadas. Se sintetizaron sondas de mRNA antisense marcadas con digoxigenina para detección colorimétrica por hibridización in situ de transcritos de este gen en tejidos embrionarios del pollo. Se observaron un total de n=12 extremidades embrionarias (6 alas y 6 piernas) de pollo en estadio HH31

### 2.2. Resultados

Se encontró que en los pies del pollo, donde la identidad de los dígitos no es discutida, su expresión está presente en el mesénquima posterior al dígito III y desde ahí hacia posterior. La expresión de *Tbx-2* en ambas extremidades (anterior y posterior) del ratón muestra el mismo patrón (Farin et al 2013), con un límite anterior claro de *Tbx-2*, hasta el mesénquima posterior al dígito III. Se encontró que en el ala embrionaria, *Tbx-2* sólo se expresa en el mesénquima detrás del dígito más posterior.

### 3. Discusión

En comparación con otras extremidades, la expresión de *Tbx-2* en el dígito posterior del ala corresponde a la de un dígito III, consistente con la identificación paleontológica de este dígito en aves y dinosaurios. Una publicación reciente utilizando RNA-Seq (Wang et al 2009) fracasó en detectar este patrón, sugiriendo un error de tipo II (falso negativo). Nuestros datos advierten contra conclusiones realizadas en base a resultados negativos de RNA-Seq, como la idea que las aves poseen dígitos I, n, n (dígitos posteriores sin identidad). La expresión de *Tbx-2* apoya la hipótesis según la cual la inconsistencia entre posición embrionaria e identidad digital se explicaría por un evento de transformación homeótica en la transición dinosaurio-ave (Wagner y Gauthier 1999, Salinas-Saavedra et al 2014).

### Referencias

- Wagner, G. P. y Gauthier, J. A.** 1999. 1, 2, 3= 2, 3, 4: a solution to the problem of the homology of the digits in the avian hand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **96**: 5111-5116.
- Salinas-Saavedra, M., Gonzalez-Cabrera, C., Ossa-Fuentes, L., Botelho, J. F., Ruiz-Flores, M., y Vargas, A. O.** 2014. New developmental evidence supports a homeotic frameshift of digit identity in the evolution of the bird wing. *Frontiers in Zoology*, **11**: 33.
- Burke, A. C. y Feduccia, A.** 1997. Developmental patterns and the identification of homologies in the avian hand. *Science*, **278**: 666-668.
- Xu, X., Zhou, Z., Dudley, R., Mackem, S., Chuong, C. M., Erickson, G. M., & Varricchio, D. J.** 2014. An integrative approach to understanding bird origins. *Science*, **346**: 1253-1293.
- Suzuki, T., Takeuchi, J., Koshida-Takeuchi, K., y Ogura, T.** 2004. *Tbx* genes specify posterior digit identity through *Shh* and *BMP* signaling. *Developmental cell*, **6**: 43-53.
- Farin, H. F., Lüdtke, T. H., Schmidt, M. K., Placzko, S., Schuster-Gossler, K., Petry, M., y Kispert, A.** 2013. *Tbx2* terminates *shh*/*fgf* signaling in the developing mouse limb bud by direct repression of *gremlin1*. *PLoS Genet*, **9** (4), e1003467.
- Wang, Z., Young, R. L., Xue, H., y Wagner, G. P.** 2011. Transcriptomic analysis of avian digits reveals conserved and derived digit identities in birds. *Nature*, **477**: 583-586.

# INVERTEBRATES OF THE BAÑOS DEL FLACO FORMATION, NORTH OF TINGUIRIRICA RIVER, CENTRAL CHILE

Linda Vidal<sup>1\*</sup>, Christian Salazar<sup>2</sup> & Wolfgang Stinnesbeck<sup>3</sup>

1: Geología, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

2: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

3: Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland.

\* [lindavimu@gmail.com](mailto:lindavimu@gmail.com)

**Abstract.** In the Baños del Flaco Formation, north of the Tinguiririca river, 137 invertebrate fossils were determined and grouped in cephalopods, bivalves, brachiopods, scaphopods, gastropods, echinoderms, corals and serpulids. We here document the ammonites *Windhausenicerias* sp., *Substeueroceras* sp., *Aulacosphinctes* cf. *proximus*, *Corongoceras* sp., *Corongoceras* cf. *evolutum*, *Lythohoplites* sp., *Lythohoplites varelai*, *Micracanthoceras* sp., *Micracanthoceras* cf. *microcanthum*, and *Micracanthoceras* cf. *spinulosum*, the bivalves Pectinidae, Cardiidae, *Gryphaea* sp, *Inoceramus* sp, *Pholadomia gigantea*, *Eriphyla* cf. *argentina*, *Steinmanella* cf. *transitoria*, *Anopaea* cf. *callistoensis*, and *Neocomiceramus curacoensis*, corals assigned to *Stelidioseris* genus, rhynchonellid brachiopods, scaphopoda, turritellid gastropods, Euechinoidea, and Serpulidae. The presence of *Windhausenicerias* sp., and *Micracanthoceras microcanthum* indicate an upper Tithonian age, while *Substeueroceras* sp. may indicates an early Berriasian age.

**Key words:** Jurassic, Cretaceous, paleontology, ammonites, bivalves, Andes.

## 1 Introduction

One of the formations that represent the Upper Jurassic – Lower Cretaceous Boundary in Central Chile in the Andes Mountains is the Baños del Flaco Formation (Klohn, 1960; Covacevich et al., 1976; Salazar, 2012; Salazar y Stinnesbeck, 2015), assigned to the Middle Tithonian – Lower Berriasian interval. The Baños del Flaco Formation, defined by Klohn (1960), is composed of limestone, sandy limestone, calcareous sandstone and to a lesser amount, of conglomerate, sandstone and calcareous siltstone (Klohn, 1960; Covacevich et al., 1976). Its type locality is south of the Tinguiririca river, where the unit is 369 m thick (Salazar, 2012, Salazar and Stinnesbeck 2016).

The present work on the Baños del Flaco Formation was carried out at the north of the Tinguiririca river (in front of the type locality), near the Termas del Flaco locality, Colchagua Province (VI Region), in the Andes Mountains of Central Chile (figure 1).

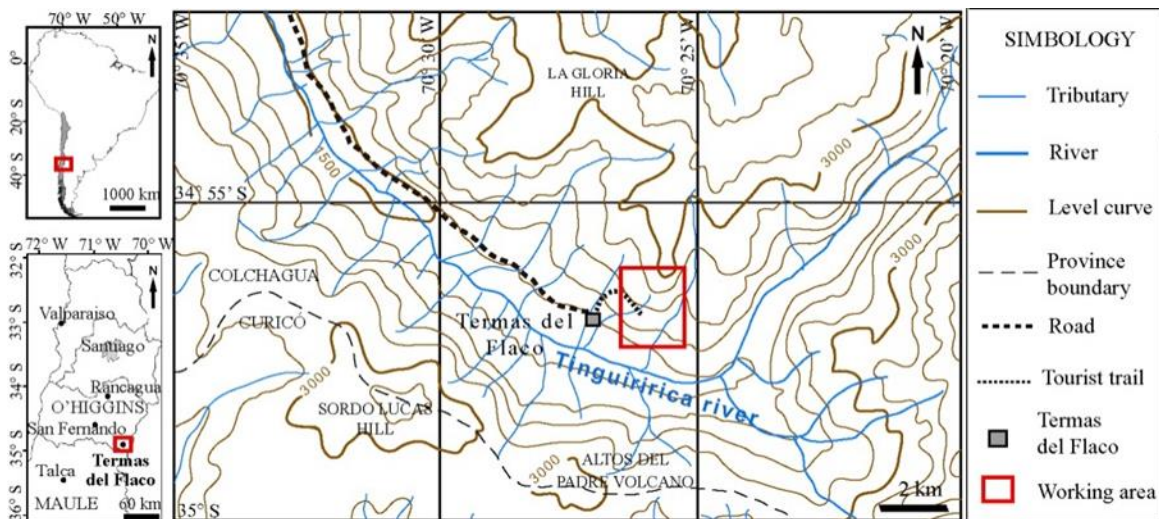


Figure 1. Location map of the working area. The working area (red box) is located in the Baños del Flaco Formation at the north of the Tinguiririca river, near the Termas del Flaco locality, Colchagua Province, in the Andes Mountains of Central Chile.

## 2 Methodology

137 invertebrate fossils were determined, mainly external molds, collected in situ in the rock strata. Fossil cleaning was done by the mechanical method at the paleontology laboratory of the National Museum of Natural History of Chile (MNHN). Fossils were determined based on Salazar and Stinnesbeck (2016) and the thesis of Maldonado (in press). Classification of siliciclastic rocks was done based on Pettijohn et al. (1987), that of carbonate rocks was done based on Wright (1992), and mixed rocks are reported based on Mount (1985). Granulometric description is based on Wentworth (1922).

## 3 Palaeontology

Baños del Flaco Formation is 433,2 m thick at the north of the Tinguiririca valley. The lowermost 104 m of the sequence are conglomerates; upsection sandy and silty limestone, calcareous siltstone, sandstone and calcareous sandstone are present. The formation is divided into a lower and upper Member, defined by Salazar (2012).

137 invertebrate specimens were determined, including ammonites, inoceramids, trigoniids, pectinids, pholadomyids, oysters, cardiids, brachiopods, belemnites, scaphopods, corals, gastropods, equinoids and serpulids.

**Cephalopods** correspond to *Windhausenicer* sp., *Corongoceras* sp., *Lythohoplites* sp., *Micracanthoceras* sp., *Substeuoceras* sp. (figure 2 A), *Aulacosphinctes* cf. *proximus*, *Corongoceras* cf. *evolutum* (figure 2 B), *Lythohoplites* *varelae*, *Micracanthoceras* cf. *microcanthum* (figure 2 C), and *Micracanthoceras* cf. *spinulosum* (figure 2 D), while belemnites correspond to the genus *Cylindroteuthis*.

**Bivalves** include *Cardiidae*, *Pectinidae*, *Eriphyla* sp., *Gryphaea* sp., *Inoceramus* sp., *Pholadomya gigantea*, *Eriphyla* cf. *argentina*, *Steinmannella* cf. *transitoria* (figure 2 E), *Anopaea* cf. *callistoensis* (figure 2 F), and *Neocomiceramus curacoensis*.

**Brachiopods** are determined as *Rhynchonellidae*.

Scaphopods, gastropods of the family *Turritellidae*, the coral *Stelidioseris* sp. (figure 2 G), serpulids, and *Euechinoidea* (figure 2 H) are rare elements of the assemblage.

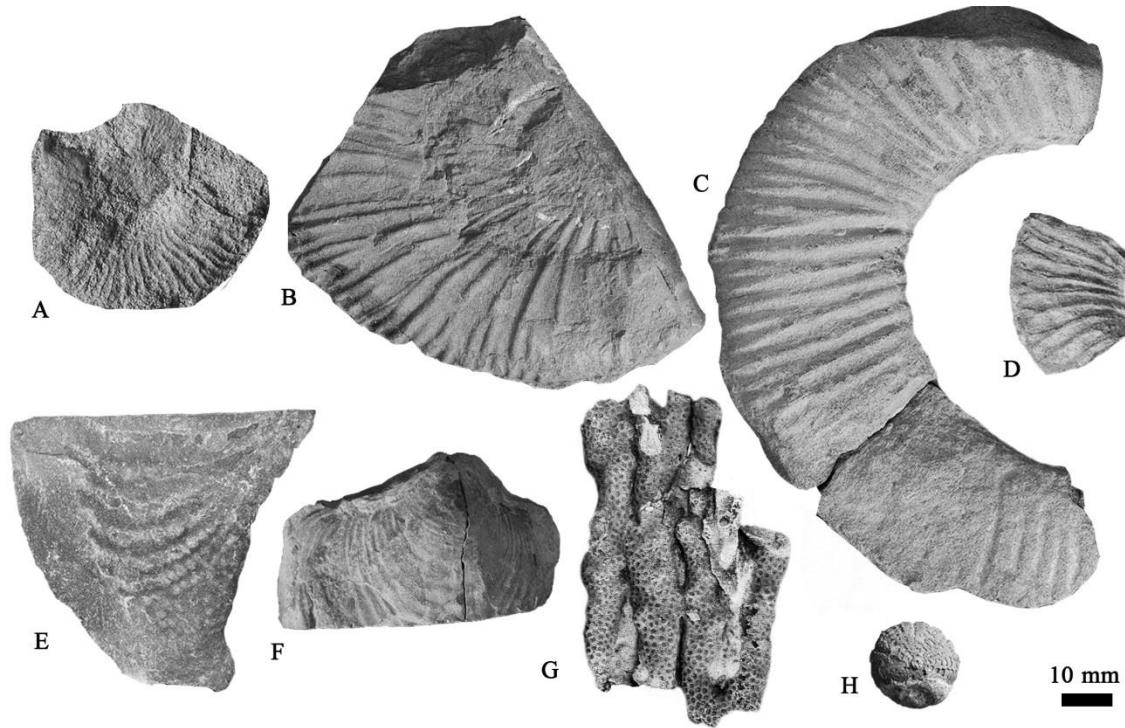
The fossil record is dominated by the ammonites *Corongoceras* sp., *Lythohoplites* sp., *Micracanthoceras* sp., *Corongoceras* cf. *evolutum*, *Lythohoplites* *varelae*, *Micracanthoceras* cf. *microcanthum*, and *Micracanthoceras* cf. *spinulosum*, and in less abundance *Aulacosphinctes* cf. *proximus* and *Windhausenicer* sp.; *Substeuoceras* sp. is restricted to the top of the section. Bivalves are abundant throughout the section, followed by belemnites, scaphopods, and brachiopods that appear at the upper strata of the Formation. Corals and echinoids are restricted to the lowermost meters of limestone in the section, and gastropods and serpulids are rare.

## 4 Age

The Baños del Flaco Formation is assigned to the middle Tithonian – lower Berriasian (Salazar, 2012; Salazar and Stinnesbeck 2016). The presence of *Windhausenicer* sp., and *Micracanthoceras microcanthum* indicate a Tithonian age, and *Substeuoceras* sp. indicates a lower Berriasian age (Salazar and Stinnesbeck, 2015).

## 5 Acknowledgements

We thank Hannes Löser (Universidad Nacional Autónoma de México) for the determination of corals, Valentina Maldonado (Universidad de Concepcion) for the paleontological information given from her thesis, and Vicente Cabrera, Samantha Leiva, Paula Soto (Universidad Andres Bello), y Luciano Villanelo (Universidad Santo Tomás) for their help and assistance during field work. Financial support to this project was given by Fondecyt de Iniciación 11140176.



**Figure 2. Representative invertebrates of Baños del Flaco Formation at the north of Tinguiririca.** A: *Substeueroceras* sp; B: *Corongoceras* cf. *evolutum*; C: *Micracanthoceras* cf. *microcanthum*; D: *Micracanthoceras* cf. *spinulosum*; E: *Steinmannella* cf. *transitoria*; F: *Anopaea* cf. *callistoensis*; G: *Stelidioseria* sp.; H: *Euechinoidea*.

## References

- Covacevich, V., Varela, J., & Vergara, M.** 1976. Estratigrafía y Sedimentación de la Formación Baños del Flaco al sur del Río Tinguiririca, Cordillera de los Andes, Provincia de Curico, Chile. Actas I Congreso Geológico Chileno, Chile, 191-211.
- Klohn, C.** 1960. Geología de la Cordillera de los Andes de Chile Central. Provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago, Chile, Bulletin **8**. 95 pp.
- Maldonado, V.** (in press). Petrografía, facies, paleontología y patrimonio de la Formación Baños del Flaco, sector Río Maitenes, Región del Maule, Chile. Memoria para optar al título de geólogo. Universidad de Concepción.
- Mount, J.** 1985. Mixed siliciclastic and carbonate sediments: a proposed first-order textural and compositional classification. California. Sedimentology, **32**, 435-442.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., & Siever, R.** 1987. Sand and Sandstone. Springer-Verlag. 553 pp.
- Salazar, C.** 2012. The Jurassic-Cretaceous Boundary (Tithonian-Hauterivian) in the Andean Basin of Central Chile: Ammonites, Bio- and Sequence Stratigraphy and Palaeobiogeography. PhD Memory, Universidad Der Rupecht-Karls, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, 389 pp.
- Salazar, C. & Stinnesbeck, W.** 2016. Tithonian–Berriasian ammonites from the Baños del Flaco Formation, Central Chile. Journal of Systematic Palaeontology. **14**, 149 - 182.
- Wentworth, C.** 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. The Journal of Geology , **30**, 377-392.
- Wright, V. P.** 1992. A revised classification of limestones. Sedimentary Geology, **76**, 177-185.



V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

## CENOZOICO

---



Modelo 3D del tramo articulado de la columna vertebral de  
*Thalassocnus carolomartini*.  
Sedimentos del Plioceno  
© Saleta de los Arcos

## CONSTRUCCIÓN DE UN SET DE CALIBRACIÓN CLIMÁTICO BASADO EN REGISTROS DE POLEN ACTUAL EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANIA, CHILE.

Ana M. Abarzúa<sup>1\*</sup>, Marcela S. Tonello<sup>2</sup>, Alvaro González-Reyes<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Chile

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET-UNMdP, Argentina

<sup>3</sup>Facultad de Geología, Universidad de Chile, Chile

\* [anaabarzua@uach.cl](mailto:anaabarzua@uach.cl)

En el sur de Chile existen muchos registros palinológicos que abarcan cambios vegetacionales desde la Última Glaciación, sin embargo todas estas aproximaciones son de carácter cualitativo. El primer paso en todas las reconstrucciones climáticas cuantitativas es la construcción y evaluación de un set de calibración basado en registros de datos polínicos y climáticos actuales. En este trabajo se presenta el primer set de calibración construido para la Región de la Araucanía en Chile (37-40°S). El set consta de 40 sitios distribuidos en las diferentes unidades vegetacionales regionales, que en grandes rasgos comprende los bosques laurifolios, bosques deciduos, bosques siempreverdes y bosques altoandinos con coníferas. Los registros polínicos provienen de diferentes ambientes de deposición: lagos, pantanos y musgos, los cuales fueron analizados bajo procedimientos estándares y registran aproximadamente unos 100 taxa polínicos. Las variables climáticas de precipitación y temperatura se obtuvieron a partir de registros de estaciones meteorológicas y corresponden al periodo climático normal entre 1980-2015. Se presenta la relación de los diferentes tipos polínicos registrados con las variables climáticas seleccionadas, como base para la construcción y posterior evaluación de diferentes modelos de reconstrucción climática cuantitativa. El modelo que presente mejor poder de predicción será utilizado en la estimación climática cuantitativa a partir de los registros fósiles desde el Último Máximo Glacial en la Región de la Araucanía.

Agradecimientos: FONDECYT 11140677, Dr. Luciano Caputo, Leonora Jarpa, Juana Martel-Cea.

## ESQUEMA BIOESTRATIGRÁFICO DE LA FAUNA *NOTOHIPPIDENSE* EN SIERRA BAGUALES, MAGALLANES, CHILE

Enrique Bostelmann T.<sup>1\*</sup>, Raúl Ugalde<sup>2</sup>, Karina E. Buldrini<sup>3</sup> y José Luis Oyarzún<sup>4</sup>

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Los Laureles s/n, 5090000, Valdivia, Chile.

2: PEDECIBA Geociencias, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay.

3: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras 3425, Ñuñoa, Santiago, Chile.

4: Parque Geológico y Paleontológico La Cumbre-Baguales, kilómetro 385 Ruta N° 9 Norte, Provincia de Última Esperanza, Magallanes, Chile.

\* email: [ebostel@yahoo.com](mailto:ebostel@yahoo.com)

**Resumen.** Los depósitos de la Formación Santa Cruz en Sierra Baguales albergan la mayor diversidad conocida de mamíferos fósiles de Magallanes. A fin de avanzar en el proceso de correlación regional de las faunas, todos los restos colectados *in situ* fueron posicionados en dos columnas estratigráficas integradas, realizadas en los sectores del Río de los Cristales (183 metros de potencia) y Morro Bayo (172 metros). A lo largo de la sucesión las especies más frecuentes y abundantes fueron *Notohippus toxodontoides*, *Astrapothericulus iheringi* y *Proeutatus* sp. nov. Su co-ocurrencia en diversos horizontes permitió caracterizarlas como fósiles guía para ambas secciones. En el Río de los Cristales el biohorizonte de primera aparición (BPA) de *Notohippus toxodontoides* ocurrió 14 metros por debajo de una toba dacítica correlacionada al Nivel Piroclástico Superior (NPS) de Cuitiño et al. (2012), datado por U-Pb en  $18.85 \pm 0.3$  Ma. *Proeutatus* sp. nov. y *Astrapothericulus iheringi* tuvieron sus BPA 12 metros por sobre el NPS. En la sección de Morro Bayo, el BPA de *Notohippus toxodontoides* y *Proeutatus* sp. nov. ocurrió 20 metros por sobre el NPS. La mayor concentración de restos fósiles y de diversidad  $\alpha$  se obtuvo en facies de planicie de inundación y canales fluviales de los últimos dos tercios de ambas columnas. En Morro Bayo los niveles arrojaron una edad U-Pb media máxima de  $18.23 \pm 0.26$  Ma. En estos tramos los fósiles guía se asociaron a Sparassodonta indet., *Stegotherium notohippidense*, *Hapalops* sp., Megatherioidea indet., *Nesodon* sp., *Adinotherium* sp., *Adelphomys candidus*, *Stichomys* sp., *Perimys incavatus*, *Perimys* spp., *Luantus* sp., Cariamidae indet. y Aves indet. En Río de los Cristales algunos de los horizontes incluyeron troncos fósiles en posición de vida. En el tope de Morro Bayo se colectaron además: Abderithidae indet., *Proeutatus oenophorum*, Propalaeohoplophorinae indet., *Protypotherium* sp., *Paramacrauchenia scamnata* y *Neoreomys* sp.

La distribución constante de los fósiles guía permitió establecer una biozona de asociación de *Notohippus toxodontoides* – *Astrapothericulus iheringi* para caracterizar las faunas del piso *Notohippidense* en Magallanes. El rango temporal de esta nueva biozona estaría comprendido entre los 19 y 18 Ma. app. (edad Burdigaliense). La potencial superposición cronológica entre los ensambles *Notohippidenses* y las típicas faunas Santacrucenses de la costa Atlántica Argentina permiten inferir que las diferencias responderían a un patrón de diversidad  $\beta$ , vinculado a factores ecológico/ambientales y/o una historia biogeográfica independiente. Proponemos que estas condiciones estarían relacionadas al establecimiento de un gradiente altitudinal originado durante el alzamiento Neógeno de los Andes Patagónicos.

**Palabras clave:** Mamíferos fósiles, Mioceno temprano, Patagonia.

## VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LAS INTERACCIONES BIÓTICAS A LO LARGO DEL PLIO-PLEISTOCENO EN CHILE CENTRO-SUR.

Belén Bustos<sup>1\*</sup> Sven N. Nielsen<sup>1</sup> Marcelo M. Rivadeneira<sup>2</sup>

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile.

2: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Coquimbo, Chile.

\* [bustos.belen3@gmail.com](mailto:bustos.belen3@gmail.com)

**Resumen.** La presencia de marcas de bioerosión representa una poderosa herramienta para estudiar las interacciones bióticas en el registro fósil, incluyendo patrones espacio-temporales de variación y sus procesos subyacentes. En este estudio se analiza la variación espacial en la frecuencia relativa de diferentes tipos de interacciones bióticas empleando marcas de bioerosión (perforaciones de depredación, epibiontes, y marcas de reparación por fractura) de moluscos en tres sitios Plio-Pleistocénicos del centro sur de Chile (Tubul, Isla Guafo, e Isla Guablín), abarcando un gradiente espacial de ca. 800 km. En relación a los resultados obtenidos, se concluye que a nivel paleoecológico los sitios son diferentes entre sí, por lo tanto, no es posible establecer un patrón latitudinal lo que contrasta con estudios anteriores que proponen similitudes faunísticas y una estrecha relación de equivalencia entre estos sitios en las costas de Chile.

### 1 Introducción

La bioerosión es un mecanismo de alteración tafonómica debido a la acción erosiva de un gran número de organismos que pueden perforar, penetrar, roer, raspar o grabar sobre las superficies de sustratos duros como las rocas, cantos rodados o material esquelético. El trabajo de estos organismos produce trazas fósiles (Farinati et al., 2006). A través del estudio de trazas fósiles se puede establecer asociaciones entre individuos y así establecer interacciones ecológicas. La depredación es un tipo de asociación ecológica inter-específica que es entendida como el consumo de un organismo (presa) por otro organismo (depredador), estando viva la presa cuando es atacada por el depredador (Gómez et al., 2015). En el registro fósil del filo de los moluscos es posible analizar las interacciones de depredación a través del estudio de las marcas de depredación por perforación, una perforación es producida por un gasterópodo depredador y es una excavación de tamaño y forma característicos, taladrada en el exoesqueleto calcáreo de la presa lo que implica un ablandamiento químico y abrasión radular de la valva de la presa con el propósito de obtener el alimento (Carriker y Yochelson, 1968). El análisis de estas las marcas de depredación por perforación son un indicador de la actividad alimenticia y de presión selectiva de un taxón sobre otro (Neira et al., 2012). A su vez los individuos presa desarrollan mecanismos de defensa para resistir a los ataques de los depredadores, siendo entonces estos ataques, no letales. Los moluscos poseen la capacidad de reparar sus conchas posteriores al ataque de crustáceos, los que quiebran los bordes de las conchas con el propósito de obtener el alimento, generándose así cicatrices de reparación. Cicatrices de reparación proporcionan un registro cuantitativo de encuentros depredador presa en forma de ataque fallidos de depredadores (Alexander y Dietl, 2003). Otro tipo de interacciones a nivel intra-específico es la epibiosis que se define como el asentamiento de organismos en crecimiento sobre las superficies animadas e inanimadas sumergidas (Henrikson y Pawlik, 1998; Puyana, 2002). Existen una amplia variedad de especies que utilizan la epibiosis como estrategia de asentamiento, un ejemplo de esta actividad son los briozoos los que se han adaptado a vivir sobre sustratos duros como las valvas de los moluscos. De este modo, las estructuras superficiales que generan, en forma de diminutas marcas, se denominan grabados (Bromley, 1992). Otras especies que llevan a cabo la actividad epibiotica son los serpulidos, las marcas son descritas como surcos cilíndricos, de formas sinuosas, con dos aberturas que recorren la superficie valvar. (Farinati et al., 2006), lo que las hace distinguibles de las hechas por otros organismos.

El estudio de las interacciones entre dos especies proporciona variada información, dentro de ella se pueden llegar a exponer patrones de interés evolutivo y/o la reconstrucción de paleoambientes. (Gordillo, 2001). Desde un punto de vista comparativo, en este estudio se analizan las interacciones ecológicas de depredación y epibiosis, en el registro fósil del filo molusca de la formación Tubul, en la Península de Arauco, zona centro sur de Chile, isla Guafo e isla Guablín, en el archipiélago de Chonos al sur de Chile

Se propone que las interacciones ecológicas, basadas en la depredación que involucran al filo Mollusca del Plioceno-Pleistoceno de la Formación Tubul e islas Guafo y Guablín presentan un patrón latitudinal normal en

cuanto a la frecuencia de las perforaciones y que las interacciones ecológicas, basadas en epibiosis que involucran al filo Mollusca del Plioceno-Pleistoceno de la Formación Tubul, de las islas Guafo y Guamblín presentan un patrón latitudinal normal en cuanto a la frecuencia de epibiosis (briozoos y serpulidos).

## 2 Material y métodos

Las muestras a utilizar para el presente estudio fueron extraídas de tres localidades a lo de la costa de Chile: Formación Tubul, Isla Guafo e Isla Guamblín.

La Formación Tubul está ubicada al Sur del Golfo de Arauco ( $37^{\circ}14'S$  y  $73^{\circ}26'O$ ). Esta formación consta de dos unidades litológicas (inferior-superior). La unidad inferior está formada por una arenisca muy fina, gris oscuro medio, algo calcárea, esta es portadora de numerosos fósiles. El miembro superior está constituido por arenisca muy fina y limosa con escasa presencia de fósiles. El ambiente de sedimentación era rápido, tranquilo, muy cerca de la costa o tal vez lagunar (Biró Bagóczy, 1979). La edad geológica asociada para esta localidad de acuerdo a los estudios realizados, es Pleistoceno temprano (Nielsen y Valdovinos, 2008).

Isla Guafo está ubicada en la Región de los Lagos al Sur de Chile, al sur Oeste de Isla Grande de Chiloé. ( $43^{\circ}37'S$  y  $74^{\circ}45'O$ ). De acuerdo a los estudios anteriormente realizados se determinó una edad Pliocena superior para este sector (Frassinetti, 1997). Las rocas portadoras corresponden a limolitas grises en el lado norte de Caleta Samuel (Punta Yañez), areniscas/limolitas amarillentas en el sector sur (Punta de Toro, Estero Chilconal) y limolitas grises en el área de Estero Tres Calles-Punta Caleta (al sur de Caleta Sheep) (Frassinetti, 1997).

Isla Guamblín (Archipiélago de los Chonos) al sur de Chile ( $44^{\circ}47'45''S$  y  $75^{\circ}05'15'O$ ). Las muestras fueron recolectadas en capas de limolitas de color gris claro, poco o bastante cementadas. La edad geológica atribuida a esta isla es Plioceno Superior (Frassinetti y Covacevich, 1995). Para establecer un patrón latitudinal, se estudiaron tres colecciones compuestas de 91 Individuos (21 especies), 196 individuos (28 especies) y 390 individuos (34 especies) de Tubul, Guafo y Guamblín respectivamente. En las cuales se analizaron frecuencias e intensidad de las marcas de depredación – por perforación y cicatrices de reparación – y presencia de epibiosis. De los datos obtenidos, se realizaron diversas pruebas estadísticas para evaluar –los efectos tafonómicos de tamaño corporal y grado de fragmentación de la concha y –los efectos de las interacciones a nivel de individuo y de especie.

## 3 Resultados

Los resultados sobre interacción de depredación por perforación muestran que de un total de 65 conchas perforadas el 97% (63 conchas) muestran una sola marca de depredación por perforación en cada concha. Sólo el 3% (dos conchas) muestra dos marcas de perforación, esto último asociado al sitio de Guamblín, el que expone una frecuencia de perforación más alta a nivel de individuo que los sitios de Tubul y Guafo, estos dos últimos no muestran diferencias entre ellos, por lo tanto, no es posible establecer un patrón latitudinal.

En torno a la interacción por epibiosis de briozoos no hay diferencias entre los sitios, por esto se puede establecer un patrón, pero no un gradiente latitudinal. Sobre epibiosis por serpulidos los resultados exponen diferencias entre los sitios. Tubul muestra diferencias con Guafo y Guamblín, entre estos dos últimos no hay diferencias, por lo tanto, no es posible establecer un patrón.

Las cicatrices de reparación presentes en las conchas muestran diferencias significativas entre los sitios, variando de un 40% (Tubul) a un 72% (Guafo) y un 53% (Guamblín). Por lo tanto, no es posible establecer un patrón para esta interacción.

## 4 Conclusiones

En relación a los resultados obtenidos y basados en la evaluación conjunta de estos se concluye que a nivel paleoecológico, los sitios son diferentes entre sí, por lo tanto, no se puede establecer un patrón latitudinal normal; lo que contrasta con estudios anteriores que proponen similitudes faunísticas y una estrecha relación de equivalencia

entre estos sitios en las costas de Chile. Se propone entonces un patrón latitudinal inverso, con un incremento de la frecuencia e intensidad de las interacciones a medida que se avanza hacia el polo Sur.

## Agradecimientos

Esta investigación fue subsidiada por los proyectos Fondecyt No.1140841 “Species interactions in mollusk assemblages across geographic and evolutionary scales” y Fondecyt No.1150664 “Miocene marine diversity along the coast of central to southern Chile across multiple taxa”.

## Referencias

- Alexander, R.R. & Dietl, G.P.** 2003. The fossil record of shellbreaking predation on marine bivalves and gastropods. En KELLEY, P.H., KOWALESKI, M. & HANSEN, T.H. (ed.) Predator—prey interactions in the fossil record. Topics in Geobiology Series, **20**, 141- 176.
- Biró-Bagóczy, L.** 1979. Contribución al conocimiento de la Formación Tubul, Plioceno Superior, Provincia de Arauco (37° 14' Lat. Sur). Congreso Geológico Chileno, No. 2, Actas 3: H33–H44.
- Bromley, R.G.** 1992. Bioerosion: Eating Rocks for Fun and Profit. En: C.G. Maples y R.R. West (eds.), Trace Fossils. Paleontological Society, Short Courses, **5**, 121-129.
- Carriker, M.R. & Yochelson, E.L.** 1968. Recent gastropod boreholes and Ordovician cylindrical borings. United States Geological Survey Professional Paper, **593-B**, B1-B26, lám. 1-5.
- Farinati, E.A., Spagnuolo, J. & Aliotta, S.** 2006. Bioerosión en micromoluscos holocenos del estuario de Bahía Blanca, Argentina. Ameghiniana, **43**, 45-54.
- Frassinetti, D.** 1997. Moluscos del Plioceno superior marino de Isla Guafo, sur de Chile. Parte I. Bivalvia. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile, **46**, 55-79.
- Frassinetti, D. & Covacevich, V.** 1995. Moluscos del Plioceno Superior Marino de Isla Guablín, Archipiélago de Chonos, sur de Chile. Revista Geológica de Chile, **22**, 47-73.
- Gómez, C., Argáez, R. & Carreño, M.** 2015. Estado del conocimiento de la durofagia en el registro fósil: Interacción depredador-presa en moluscos marinos (Clase Gastropoda y Bivalvia). Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, **18**, 61-70.
- Gordillo, S.** 2001. Marcas de la depredación de *Acanthina* Fisher von Waldheim, 1807 (Gastropoda: Muricidae) sobre Bivalvia. Ameghiniana, **38**, 55-60.
- Henrikson, A.A. & Pawlik, J.R.** 1998. Seasonal variation in biofouling of gels containing extracts of marine organisms. Biofouling, **12**, 245-255.
- Neira, A. Villafaña, J. & Rivadeneira, M.** 2012. Marcas de depredación por perforadores en ensambles de moluscos del Pleistoceno medio del norte de Chile. 13. Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Actas, 134-136.
- Nielsen, S.N. & Valdovinos, C.** 2008. Early Pleistocene mollusks of the Tubul Formation, South Central Chile. The Nautilus, **122**, 201-216.
- Puyana, M.** 2002. Chemical ecology in aquatic ecosystems. 23 pp. Chemical ecology. Encyclopedia of life support systems (EOLSS) under the auspices of the UNESCO. Ed. Publishers Oxford, Reino Unido.

# ANÁLISIS TAFONÓMICO PRELIMINAR DE LAS CONCENTRACIONES DE MOLUSCOS FÓSILES EN DEPÓSITOS DE LA FORMACIÓN TUBUL, PLIO-PLEISTOCENO, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE.

Katherine Cisterna<sup>1\*</sup>, Ignacio Fernández<sup>1</sup>, Fernando Muñoz<sup>2</sup>.

1: Laboratorio de Sedimentología, Universidad Andrés Bello, sede Concepción-Talcahuano, Región del Biobío, Chile.

2: Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Universidad de Sevilla, C/Prof. García González, s/n, 41012, Sevilla, España.

\* [kathecisterna.c@gmail.com](mailto:kathecisterna.c@gmail.com)

**Resumen.** Los datos preliminares del análisis tafonómico de concentraciones de moluscos fósiles realizados en las facies siliciclásticas de edad Plio-Pleistoceno correspondientes a la Formación Tubul, han permitido reconocer (tomando como referencias metodológicas los trabajos de Kidwell *et al.* (1986), Mayoral (1989) y Kidwell & Holland (1991) cuatro Tafosistemas: Tipo A de *Venus araucana*; Tipo B de *Zygochlamys patagónica*; Tipo C (*Venus araucana* y braquiópodos con buena preservación); Tipo D (*Shell detritus*). Estas se encuentran principalmente asociadas a una génesis sedimentológica en donde el agente modelador corresponde a la influencia del oleaje, en un ambiente de tipo *offshore transition* y asociados a regímenes transgresivos.

**Palabras claves.** Biofábrica, Tafosistema, concentración esquelética, Formación Tubul

## 1 Introducción

Algunos patrones de agrupamiento de macrofósiles son indicativos de dinámica de flujos hidrostáticos durante la necrocinesis a escala de cuenca sedimentaria y pueden depender además de la forma geométrica de los elementos conservados (Fernandez 1999). Estas asociaciones corresponden a las llamadas “concentraciones esqueléticas fósiles” que en su mayoría comprenden depósitos bioclásticos de macroinvertebrados y son una fuente importante de datos paleontológicos principalmente en depósitos marinos (Simoes *et al.* 1998). Una concentración de fósiles se refiere a acumulaciones de densidad relativa de partes duras de origen biológico, que no dependen necesariamente de su composición taxonómica, ni estado de preservación, ni grado de modificación post-mortem (Kidwell *et al.* 1986) pero si de la morfología de los restos esqueléticos además de la corriente hidráulica que actúa sobre ellos, de acuerdo a los datos experimentales y las observaciones realizadas en medios actuales. Se presentan a continuación, datos preliminares de un análisis tafonómico en el sector de acantilados costeros, cercano a caleta Tubul, correspondiente a depósitos aflorantes de la Formación Tubul, basados en los trabajos realizados por Kidwell *et al.* (1986) y Kidwell & Holland (1991).

## 2 Marco geológico y área de estudio

Los acantilados costeros presentes en el sector de caleta Tubul (37 ° 14 'S; 73 ° 26' W) ubicados a 11 km hacia el Oeste de la comuna de Arauco, son parte de la Formación Tubul (Figura 1). Presentan una potencia aproximada de 60m. Pineda (1986), asigna estos sedimentos al Plio-Pleistoceno en donde el ambiente de sedimentación corresponde a un ambiente marino poco profundo de circulación restringida.

## 3 Metodología

En este sector se realizó un análisis tafonómico, utilizando a Kidwell *et al.* 1986 y Kidwell & Holland (1991) para definir la concentración y ensamble de macroinvertebrados fósiles, composición taxonómica, biofábrica, geometría y estructura interna de estos.

El análisis se realizó en una sección aproximada de 20m de potencia en la vertical y unos 300m de extensión horizontal. Esta sección fue descrita en base a las acumulaciones de bivalvos principalmente. Para el análisis de las fabricas bioclásticas se consideraron tamaños mayores a 5mm y se utilizaron cuadrantes de 20 x 20 cm. Dada la naturaleza de los acantilados, el estudio se realizó en las secciones más accesibles y representativas.

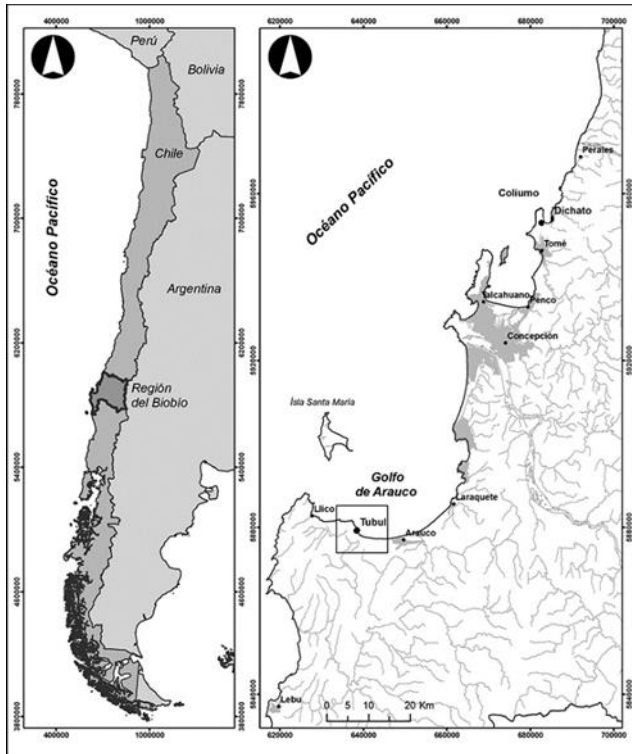


Figura 1: Mapa de ubicación del sector de Tubul. Modificado de Martínez 2014.

#### 4 Resultados

Se describen de Base a Techo las siguientes acumulaciones:

- Tafosistema Tipo A (*Venus araucana*): 5cm de espesor. Presenta una composición taxonómica monotípica, representada por *Venus araucana* y con presencia a veces de gastrópodos. Desde el punto de vista estructural, las valvas se disponen cerradas, en posición de vida, oblicuas a perpendiculares, algunas fragmentadas y presentan estructuras de bioeroción mono- icnogénica pertenecientes a *Oichnus*.

Las concentraciones se disponen en ramilletes (clump), en una matriz arenosa, pobremente empaquetada y matriz soportada (Figura 2-A).

- Tafosistema Tipo B (*Zygochlamys patagónica*): 3-7cm de espesor. Presenta una composición taxonómica monotípica en relación al evento de colonización, representada por *Zygochlamys patagónica*, las cuales se disponen en niveles intercalados, en posición de vida y en ocasiones desarticuladas.

Acumulaciones pobremente empaquetada y matriz soportada. Ensamble para-autóctono, formando un banco (bed), el cual presenta una variación lateral en el espesor (de 1 a 3 valvas) con presencia muy rara de bioeroción mono-icnogénica pertenecientes a *Oichnus*. También se reconocen algunos gastrópodos. (Figura 2-B).

- Tafosistema Tipo C (*Venus araucana* y braquiópodos con buena preservación): 7-10cm. Composición taxonómica politípica, con presencia de foraminíferos, valvas de *Venus araucana*, braquiópodos como *Terebratula cf. fonky* concreciones ferruginosas incipientes con restos de materia orgánica. El ensamble es del tipo autóctono heterogéneo y las acumulaciones de moluscos corresponden a ramilletes (clump), las cuales se orientan de manera oblicua a perpendicular y sin imbricación. Las acumulaciones se disponen pobremente empaquetada y matriz soportada (Figura 2-C).

- Tafosistema Tipo D (*Shell detritus*): 20cm de espesor. Se caracterizan por fragmentos de bivalvos como *Venus araucana*, *Ensis macha*, *Macra* sp, en asociación con restos de escafópodos del género *Dentalium*, algunos gastrópodos y restos de *Terebratula cf. fonky*, todos con un probable origen alóctono (desarticulación y fragmentación). Composición taxonómica politípica y ensamble para-auctótono. Corresponden a un banco (bed) y posee una orientación caótica. Las acumulaciones se disponen densamente empaquetado y bioclasto-soportada (Figura 2-D).

#### 5 Conclusión

De acuerdo al análisis de los distintos tramos, se infiere que la secuencia posee una génesis asociada principalmente a procesos sedimentológicos. Hacia la base, las concentraciones tipo A, B y C pueden ser interpretadas como parte de un enterramiento rápido *in situ* debido a las condiciones en las que se presentan las concentraciones de bivalvos. Actualmente los pectínidos y veneroídeos se encuentran formando agregados y muestran un comportamiento sedentario (Avendaño & Cantilláñez, 2008). Se exhibe en este caso un ambiente poco profundo (*offshore trancition*), asociado a procesos de índole biogénico en donde pudo ocurrir una pequeña perturbación del sedimento,

luego de la muerte de los ejemplares (posterior retrabajo sedimentológico producido por oleaje). La monoicnogénero-especificidad de *Oichnus* y *V. araucana* puede ser producto de la relación del medio sedimentario más que por la naturaleza de la concha de los veneroídeos (periostraco no tan fuerte como en el caso de gliciméridos). *V. araucana* es característica de un medio de energía moderada a baja (limos arenosos) y de fondos relativamente profundos o protegidos. En pectínidos si bien el periostraco alcanza una micra de espesor, viven en zonas más profundas, sobre fondos de arena, piedras, conchuelas y fango (lugares no muy protegidos). Hacia el techo en el caso de las concentraciones de tipo D, estas acumulaciones podrían ser producto de ambientes de alta energía, como se exhiben en regímenes de tormenta. Este análisis concuerda con una secuencia transgresiva la cual ha sido anteriormente descrita en literatura para la Formación Tubul (Pineda 1986)

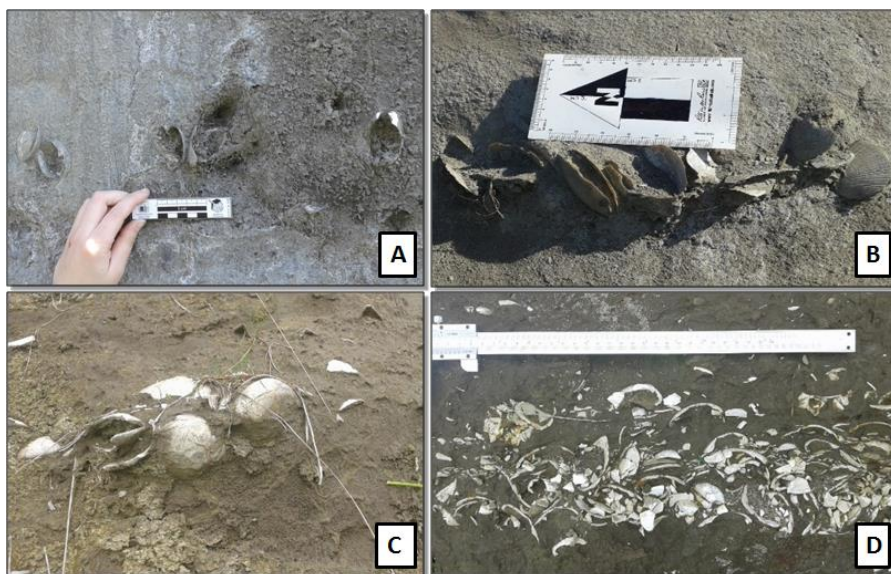


Figura 2: Tafosistemas: Tipo A (*Venus araucana*); Tipo B (*Zygochlamys patagónica*); Tipo C (*Venus araucana* y braquiópodos con buena preservación); Tipo D (*Shell detritus*).

## Referencias

- Avendaño, M. & Cantilláñez, M.** 2008. Aspectos biológicos y poblacionales de *Argopecten purpuratus* en la reserva marina La Rinconada: contribución para su manejo. En A. LOVATELLI, A. FARÍAS E I. URIARTE (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20–24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 249–266.
- Fernández L.** 1999. Tafonomía y fosilización. En: Tratado de Paleontología, Tomo I. Ed B. Melendez, 1998. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid; 51-107, 438-441.
- Mayoral E.** 1990. Implicaciones etológicas y significado de la estereotipicidad de *Oichnus bromley* durante el Plioceno en la cuenca del Bajo Guadalquivir, España.
- Tavera J.** 1979. Paleontología y estratigrafía de la Formación Navidad, Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, **36**:5-10
- Kidwell S. & Holland S.** 1991. Field description of Coarse bioclastic fabrics. *Palaos*, **6**, 426-434.
- Kidwell S., Furshich F. & Aigner T.** 1986. Conceptual framework for the Analysis and classification of fossil concentrations. *Palaos*, **1**, 228-238.
- Mayoral E.** 1988. Dinámica sedimentaria y concentraciones fósiles: implicaciones en la realimentación tafonómica. *Rev. Soc. Geol. España*. **2**: 31-40.
- Simoes M. & Kowalewski M.** 1998. Shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permian of the Paraná Basin, Brazil.

## DOS NUEVAS LOCALIDADES CON RESTOS DEL PEREZOSO MARINO *THALASSOCNUS* (MAMMALIA, TARDIGRADA) EN SEDIMENTOS PLIOCENOS DE LAS FORMACIONES COQUIMBO Y HORCÓN, CHILE NORTE Y CENTRAL

Saleta de los Arcos<sup>1\*</sup>, Diego Partarrieu<sup>1,2</sup>, Jorge Carrillo-Briceño<sup>3</sup>, Eli Amson<sup>3,4</sup>

1: TERRA IGNOTA – Patrimonio y Geociencias, Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago, Chile.

2: Universidad de Chile, Departamento de Geología, Santiago, Chile.

3: Paläontologisches Institut und Museum der Universität Zürich, Zürich, Switzerland.

4: Humboldt-Universität, AG Morphologie und Formengeschichte, Bild Wissen Gestaltung - ein interdisziplinäres Labor & Institut für Biologie, Berlin, Germany.

\* [sdelosarcos@terraignota.cl](mailto:sdelosarcos@terraignota.cl)

**Resumen.** Durante el monitoreo asociado al proyecto inmobiliario Lomas del Sauce, sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se rescataron restos del perezoso acuático *Thalassocnus* (Mammalia, Tardigrada) en sedimentos pliocenos de la Formación Coquimbo. Este hallazgo se une al registro previo de una falange del mismo xenarthro en depósitos de similar edad de la Formación Horcón, en la localidad denominada Playa La Luna. Estos materiales constituyen los registros de *Thalassocnus* más meridionales conocidos hasta ahora. En este trabajo se dan a conocer los restos óseos encontrados y se presenta además un modelo 3D de parte de la columna vertebral articulada del espécimen de Lomas del Sauce.

**Palabras Claves:** Rescate, SEIA, Paleontología de vertebrados, modelo 3D, Plioceno, Xenarthra.

### 1 Introducción

*Thalassocnus* es un perezoso acuático que fue descrito por primera vez en sedimentos neógenos de la Formación Pisco, en Perú (Muizon y McDonald, 1995). El género cuenta con cinco especies, las que se distribuyen en el rango temporal comprendido entre el Mioceno superior y el Plioceno superior, situándose en niveles estratigráficos sucesivos. Las especies son: *T. antiquus* Muizon et al., 2003 (8-8.8 Ma), *T. natans* Muizon y McDonald, 1995 (7.3 Ma), *T. littoralis* McDonald y Muizon, 2002 (7.1±1-5.93Ma), *T. carolomartini* McDonald y Muizon, 2002 (5.75±0.5 Ma) y *T. yaucensis* Muizon et al., 2004a (Plioceno o Plioceno temprano). Desde la especie más antigua a la más moderna, el género presenta adaptaciones progresivas de carácter morfoestructural a la vida en medio acuático (Muizon et al., 2004b; Amson et al., 2015a, b, c, d).

La presencia de *Thalassocnus* en Chile hasta la fecha se refería a materiales asignados a *T. littoralis* o especies anteriores, pertenecientes a diversas localidades de la Formación Bahía Inglesa (Canto et al., 2008; Suárez et al., 2011; Pyenson et al., 2014). En este trabajo presentamos nuevo material procedente de dos localidades con sedimentos pliocenos de las formaciones Coquimbo y Horcón, denominadas respectivamente Lomas del Sauce y Playa La Luna.

El hallazgo del ejemplar de Coquimbo se enmarca en el contexto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Aunque el proyecto Lomas del Sauce contaba con RCA (Resolución de Calificación Ambiental) aprobada, la excavación del ejemplar se realizó en cumplimiento de una medida urgente de la SMA, la que modificaba los contenidos de la RCA en virtud del artículo 3 de la Ley Orgánica de la Superintendencia de Medio Ambiente.

### 2 Materiales y resultados

El espécimen de Lomas del Sauce conserva una parte del esqueleto postcraneal, con algunos elementos óseos parciales y otros completos. El análisis de aquellos huesos con caracteres diagnósticos muestran características compartidas con *T. carolomartini* y *T. yaucensis*, tal y como se describe a continuación.

El desarrollo en el radio de la cresta pronator, así como la disposición y morfología de las tres fosas tendinales que este hueso presenta en su extremo distal, concuerdan con aquellas descritas para las dos especies más recientes de *Thalassocnus* (Amson et al., 2015c). Las dimensiones del escafoides alcanzan valores intermedios entre los que presenta *T. carolomartini* y *T. yaucensis* (Amson et al., 2015c), y el hecho de que la superficie articular con el lunar

ocupe la totalidad del lateral del hueso señala a estas dos últimas especies. El ángulo de rotación del dedo II con respecto al metacarpo presenta unos valores que entran en el rango descrito para *T. carolomartini* y *T. yaucensis* (Amson et al., 2015c). La morfología de la superficie de articulación del fémur con la patela es similar en el espécimen de Lomas del Sauce a la que presenta *T. yaucensis*, tanto por su simetría como por sus dimensiones (Amson et al., 2015b). Con respecto al astrágalo, la faceta articular con el navicular es cóncava, tal y como sucede en las dos especies más recientes. Además, en vista distal el valor del ángulo entre las trócleas medial y lateral se ajusta al que presenta *T. carolomartini*. En el espécimen de Lomas del Sauce, como en todas las especies de *Thalassocnus* excepto *T. yaucensis*, el ángulo entre las facetas odontoide y discoide está bien definido a lo largo de toda la longitud próximo-distal del astrágalo. Sobre la base de lo descrito, considerando que el ejemplar de Lomas del Sauce comparte más rasgos con *T. carolomartini* que con *T. yaucensis*, en este trabajo se ha asignado este espécimen a la primera especie.

Del ejemplar de Playa La Luna se conservan las falanges proximal y media fusionadas del dedo III del pie. Sobre la base de la profundidad de la fosa palmar y las dimensiones de esta falange, este el ejemplar puede asignarse a alguna de las especies de *Thalassocnus* posteriores a *T. natans*.

El contexto geológico de detalle, la descripción de los materiales, su clasificación e implicaciones se recogen en un artículo a la espera de publicación (De los Arcos et al., en prensa). Como complemento al mismo, se elaboró un modelo 3D del tramo de la columna del espécimen de Coquimbo (Fig. 1), cuya publicación en medios digitales también está proyectada.



Figura 1. Tres imágenes del modelo 3D del tramo articulado de la columna vertebral de *Thalassocnus carolomartini*.

### 3 Discusión

La realización de este trabajo tiene dos tipos de implicancias. En primer lugar, constituye un aporte al conocimiento sobre la osteología y la distribución de las especies más recientes del género *Thalassocnus* a lo largo de la costa oriental del Pacífico. En segundo lugar, representa un ejemplo claro de cómo los trabajos realizados en el contexto del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental generan un enriquecimiento del registro paleontológico de Chile.

## Agradecimientos

Se agradece a Prodelca y Terra Ignota por asumir los gastos asociados a este trabajo. Al CONICYT por el sustento económico de DP, y al Swiss National Fund SNF 31003A\_149605 a M. R. Sánchez-Villagra y el Alexander von Humboldt Foundation por el de EA. Se agradece el trabajo del equipo de Terra Ignota por la preparación de la columna vertebral y a Carlos Gil por la realización del modelo 3D.

## Referencias

- Amson, E., Muizon, C. de, Laurin, M., Argot, C. & Buffrénil, V. de. 2015a. Gradual adaptation of bone structure to aquatic lifestyle in extinct sloths from Peru. *Proceedings of the Royal Society B*, **281**: 20140192.
- Amson, E., Argot, C., McDonald, H.G. & Muizon, C. de. 2015b. Osteology and functional morphology of the forelimb of the marine sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Tardigrada). *Journal of Mammalian Evolution*, **22**, 169–242.
- Amson, E., Argot, C., McDonald, H.G. & Muizon, C. de. 2015c. Osteology and functional morphology of the hind limb of the marine sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Tardigrada). *Journal of Mammalian Evolution*, **22**, 355–419.
- Amson, E., Argot, C., McDonald, H.G. & Muizon, C. de. 2015d. Osteology and Functional Morphology of the Axial Postcranium of the Marine Sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Tardigrada) with Paleobiological Implications. *Journal of Mammalian Evolution*, **22**, 473–518.
- Arcos, S. de los, Partarrieu, D., Carrillo-Briceño, J. & Amson, E. (en prensa). The southernmost occurrence of the aquatic sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Tardigrada) from two new Pliocene localities in Chile. *Ameghiniana*.
- Canto, J., Salas-Gismondi, R., Cozzuol, M., & Yáñez, J. 2008. The aquatic sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Xenarthra) from the Late Miocene of North-Central Chile: biogeographic and ecological implications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28**, 918–922.
- McDonald, H.G. & Muizon, C. de. 2002. The cranial anatomy of *Thalassocnus* (Xenarthra, Mammalia), a derived nothrothere from the Neogene of the Pisco Formation (Peru). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**, 349–365.
- Muizon, C. de & McDonald, H.G. 1995. An aquatic sloth from the Pliocene of Perú. *Nature*, **375**, 224–227.
- Muizon, C. de, McDonald, H.G., Salas, R., & Urbina, M. 2003. A new early species of the aquatic sloth *Thalassocnus* (Mammalia, Xenarthra) from the Late Miocene of Peru. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**, 886–894.
- Muizon, C. de, McDonald, H.G., Salas, R., & Urbina, M. 2004a. The youngest species of the aquatic sloth *Thalassocnus* and a reassessment of the relationships of the Nothrothere sloths (Mammalia: Xenarthra). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 387–397.
- Muizon, C. de, McDonald, H.G., Salas, R., & Urbina, M. 2004b. The evolution of feeding adaptations of the aquatic sloth *Thalassocnus*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **24**, 398–410.
- Pyenson, N., Gutstein, C.S., Parham, J.F., Le Roux, J.P., Carreño-Chavarría, C., Little, H., Metallo, A., Rossi, V., Valenzuela-Toro, A.M., Vélez-Juarbe, J., Santelli, C.M., Rubilar-Rogers, D., Cozzuol, M., & Suárez, M. 2014. Repeated mass strandings of Miocene marine mammals from Atacama Region of Chile point to sudden death at sea. *Proceedings of the Royal Society B*, **281**: 20133316.
- Suárez, M., Valenzuela-Toro, A., Gutstein, C.S., Cozzuol, M., & Pyenson, N. 2011. Nuevos restos de *Thalassocnus* (Nothrotheriidae, Thalassocninae) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama, Norte de Chile. *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes, **48**.

## NEW RECORDS OF PALEOGENE ELASMOBRANCHII FROM THE COAST OF COLIUMO, BIOBÍO PROVINCE, CHILE

Roy Fernández-Jiménez<sup>\*1</sup>, Rodrigo Otero<sup>2</sup>, Sergio Soto-Acuña<sup>2,3</sup>, Gerardo Flores<sup>1</sup>, Ramiro Bonilla<sup>1</sup>, Abraham González<sup>1</sup> & Luis Arturo Quinzio-Sinn<sup>1</sup>.

1: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile.

2: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Las Palmeras 3425, Santiago, Chile.

3: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Interior Parque Quinta Normal s/n, Santiago, Chile.

\* [rofer87@gmail.com](mailto:rofer87@gmail.com)

**Abstract.** New records of elasmobranch teeth were retrieved from the locality of Playa del Medio, Coliumo, Biobío Province. The materials are housed in the Museum of Geology of the Universidad de Concepción.

The fossil-bearing strata belong to the Cosmito Formation of Eocene age, which is lithologically correlated with the Lebu Group (Paleogene). The studied section consists of 2 m of medium-to-coarse grained green sandstones, with conglomerate lenses, isolated layers with organic content, with *Ophiomorpha* isp., and horizons with calcareous concretions. Underlying a basal concretion-bearing level, there are silicified trunks with traces of *Teredolites* isp.

Among the collected materials, the following taxa of Elasmobranchii have been identified: *Carcharias* “*hopei*”, *Striatolamia macrota*, *Carcharias* sp. and *Myliobatis* sp. The specimens referred to *Striatolamia macrota* possess a crown with a lingually striated and labially smoothed enamel, with incomplete cutting edges toward the base, and a single accessory cusp that becomes lobulated in the lateral teeth. The root has well-separate, divergent branches (superior lateral tooth). In the case of *Carcharias* “*hopei*”, the crown is high, with a flat labial side, a slightly sigmoidal profile, a root with separate branches and two accessory cusps.

The material includes the first record of *Striatolamia macrota* and *Carcharias* “*hopei*” in Paleogene units of the Province, supporting a Paleocene-Eocene age for the chondrichthyan-bearing stratum. In addition, this diversity shows great affinities with assemblages from middle to late Eocene age of Patagonia and Antarctica, especially those from the Loreto Formation in Punta Arenas, the Río Turbio and Man Aike formations in Puerto Natales and La Meseta Formation in Seymour Island, Antarctica.

We express our gratitude to the Departamento Ciencias de la Tierra, Universidad de Concepción, Concepción, Chile; Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile; Professor Sylvia Palma-Heldt (Universidad de Concepción), Dr. Verónica Pineda Mascayano (Universidad de Concepción) and Patricio Zambrano (Universidad Andrés Bello, Concepción).

**Keywords:** Sharks, Arauco Basin, Eocene, Paleobiogeography.

# REGISTRO DEL GÉNERO *ARBACIA* GRAY (ARBACIIDAE, ECHINOIDEA) EN EL PLEISTOCENO DE MEJILLONES Y ANTECEDENTES PALEOBIOGEOGRÁFICOS

Melissa González<sup>1\*</sup>, Thomas Saucède<sup>2</sup>, F. Amaro Mourgues<sup>1</sup>

1: TERRA IGNOTA – Consultoría en Patrimonio y Geociencias, Av. Grecia 1430, Ñuñoa, Santiago, Chile.

2: UMR 6282 Biogéosciences, Univ. Bourgogne Franche-Comté, CNRS, Av. Gabriel 6, 21000 Dijon, France

\*email: [mgonzalez@terraignota.cl](mailto:mgonzalez@terraignota.cl)

**Resumen.** En el presente estudio se da a conocer el primer registro del género *Arbacia* para el Pleistoceno de Mejillones, Norte de Chile. El material disponible se comparó con las especies actuales y fósiles del género, el que coincide morfológicamente con *Arbacia spatuligera* (Valenciennes). Esta especie se distribuye actualmente a lo largo de la costa del Pacífico, desde Ecuador hasta Puerto Montt, Chile. El presente registro de *Arbacia* cf. *spatuligera*, es consistente con la hipótesis, del origen del género *Arbacia* en la costa Pacífica de América del Norte, y su dispersión lineal asociado a la corriente de Humboldt.

## 1 Introducción

En la presente comunicación se da a conocer el hallazgo del género *Arbacia* en el Pleistoceno de Mejillones. Los materiales fueron rescatados en el contexto de un monitoreo paleontológico del proyecto “Tratamiento Corporativo de Concentrado de Molibdeno” (CODELCO), sometido al SEIA.

En Chile, Larraín (1975) señaló la presencia de las especies actuales *Arbacia spatuligera* (Valenciennes) y *Arbacia dufresnei* (Blainville), y mencionó que Philippi (1892) citó además *Arbacia amoena* y *Arbacia isothela*, en una lista de equinoideos chilenos, pero sin descripción ni ilustración. En cuanto al registro fósil en Chile, Mourgues y Pérez (2014) mencionaron una especie indeterminada del género *Arbacia* para el Plioceno de Caldera, norte de Chile.

## 2 Antecedentes Paleobiogeográficos

Entre los erizos epifaunales de aguas someras, *Arbacia* es el único género que contiene especies presentes en ambos hemisferios y distintos océanos (Lessios et al. 2011), lo que ha sido atribuido a su alto potencial de dispersión y recuperación larval, y a su gran tolerancia a bajas temperaturas (Catarino et al. 2012).

El género *Arbacia* agrupa seis especies actuales que se distribuyen en la costa pacífica de Norteamérica y Sudamérica, en el mar Caribe, en la costa atlántica de África y en el mar Mediterráneo (Mortensen 1935, Lessios et al., 2011). En las costas del Pacífico, se pueden encontrar tres especies: *Arbacia stellata* desde Baja California hasta Perú, *Arbacia spatuligera* desde Ecuador hasta Puerto Montt en Chile y *Arbacia dufresnei*, desde Puerto Montt hasta Tierra del Fuego, extendiéndose también a las Islas Malvinas, en el Atlántico Sur.

En cuanto al registro fósil, *Arbacia* contiene ocho especies, desde el Oligoceno al Pleistoceno. El registro más antiguo del género, con *A. abiquaensis*, proviene del Oligoceno superior de Oregon, en la costa Pacífica de Norteamérica (Linder et al. 1988). En la costa Atlántica de Norteamérica se registraron: *A. rivuli*, para el Mioceno de Florida (Cooke, 1959); *A. improcera*, para el Mioceno de Florida, Plioceno inferior de Virginia y Plioceno-Pleistoceno de Carolina del Sur (Cooke, 1959; Withmore 1987; Kier, 1972; Campbell y Campbell, 1995); *A. sloani*, fue registrada para el Mioceno de Florida y para el Plioceno-Pleistoceno de Carolina del Sur (Cooke, 1959; Campbell y Campbell, 1995); *A. crenulata* fue registrada para el Mioceno y Plioceno inferior de Florida (Kier, 1972; Oyen y Portell, 2001); *A. waccamaw* para el Mioceno de Florida y Plioceno inferior de Carolina del Norte; y *A. punctulata* para el Plioceno superior de Carolina del Sur (Cooke, 1959).

## 3 Estratigrafía y Paleontología

El presente registro de *Arbacia* (fig. 1) proviene de un depósito litoral asociado a una terraza marina, compuesto por una alternancia de arenas finas y niveles de grava fina con elevado contenido de bioclastos, entre los 55 y 60 msnm. En el depósito se hallaron además restos de cirrípedos, huesos de aves, cetáceos y otáridos (Anchelegues y De Los Arcos, este simposio). De acuerdo a las dataciones isotópicas efectuadas por Regard et al. (2010) en conchas de

moluscos ubicadas a 45 msnm, con una edad no mayor a 321ka, estos sedimentos corresponderían al Pleistoceno superior.

El material estudiado, consiste en fragmentos bien preservados de la zona ambulacral, interambulacros y varias espinas, aunque no se preservó el sistema apical completo. Las placas ambulacrales de los ejemplares, presentan tres pares de poros en cada placa, y un solo tubérculo de gran tamaño, los cuales se van ampliando en sentido adapical-adoral, exactamente igual que *Arbacia spatuligera*. Además la disposición de los interambulacros, es mucho más angosto que *A. dufresnei*, sin embargo, no se dispone de la zona apical, para tener más exactitud en la comparación.

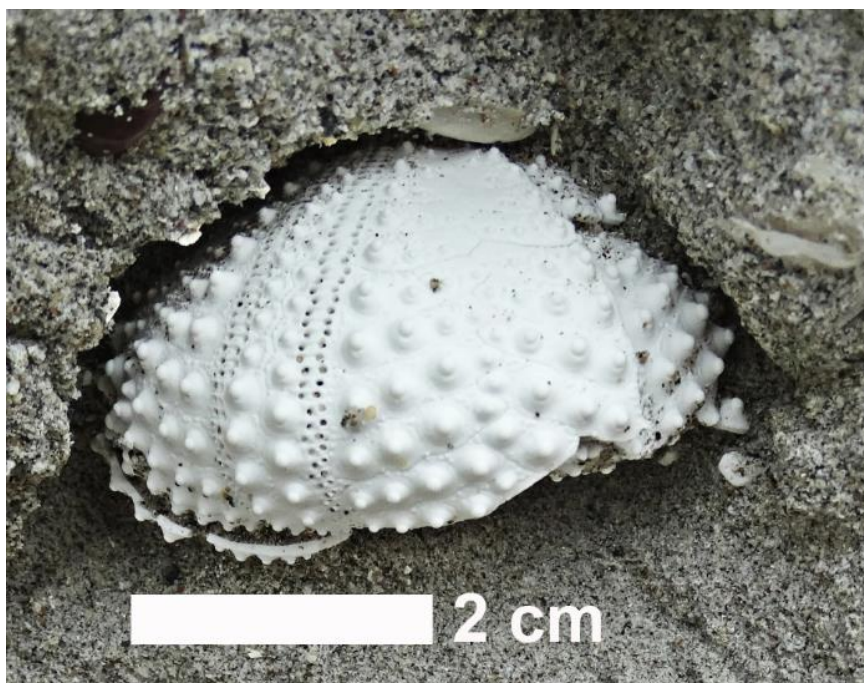


Figura 1. *Arbacia* cf. *spatuligera* in situ, depósitos litorales de Mejillones, Chile.

#### 4 Conclusiones

La presente comunicación señala el primer registro fósil de *Arbacia* cf. *spatuligera* en Chile, lo cual contribuye con la hipótesis de distribución lineal del género *Arbacia* desde el Oligoceno, por las costas del océano Pacífico de Norte y Sudamérica, en asociación a la corriente de Humboldt.

El presente registro en el Pleistoceno de Mejillones, región de Antofagasta, junto al registro señalado por Mourgues y Pérez (2014) en el Plioceno de Caldera, región de Atacama, corresponden a los únicos registros fósiles en Chile para el género *Arbacia*, lo que resulta de gran relevancia para la comprensión de su evolución paleobiogeográfica a lo largo de la costa pacífica de Sudamérica.

#### 5 Referencias

- Anchelergues A. & De Los Arcos S.** Este simposio. Nuevo registro de *otaria flavescens* shaw en el Pleistoceno de Mejillones, región de Antofagasta. V Simposio de Paleontología en Chile, Concepción.
- Campbell M. & Campbell L.** 1995. Preliminary biostratigraphy and molluscan fauna of the Goose Creek Limestone of eastern South Carolina. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 27, 53-100.
- Catarino A., De Ridder C., González M., Gallardo P., Dubois P.** 2012. Sea Urchin *Arbacia dufresnei* (Blainville 1825) larvae response to ocean acidification. *Polar Biol.* 35, 455.

- Cooke, G.W.** 1959. Cenozoic Echinoids of Eastern United States. U.S. Geological Survey Professional Paper, **321**: 106 pp.
- Kier P.** 1972. Upper Miocene Echinoids from the Yorktown Formation of Virginia and their environmental significance. Smithsonian Contributions to Paleobiology **13**.
- Larraín, A.** 1975. Los equinoideos regulares fósiles y recientes de Chile. Gayana (Zool) **35**,5-189.
- Lessios, H., Lockhart, S., Collin, R., Sotil, G., Sánchez-Jérez, P., Zigler, K. 497 S., Perez, A. F., Garrido M. J., Geyer, L. B., Bernardi, G., Vacquier, V. D., Haroun, R., Kessing, B. D.** 2012. Phylogeography and bindin evolution in *Arbacia*, a sea urchin genus with an unusual distribution. Molecular Ecology **21**, 130-144.
- Linder R., Durham J. & Orr W.** 1988. New late Oligocene echinoids from the central western cascades of Oregon. Journal of Paleontology **62**(6),945-958
- Mortensen T.** 1935. A monograph of the Echinoidea. VII. Bothriocidaroida, Melonechinoida, Lepidocentroida and Stirodonta. C.A. Reitzel, Copenhagen
- Mourgues A. & Pérez L.** 2014. Primer registro fósil en Chile del género *Arbacia* Gray, 1835 (Arbaciidae, Equinoidea). IV Simposio Paleontología en Chile, Valdivia.
- Oyen C. & Portell R.** 2001. Diversity patterns and biostratigraphy of Cenozoic echinodems from Florida. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **166**,193-218
- Philippi R.A.** 1892. Ueber die chilenischen Seeigel. Verhand. Deutschen Wiss. Ver. II (**4**), 246-247.
- Regard V., Saillard M., Martinod J., Audin L., Carretier S., Pedoja K., Riquelme R., Paredes P., Hérail G.** 2010 Renewed uplift of the Central Andes Forearc revealed by coastal evolution during the Quaternary. Earth and Planetary Science Letters, **297**, 199-210.
- Whitmore F.** 1987. Cetacea from the Sahabi Formation, Libya. Neogene Paleontology and Geology of Sahabi **145-151**.

# A NEW OCCURRENCE OF *TURBIOCHEIR MINUTOSPINATA* (DECAPODA: CALLIANASSIDAE) FROM THE EOCENE OF CHILE

Matúš Hyžný<sup>1,2\*</sup>; Juan Carlos Aragón<sup>3</sup>, Patricio Zambrano<sup>3</sup> y Fernando Muñiz<sup>4</sup>

1: Department of Geology and Paleontology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovakia

2: Geological-paleontological Department, Natural History Museum Vienna, Burgring 7, 1010 Vienna, Austria.

3: Universidad Andres Bello, Facultad de Ingeniería, Geología, Concepción-Talcahuano, Chile.

4: Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Facultad de Química, Universidad de Sevilla, C/Prof. García González, s/n, 41012, Sevilla, Spain.

\* [hyzny.matus@gmail.com](mailto:hyzny.matus@gmail.com)

**Abstract.** The ghost shrimp *Turbiocheir minutospinata* (Decapoda: Axiidea: Callianassidae) has so far been known only from its holotype from the Eocene rocks of Río Turbio, Patagonia in Argentina. Recently, additional specimen has been found in the coeval strata of the Boca Lebu Formation of the Arauco Basin, Chile. New material adds information on the morphology of chelipeds and allows evaluation of the degree of heterochely of the studied ghost shrimp. Morphologically, *Turbiocheir minutospinata* is rather close to extant genera *Anacalliax* and *Anacalliaopsis*; more comparative research is needed to scrutinise the taxonomic validity of *Turbiocheir*, so far being an extinct monotypic genus.

**Key words:** Cenozoic, Crustacea, Boca Lebu Formation, taxonomy, heterochely

## 1 Introduction

Callianassid ghost shrimps (Malacostraca: Decapoda: Axiidea: Callianassidae) are soft-bodied, usually heterochelous decapods representing major marine bioturbators. They have a robust fossil record with 250 valid fossil species ranging from the Early Cretaceous to the Holocene (Hyžný & Klompmaker 2015). Their taxonomic interpretation, however, often is difficult because of insufficient preservation. For reliable assignment on the genus level, both chelae need to be preserved which is only rarely a case. Therefore, any report on the fossil ghost shrimp specimen with both chelipeds is worth noting.

The ghost shrimp *Turbiocheir minutospinata* has been described based on a single specimen from the Middle/Late Eocene of Argentina (Patagonia) (Schweitzer et al. 2012). The specimen is rather fragmentary and only one (major) cheliped is sufficiently preserved; the second one (minor) consists of a fragmentary propodus only. Newly found material from the Eocene of Chile reported herein, which is considered conspecific with *T. minutospinata*, is more complete and for the first time it allows description of a minor chela.

## 2 Results

### 2.1 Geological settings

The Arauco Basin is located in the coastal forearc domain of the Andean active margin of the South American Plate, corresponding to a part of the raised platform. It hosts ~2300 m thick Maastrichtian – Holocene sedimentary succession. The sedimentary evolution of the Paleogene succession in the Arauco Basin was characterized by a complex alternation of prograding and retrograding siliciclastic shoreline and deltaic cycles. The Paleogene marine succession of the Arauco Peninsula (Lebu Group) is commonly divided, from base to top, into the Curanilahue, Boca Lebu, Trihuco, and Millongue formations (García 1968). Based on Martínez (1968), the Early-Middle Eocene age was estimated for the Lebu Group. Boca Lebu Formation (Eocene in Figure 1) corresponds to a mega-retrograding parasequence showing alternating conglomerates, sandstones and siltstones with abundant fossils of gastropods and bivalves.

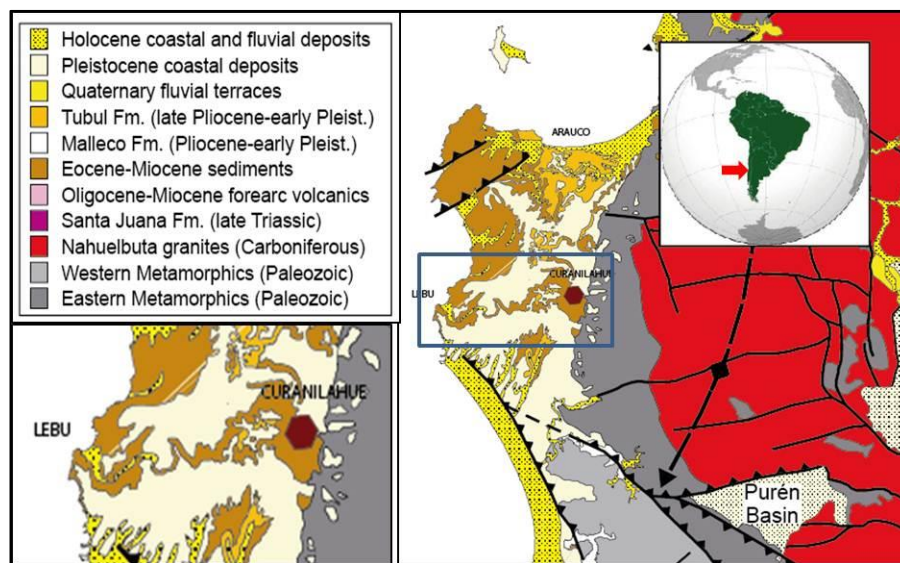


Figure 1. Geological map of the Arauco Peninsula in Central Chile. The Lebu Group corresponds to the Eocene–Miocene sediments.

## 2.2 Description of the fossil specimen

Decapoda Latreille, 1802

Axiidea de Saint Laurent, 1979

Callianassidae Dana, 1852

*Turbiocheir* Schweitzer, Feldmann, Casadío & Raising, 2012

***Turbiocheir minutospinata* Schweitzer, Feldmann, Casadío & Raising, 2012**

The fossil ghost shrimp specimen consists of two chelipeds; the minor (m), right cheliped superimpose the major (M), left cheliped (Figure 2). Merus of minor cheliped is slightly longer than high, with strongly arcuate upper margin and distinct longitudinal keel running along the midline of the lateral surface. Carpus is higher than long, with rounded proximo-lower margin. Propodus has sub-square palm with elongated fingers; fingers (fixed finger + dactylus) are approximately twice as long as palm. Fingers are edentulous. Major cheliped is less well-preserved with the upper portion superimposed by the elements of minor cheliped. Merus and carpus of major cheliped are similar to those of minor one, as far as can be deduced from the fragmentary nature of the elements. Propodus is massive, with palm slightly longer than high. Fingers are comparatively shorter than those of minor cheliped but are equally edentulous. Lower margins of preserved elements are serrated. No carapace and pleon are preserved.

## 3 Discussion

The presence of *Turbiocheir minutospinata* in the Boca Lebu Formation, Central Chile, is not surprising given the relative proximity of Río Turbio, the type locality of the species in Argentina (Schweitzer et al. 2012). Chilean specimen of *Turbiocheir minutospinata* adds new information on the morphology of minor cheliped. Due to the insufficient preservation, Schweitzer et al. (2012) were not able to recognize which cheliped is actually preserved in the holotype, whether minor or major; therefore they describe it simply as right. Comparison of the present material from Chile with representatives of selected extant taxa allows evaluation of the degree of heterochely. Schweitzer et al. (2012) stated that *Turbiocheir* exhibits a combination of characters distinguishing it from other genera within the family. Actually, *Turbiocheir minutospinata* is very close to extant *Callianassa agassizi* Biffar, 1971 from Cumana, Venezuela. *Callianassa agassizi* has so far been classified within *Anacalliax* de Saint Laurent, 1973 and *Anacalliaopsis* Sakai, 2011. Examination of the holotype of *T. microspinata* and additional specimen from Chile reported herein together with careful comparison with extant *C. agassizi* may lead to synonymization of *Turbiocheir* with one of the extant genera as discussed above.

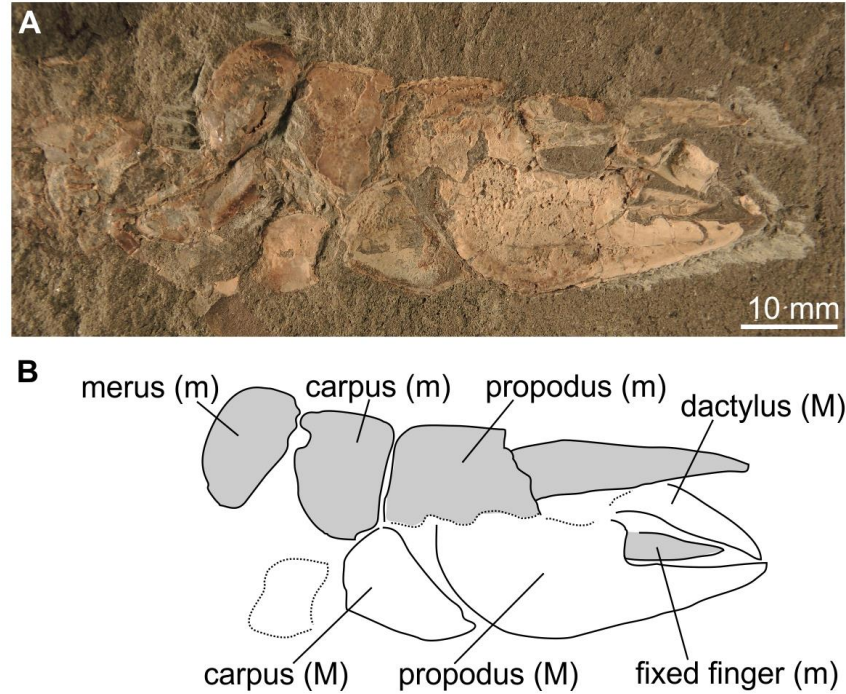


Figure 2. *Turbiocheir minutospinata* from Boca Lebu Formation. A: Photo of the specimen. B: Interpretive drawing . Note that elements of minor chela (labeled with “m”) superimpose those of major chela (labeled with “M”).

### Acknowledgements

Carrie E. Schweitzer and Rodney M. Feldmann (both Kent State University, Ohio) are thanked for providing cast of the holotype of *Turbiocheir minutospinata*.

### References

- Biffar, T.A.** 1971. New species of *Callianassa* (Decapoda, Thalassinidea) from the Western Atlantic. *Crustaceana*, **21**, 225–236.
- Garcia, F.** 1968. Estratigrafía del Terciario de Chile Central. In *Terciario de Chile* (Ed. Ceccioni, G), Sociedad Geológica de Chile, 25–56.
- Hyžný, M. & Klompmaker, A.A.** 2015. Systematics, phylogeny, and taphonomy of ghost shrimps (Decapoda): a perspective from the fossil record. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, **73**, 401–437.
- Martinez, R.** 1968. Edad y paleoecología de la Formación Millongue. In *Terciario de Chile* (Ed. Ceccioni, G), Sociedad Geológica de Chile.
- Saint Laurent, M. de** 1973. Sur la systématique et la phylogénie des Thalassinidea: définition des familles des Callianassidae et des Upogebiidae et diagnose de cinq genres nouveaux (Crustacea Decapoda). *Comptes Rendus Hebdomadaires de Séances de l'Académie des Sciences, série D*, **277**, 513–516.
- Sakai, K.** 2011. Axioidea of the world and a reconsideration of the Callianassoidea (Decapoda, Thalassinidea, Callianassida). *Crustaceana Monographs*, **13**, 1–520.
- Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., Casadío, S. & Raising, M.R.** 2012. Eocene Decapod Crustacea (Thalassinidea and Brachyura) from Patagonia, Argentina. *Annals of Carnegie Museum*, **80**, 173–186.

## EL SITIO LOS NOTROS, PLEISTOCENO TARDÍO, OSORNO NORPATAGONIA OCCIDENTAL DE CHILE

María Paz Lira<sup>1\*</sup>, Rafael Labarca<sup>1,2,4</sup>, Ximena Navarro<sup>1,3,4</sup>, Daniel Fritte<sup>1</sup>, Hugo Oyarzo<sup>1</sup> y Mario Pino<sup>1,2,4</sup>

1: Laboratorio Periférico Pilauco, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

2: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

3: Departamento de Antropología, Universidad Católica de Temuco.

4: Transdisciplinary Center for Quaternary Research in the South of Chile (TAQUACH).

\* [mpazlira@gmail.com](mailto:mpazlira@gmail.com)

**Resumen.** El sitio de Los Notros (40°34'10"S y 73°06'15"O), ubicado a 60 m al oeste del sitio Pilauco en la ciudad de Osorno, Chile, fue descubierto en 2008 a través de prospecciones subsuperficiales y comenzado a excavar en abril de 2016. La geología de este lugar se correlaciona con la del sitio Pilauco, presentando estratigrafía y edades similares, correspondientes al Pleistoceno tardío. Los sondeos iniciales permitieron detectar una defensa probablemente perteneciente a cf. *Notiomastodon platensis* Ameghino, a los que se suman piezas dentales de Artiodactyla indet., Equidae (*Equus* sp.) y un asta de Cervidae (cf. *Antifer* sp.). A excepción de ésta última, cuyo registro es novedoso para el área, las faunas recuperadas guardan similitud con las del vecino sitio de Pilauco. En asociación con los restos fósiles se registraron posibles materiales líticos, sugiriendo una eventual presencia humana en el sitio.

**Palabras Claves:** Pleistoceno tardío, Gomphotheriidae, Cervidae, Equidae, Camelidae.

### 1 Introducción

En el verano del 2008, durante el transcurso de la primera campaña de excavación del sitio arqueo- paleontológico Pilauco, situado dentro de la ciudad de Osorno, originado durante el Pleistoceno tardío (Pino et al., 2013), se realizaron diferentes calicatas exploratorias, con el fin de determinar la geología del barrio Los Notros. En una de las prospecciones, en la plaza del Barrio Los Notros, ubicada a 60 m del sitio Pilauco (40°34'10"S y 73°06'15"O) (Figura 1), se encontró una defensa probablemente perteneciente a cf. *Notiomastodon platensis* Ameghino. Desde ese momento nace la idea de excavar en el lugar, concretándose en abril de 2016 bajo el Proyecto FONDECYT 1150738. En este trabajo se presentan los hallazgos de fauna pleistocénica encontrados a la fecha.



Figura 1: Ubicación sitio Los Notros y sitio Pilauco, dentro de la ciudad de Osorno.

### 2 Resultados

#### 2.1 Estratigrafía y Edad

En la zona de Pilauco se reconocen dos unidades geomorfológicas; una colina que se sitúa al norte de ambos sitios, compuesta por una serie de depósitos de origen volcánico pertenecientes a la Secuencia piroclástica-epiclástica San Pablo y una planicie ubicada al sur de éstas. En ella, se reconocen en la sub-superficie estratos de aspecto turboso, comunes a los sitios Pilauco y Los Notros, depositados discordantemente sobre un estrato de toba

(PB-1) perteneciente a la Secuencia San Pablo (Pérez et al., 2003). Según estos autores esta unidad incluye flujos piroclásticos sub-aéreos y sub-acuáticos, depósitos lacustres y de retrabajo fluvial. En Osorno la edad de esta unidad estaría comprendida entre la de los depósitos glaciales correspondientes a las glaciaciones Llanquihue y Santa María (Mercer, 1976 y Porter, 1981, respectivamente). A pesar de la proximidad entre ambos sitios, su estratigrafía presenta algunas diferencias notables.

En ambos sitios los estratos turbosos se depositaron sobre la toba PB-1, de un profundo color calipso en Los Notros, cuyo techo está a 3,5 m de profundidad. En el sitio Pilauco se reconocen cuatro capas sobre esta toba: PB-6, compuesta por grava y bolones depositados en canalones y barras fluviales ( $14.300 \pm 40$  años  $^{14}\text{C}$  AP;  $17.693$ - $17.059$  años cal. AP) A continuación y de manera concordante se ubica PB-7 con edad máxima  $13.220 \pm 60$  años  $^{14}\text{C}$  AP;  $16.679$ - $15.451$  años cal. AP). La sobreyacen las capas PB-8 (edad máxima  $11.834 \pm 186$  años  $^{14}\text{C}$  A.P.,  $14.069$  -  $13.295$  años cal. AP) y PB-9 edad basal de  $10.710 \pm 30$  años  $^{14}\text{C}$  A.P.,  $12.706$ - $12.559$  años cal. A.P.), respectivamente. La única edad holocena corresponde al techo de la capa PB-9 ( $9135 \pm 20$  años  $^{14}\text{C}$  A.P.,  $10261$ - $10195$  años cal. AP) Las capas PB-7 y PB-8 contienen restos fósiles de mamíferos (González et al., 2014, Labarca et al., 2013, Recabarren et al., 2011, 2014) y de vegetales (Abarzúa et al., 2016), una posible pisada humana (Macías et al., 2012), además de artefactos de piedra de origen humano (Navarro, 2016). El contacto entre las capas PB-8 y PB-9 se encuentra marcado por una notoria discordancia de erosión, fechada entre  $10.950 \pm 30$  y  $10.739 \pm 30$  años  $^{14}\text{C}$  A.P. ( $12.943$  -  $12.660$  y  $12.706$  -  $12.559$  años cal. AP). Resulta notable en PB-9 la gran cantidad de carbón de distintas granulometrías, fragmentos de madera y ausencia de polen.

En el Sitio Los Notros se han registrado cuatro estratos diferentes. De base a techo, la capa LN-1, con espesor de 50 cm está apoyada con discordancia de erosión sobre PB-1. Corresponde a una turba de color marrón claro, la edad de su base es de  $12.449 \pm 52$  años  $^{14}\text{C}$  A.P. ( $14.790$  -  $14.358$  años cal A.P). Posee en cuatro muestras analizadas porcentajes de grava - arena - fango que varían entre 18-39/21-37 y 24-55%, respectivamente. De composición muy similar, pero de un color marrón más oscuro, la capa LN-2, con espesor de 15 cm, presenta en dos muestras analizadas porcentajes de grava - arena - fango que fluctúan entre 25-32/21-28 y 40-54%. Tanto LN-1 como LN-2 registran restos de fauna extinguida y se correlacionan litoestratigráficamente con las capas PB-7 y PB-8 en el Sitio Pilauco. La base de LN-1 ha sido fechada en  $12.449 \pm 52$  años  $^{14}\text{C}$  AP ( $14.989$  -  $14.233$  años cal. AP). Por otra parte, el techo de LN-2 registra una fecha de  $10.916 \pm 67$  años  $^{14}\text{C}$  AP ( $12924$  -  $12680$  años cal.), por lo que LN-1 y LN-2 son correlacionables cronoestratigráficamente con PB-7 y PB-8.

Contrastantemente más fina y oscura que el resto, se registra la capa LN-3, con potencias de 12 a 20 cm. Su techo originó dos fechas de  $10.214 \pm 37$  años  $^{14}\text{C}$  AP ( $12019$ - $11700$  años cal. AP) y  $10.059 \pm 36$  años  $^{14}\text{C}$  AP ( $11716$  -  $11306$  años cal. AP), por lo que en el sitio Los Notros es equivalente en edad a la discontinuidad presente entre PB-8 y PB-9 del sitio Pilauco. LN-3 presenta en tres muestras analizadas porcentajes de grava - arena - fango que fluctúan entre 0,4-15/15-41 y 44-83%, respectivamente. La muestra con valores mayores de grava y arena corresponde a una muestra más cercana a las colinas conformadas por la unidad San Pablo.

En el techo de la secuencia, se exhibe la capa LN-4 (70 cm de espesor), en general de color negro, con mucha variabilidad sedimentológica en la vertical y presencia de bloques de toba de hasta 1 m de diámetro. LN-4 presenta en 3 muestras analizadas porcentajes de grava - arena - fango que fluctúan entre 17-25/21-44 y 30-55%, respectivamente. También presenta abundantes restos de troncos de tamaño decimétrico a métrico, parcialmente quemados. Aunque en general esta capa está en posición subhorizontal, localmente LN-4 en el sector norte del sitio presenta una marcada laminación que se inclina  $32^\circ$  al NE. Esta capa se correlaciona litológicamente y cronológicamente con la capa PB-9.

Las dataciones del sitio Pilauco fueron realizadas por Keck Carbon Cycle Ams Facility of the Earth System Science Dept, UC. Irvine, mientras que las del sitio Los Notros en NSF Arizona AMS Facility, todas calibradas con CALIB Shcal13 (Stuiver y Reimer, 1993; Hogg et al., 2003). En todo el texto las edades han sido calibradas con 2 sigmas.

## 2.2 Hallazgos Paleontológicos

En la base de la capa LN-1 se registró una defensa de cf. *Notiomastodon platensis* (Figura 2a) y asociada a ésta un fragmento de molar asignado a la misma especie. De la Capa LN-2 se extrajeron un molar superior e inferior de Equidae, asignados a *Equus* sp., debido a la forma triangular del protocono y a la forma redondeada del metacónido y angular del metastilido, respectivamente. Además se encontró un molar de Artiodactyla indet. y notablemente, un asta completa de Cervidae (Figura 2b). La presencia un pedúnculo redondeado, una garceta bífida, y la existencia de

un sector ensanchado en la bifurcación de los candiles sugieren una asignación provisional del material a cf. *Antifer* sp., posiblemente un ejemplar joven a juzgar por el pequeño tamaño del asta y la presencia de sólo tres candiles. Asociado a los bordes del asta se registraron 3 fragmentos de basalto en posición vertical, cuyas fracturas aún son objeto de análisis.

### 3 Conclusiones

La estratigrafía observada en el sitio Los Notros es correlacionarle con el sitio Pilauco, lo que sugiere similares procesos depositacionales. No obstante, el origen de la capa LN-3 está aún en discusión. La presencia de un asta de cf. *Antifer* sp. aumenta la biodiversidad del sitio y también el rango de distribución geográfica del género hacia el sur, ya que en Chile ha sido descrito previamente sólo en Quebrada Quereo y Taguatagua, Región de Coquimbo y O'Higgins respectivamente (Labarca y Alcaraz, 2011). El resto de las faunas recuperadas guardan relación con aquellas registradas previamente en el sitio Pilauco (Pino et al., 2013).

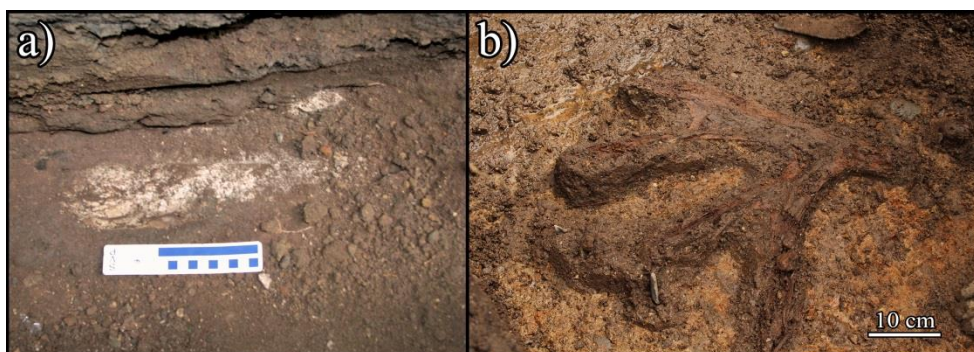


Figura 2: a) Defensa de cf. *Notiomastodon platensis*. b) Asta de Cervidae cf. *Antifer* sp.

### Agradecimientos

Esta investigación es parcialmente financiada por el Proyecto FONDECYT 1150738, el Núcleo de Investigación Avanzada DID / TAQUACH y la Ilustre Municipalidad de Osorno. A Francisco Torres, Beatriz Aliante y René Vargas por la ayuda en el avance de la excavación. Pedro Guzmán por las fotografías.

### Referencias

- Abarzúa, A.M., Lobos, V. & Martel-Cea, A. 2016. ¡Pequeño testigo de grandes cambios!: polen, semillas y carbones escondidos en Pilauco. En M.Pino (Ed.) El sitio Pilauco, Osorno, Patagonia noroccidental de Chile, pp. 112-127. UACH / TAQUACH, Imprenta América. 228 pp.
- Hogg, A.G., Hua, Q., Blackwell, P.G., Niu, M., Buck, C.E., Guilderson, T.P., Heaton, T.J., Palmer, J.G., Reimer, P.J., Reimer, R.W., Turney, C.S.M. & Zimmerman, S.R.H. 2003. Shcal13 Southern Hemisphere calibration, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4): 1889-1903.
- González, E., Labarca, R., Chávez-Hoffmeister, M. & Pino, M. 2014. First Fossil Record of the Smallest Deer cf. *Pudu* Molina, 1782 (Artiodactyla, Cervidae), in the Late Pleistocene of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34(2), 483-488.
- Labarca, R. & Alcaraz, M. A. 2011. Presencia de *Antifer ultra* Ameghino (= *Antifer niemeyeri* Casamiquela) (Artiodactyla, Cervidae) en el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano de Chile central (30-35° S). *Andean Geology*, 38(1), 156-170.
- Labarca, R., Pino, M. & Recabarren, O. 2013. Los Lamini (Cetartiodactyla: Camelidae) extintos del yacimiento de Pilauco (Norpatagonia chilena): aspectos taxonómicos y tafonómicos preliminares. *Estudios Geológicos*, 69(2), 255-269.
- Macías, C., Moreno, K. & Pino, M. 2012. Análisis de posible icnita en sitio Pilauco, Pleistoceno Tardío, Osorno, centro-sur de Chile. Libro de Resúmenes III Simposio de Paleontología en Chile, Punta Arenas. pp 91-94.
- Mercer, J.H. 1976. Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research*, 6, 125-166.

**Navarro, X.** 2016. Los materiales culturales del sitio Pilauco. 180-199. En Pino, M. (Ed.) El sitio Pilauco, Osorno, Patagonia noroccidental de Chile. UACH / TAQUACH, Imprenta América. 228 pp.

**Perez, Y., Milovic, J., Troncoso, R., Hanish, F., Helms, F., Toloczky, M.,** 2003. Geología para el ordenamiento territorial: Área de Osorno, Región de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geológica Ambiental N°6, 62 p., 7 mapas escala 1:100.000. Santiago.

**Pino, M., Chávez-Hoffmeister, M., Navarro-Harris, X. & Labarca, R.** 2013. The late Pleistocene Pilauco site, Osorno, south-central Chile. *Quaternary International*, **299**, 3-12.

**Recabarren, O., Pino, M & Cid, I.** 2011. A new record of *Equus* (Mammalia: Equidae) from the Late Pleistocene of central-south Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, **84**, 535–542

**Recabarren, O., Pino, M. & Alberdi, M.T.** 2014. La Familia Gomphotheriidae en América del Sur: evidencia de molares al norte de la Patagonia chilena. *Estudios Geológicos*, **70**(1), e001.

**Porter, S.** 1981. Pleistocene glaciation in the Southern District of Chile. *Quaternary Research*, **16**, 262-292.

**Stuiver, M. & Reimer, P. J.** 1993. Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon calibration program. *Radiocarbon*, **35**, 215-230.

## PALEOSEEPS, EVIDENCIA DE FLUJOS DE METANO SUBMARINO EN LA FORMACIÓN NAVIDAD. ¿QUÉ SON Y CÓMO RECONOCERLOS?

Emilio Mena<sup>1\*</sup>, Ximena Contardo<sup>1</sup>

1: Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Viña del Mar, Chile.

\*: [emiliodmh@gmail.com](mailto:emiliodmh@gmail.com)

**Resumen.** Los cold seeps son zonas de emanación de gases, principalmente metano, asociados a ecosistemas marinos. Se caracterizan por presentar comunidades de organismos quimiosintéticos, cuyo suministro energético lo obtienen mediante la oxidación anaeróbica del metano junto con la sulfato reducción, induciendo la precipitación de carbonato autigénico (con bajos valores  $\delta^{13}\text{C}$ ). En Chile se ha reportado sólo un paleoseep emergido, en la costa de Navidad. La estructura se presenta como una acumulación carbonatada muy compactada, con una disposición N45°W discordante con la estratificación subhorizontal. Contiene vetillas y conductos tubulares con precipitado carbonático; abundantes costras de carbonato, estromatolitos, gusanos calcáreos y fósiles, entre los que destaca la *Lucinoma promaucana* como especie predominante; presenta bajos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  que evidencia su origen asociado al metano. Dadas las características de la tectónica del margen chileno es esperable encontrar otros sitios en distintas formaciones geológicas de Chile. Resulta fundamental describir y presentar las características, implicancias y guías de identificación, frente a la potencial identificación de nuevos hallazgos en formaciones Marinas Miocenas a lo largo de Chile. En este trabajo se presentan las principales características petrográficas, paleontológicas e isotópicas; asociadas al paleoseep Navidad, como guía para reconocer estos ambientes fósiles en otras formaciones geológicas del margen continental.

**Palabras Claves:** Cold seep, Oxidación anaeróbica del metano, *Lucinoma promaucana*, estromatolitos, piritra framboidal.

### 1 Introducción

Los cold seeps son zonas de emanación de fluidos de baja temperatura desde el subsuelo marino, principalmente metano, que provienen desde zonas profundas o bien por desestabilización de hidratos de gas. Estos flujos emergen a la superficie a través de fracturas y fallas (Campbell, 2006). Se caracterizan por estar asociados a comunidades de organismos quimiosimbiontes y quimiosintéticos; estos últimos obtienen su suministro energético a partir de la oxidación anaeróbica del metano (OAM) en conjunto con la sulfato reducción (SR), realizada por arqueas y bacterias sulfato-reductoras (Valentine, 2002), organismos extremófilos equivalentes a las primeras formas de vida en la Tierra y potenciales en la atmósfera de las lunas de Júpiter y Saturno (Kasting, 2004). Mediante la OAM se produce un aumento de la alcalinidad en el ambiente, lo que induce la precipitación de carbonato autigénico a determinadas profundidades y bajo condiciones anóxicas (Levin, 2005). Los cold seeps se caracterizan por presentar bajos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en los carbonatos, que oscilan entre -20 a -110 ‰ PDB (Whiticar, 1999), tal característica es determinativa para este tipo de ambientes. Otros criterios de identificación en terreno se basan en características petrográficas, texturales y paleontológicas (Campbell, 1992). Hasta la fecha existe el reporte de un sitio con hallazgo un seep fósil (Contardo y Mena, 2012), éste se encuentra emergido en la zona costera de la localidad de Navidad, asociado a secuencias de la formación homónima. En este trabajo se presentan las principales características petrográficas, paleontológicas e isotópicas asociadas al paleoseep de Navidad (PSN), las cuales podrían constituir una guía de identificación de ambientes similares en otras formaciones geológicas de Chile.

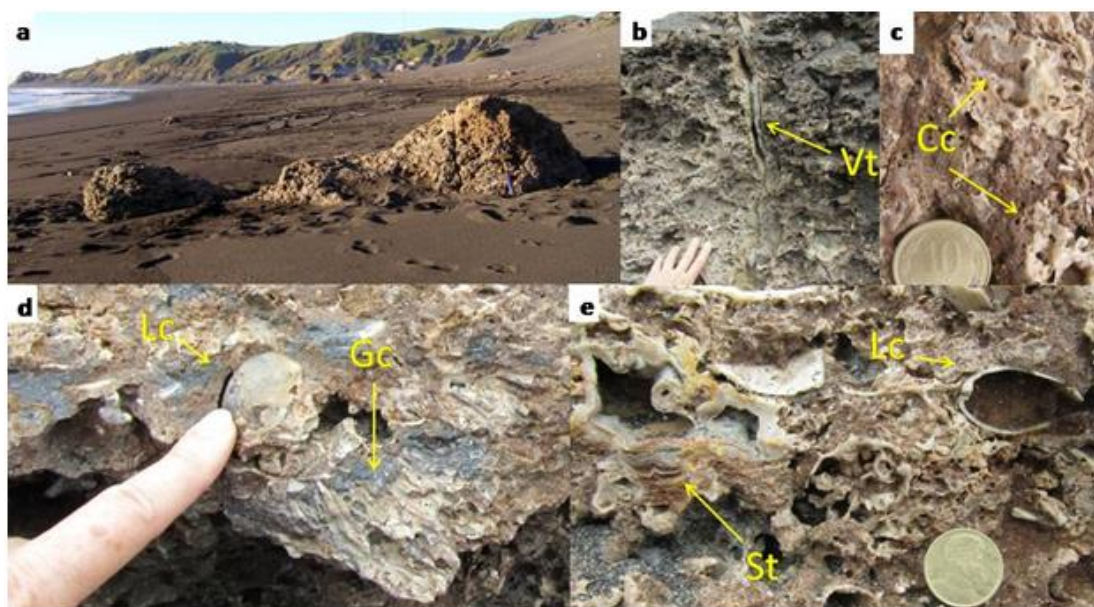
### 2 Metodología

Se establecieron características macroscópicas del afloramiento, tales como composición, estructuras, texturas y contenido fosilífero. La determinación de minerales se realizó mediante observaciones macroscópicas, microscópicas en secciones transparente pulido. Además se determinó el contenido isotópico de  $\delta^{13}\text{C}$  en el laboratorio de isótopos ambientales de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

### 3 Resultados

El afloramiento consiste casi totalmente en carbonato de calcio bien compactado (Fig. 1a), distribuido como matriz y precipitado, es de color grisáceo con oxidaciones. Posee una forma alargada, alineada en dirección N45°W, con

dimensiones máximas observadas de 1,60 m de altura, 7 m de largo y 3 m de ancho. Contiene vetillas de calcita color grisáceo y blanco lechoso, con espesores que van desde 0,4 a 1,5 mm, éstas se disponen de manera sub vertical (Fig. 1b). El afloramiento consiste en carbonato precipitado en costras irregulares (Fig. 1c) y masivo, en tonalidades grisáceas y blanco lechoso, posee conductos tubulares milimétricos a centimétricos. Contiene organismos fósiles marinos entre los cuales predomina la especie *Lucinoma promaucana* (Figs. 1d). Se reconocen fragmentos de madera fósil carbonatada con teredos. Se observan estromatolitos caracterizados por laminaciones alternadas en tonos pardo rojizo y blanco lechoso (Fig 1e), que se asocian a comunidades de gusanos calcáreos (Fig. 1d). Mediante la identificación de secciones transparentes se determinó la composición del fango carbonatado, consistente principalmente de micrita, el precipitado blanco lechoso está compuesto de esparita, donde se observa con frecuencia la ocurrencia de pirita framboidal. En menor cantidad contiene granos de cuarzo, albita, anfíboles, ortoclasa, microclina y líticos volcánicos. Los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  registrados para las muestras del afloramiento varían desde -41,4 ‰ en la matriz y precipitado a -29,5 ‰ en conchas de la *Lucinoma promaucana*.



**Figura 1.** a) Afloramiento del paleoseep. b) Vetilla (Vt) grisácea. c) Costras de carbonato (Cc). d) *Lucinoma promaucana* (Lc) con gusanos calcáreos (Gc). e) Estromatolitos (St).

#### 4 Discusión y comentarios

El afloramiento de Navidad se reconoce como una estructura carbonatada anómala, cuyas características texturales y estructurales difieren notablemente de la naturaleza de las rocas circundantes de la Formación Navidad. Se puede establecer una relación espacio temporal con esta formación, debido a su relación de contacto discordante respecto a las rocas estratificadas. La presencia de costras, vetillas y conductos con precipitado de carbonato de calcio indican vías de flujos de metano, en las cuales se produce la AOM dando como resultado la precipitación del carbonato autigénico (Campbell, 2006). La especie *Lucinoma promaucana*, destacada por su abundancia en el PSN, pertenece a la familia Lucinidae, reconocida como un grupo de organismos quimiosimbióticos asociados a sedimentos deficientes en oxígeno, vents hidrotermales y cold seeps (Kiel *et al.*, 2010). Si bien se ha reportado en otras formaciones de Chile (Frassinetti y Covacevich, 1993; Kiel y Nielsen, 2010) donde no se ha reconocido aún la presencia de paleoseeps, su desarrollo abundante en el PSN indica un hábitat bastante favorable para la especie, el valor de  $\delta^{13}\text{C}$  detectado en la concha permite asociarla directamente a un ambiente metanógeno. La presencia de estructuras estromatolíticas resulta de la actividad quimiosintética realizada por microorganismos mediante la OAM (Greinert *et al.*, 2002), evidenciando que no son exclusivamente fotosintéticos. La presencia de pirita framboidal, indica procesos de reducción bacteriana de sulfatos, siendo considerada un geomarcador para detectar la OAM (Marineros *et al.*, 2010). Los bajos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  permiten determinar el origen autigénico del carbonato presente en el PSN, confirmando cuantitativamente la naturaleza de este afloramiento correspondiente a un seep de metano (Whiticar, 1999). Las características previamente mencionadas, así como la relación discordante del afloramiento y

sus marcadas diferencias petrográficas respecto de las rocas estratificadas que la contienen, constituyen características diagnósticas para la identificación de paleoseeps, formados por flujos de metano desde el subsuelo marino en el pasado geológico.

### Agradecimientos

Financiado por el proyecto D.I. iniciación 2011 de la PUCV: "Determinación e implicancias del promisorio hallazgo de un potencial paleoseep de metano, en la zona costera de la localidad de Navidad" (037306/2011). Se agradece los aportes y participación en terreno de la Dra. Kathleen Campbell y del Dr. Sven Nielsen.

### Referencias

- Campbell, K.A.** 1992. Recognition of a Mio-Pliocene Cold Seep Setting from the Northeast Pacific Convergent Margin, Washington, U.S.A.: *PALAIOS* **7** (4), 422-433
- Campbell, K.A.** 2006. Hydrocarbon seep and hydrothermal vent paleoenvironments and paleontology: Past developments and future research directions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **232** (2-4), 362-407
- Contardo, X. & Mena, E.** 2012. Evidencias, caracterización e implicancias del primer seep fósil descubierto en la costa emergida de Chile central. In Congreso Geológico Chileno, No. 13, Actas: CD-Rom T5: 663-665. Antofagasta.
- Frassinetti, D. & Covacevich, V.** 1993. Bivalvos del Mioceno marino de Matanzas (Formación Navidad, Chile central), *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, **44**, 73-97.
- Greinert, J., Bohrmann, G. & Elvert, M.** 2002. Stromatolitic fabric of authigenic carbonate crusts: result of anaerobic methane oxidation at cold seeps in 4,850 m water depth. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* **91**(4), 698-711
- Kasting, J.F.** 2004. When methane made climate. *Scientific American*, **291**(1), 78-85.
- Kiel, S., Campbell, K.A. & Gaillard, C.** 2010. New and little known mollusks from ancient chemosynthetic environments, *Zootaxa*, **2390**, 26-48
- Kiel, S. & Nielsen, N.L.** 2010. Quaternary origin of the inverse latitudinal diversity gradient among southern Chilean mollusks *Geology*, **38**, 955-958
- Levin, L.A.** 2005. Ecology of cold seep sediments: Interactions of fauna with flow, chemistry and microbes. In *Oceanography and Marine Biology - an Annual Review*, Crc Press-Taylor & Francis Group, Vol 43, Gibson, R. N.; Atkinson, R. J. A.; Gordon, J. D. M..(eds): 1-46. Boca Raton.
- Merinero, R., Lunar, R. & Martínez-Frías, J.** 2010. Carbonatos Metanógenos y Pirita Framboidal Autigénica: Geomarcadores de la Actividad de Organismos Quimiosintéticos en el Golfo de Cádiz, *Macla*, **12**, 28-37
- Valentine, D.** 2002. Biogeochemistry and microbial ecology of methane oxidation in anoxic environments: a review. *Antonie Van Leeuwenhoek*, **81** (1-4), 271-282
- Whiticar, M.J.** 1999. Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane. *Chemical Geology* **161** (1-3): 291-314

## NEW INVESTIGATIONS REVEAL ADDITIONAL MAMMAL DIVERSITY AT THE EARLY LATE MIOCENE SITE OF CARAGUA, NORTHERN CHILE

Karen Moreno<sup>1\*</sup>, Enrique Bostelmann T.<sup>1</sup>, Marcelo García<sup>2</sup>, Germán Montoya Sanhueza<sup>3</sup>, David Muñoz<sup>1</sup>, Israel Navia<sup>1</sup>, José Pérez<sup>1</sup>, and Darin Croft<sup>4</sup>

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Laboratorio de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Los Laureles s/n, 5090000, Valdivia, Chile.

2: Advanced Mining Technology Center, Universidad de Chile. Av. Tupper 2007, Santiago, Chile.

3: Department of Biological Sciences, University of Cape Town, Cape Town, South Africa.

4: Department of Anatomy, Case School of Medicine, 10900 Euclid Avenue, Cleveland, OH 44106-4930, USA.

\* [karenmoreno@uach.cl](mailto:karenmoreno@uach.cl)

**Abstract.** Cenozoic fossil mammals of northern Chile are still poorly known, particularly in terms of diversity and abundance. Only the early Miocene Chucal Fauna of Arica's Altiplano has been described in some detail. A second site, Caragua (Arica y Parinacota Region), has mainly been recognized based on three specimens of the endemic mesotheriine *Caraguatypotherium munozi* and an undescribed peltephilid. Fieldwork carried out by our team in this area during the last year allowed us to collect new fossils reflecting a wider taxonomic diversity. These materials come from the basal beds of the Lower Member of the mainly fluvial Huaylas Formation, constrained by dates of  $11.7 \pm 0.7$  and  $10.7 \pm 0.3$  Ma (Tortonian age), distributed in two localities: Caragua and the Tignamar River Valley. At Caragua, the fossils were collected in a 10-15 m thick tabular bed of poorly-sorted massive conglomeratic sandstones, probably of alluvial origin (stratigraphically ca. 90 m below the 10.7 Ma tuff), whereas in the Tignamar Valley, specimens were mainly found in cross-bedded fluvial sandstones (ca. 40 m below the tuff). Most of the remains are fragmentary bones and teeth exposed on the surface, although some partially articulated specimens were discovered *in situ*.

Overall, remains of *C. munozi* are still the most common fossils; cranial and appendicular materials comes from four different outcrops. Other ungulates include a single specimen of a small Hegetotheriidae assigned to the genus *Hegetotherium*, represented by cranial and postcranial remains, and a series of elongate articulated cervical vertebrae from a larger mammal, probably a Macraucheniidae (Order Litopterna). Xenarthrans are represented by a Euphractinae Euphractini with osteoderms showing elongate external figures and two piliferous foramina, similar to those of unnamed Miocene forms from Bolivia and Uruguay; and a partial dentary of a Megatherioidea indet.

While the fossil record of Caragua is still scarce, it appears that mesotheriines are the most important element of the faunal assemblage. This is also observed in nearly all other Miocene mid-latitude sites (e.g., Cerdas, Nazareno, Quehua, and Achiri in Bolivia, and Chucal in Chile) as well as in sites in Argentina close in age to Caragua (e.g., the Río Mayo Formation and Arroyo Chasicó). Research on the specimens is currently underway, including dental micro- and mesowear, 3D modelling of the intracranial anatomy, paleohistology, and isotopic analysis, in order to characterize their paleobiology and paleoecology.

The present work is funded by the FONDECYT Project 1150879 "Skeletal morpho-function of Caragua's Miocene Fauna" awarded to KM.

**Key words:** Huaylas Formation, Central Andes, Fossil Mammals.

## CARAGUATYPOTHERIUM MUNOZI FLYNN ET AL., 2005: DESCRIPCIÓN DE CARACTERES INTRACRANEALES

Israel Navia<sup>1\*</sup>, Enrique Bostelmann<sup>1</sup>, Karen Moreno<sup>1</sup>

1. Instituto de Ciencias de la Tierra, Laboratorio de Paleontología, Universidad Austral de Chile, Los Laureles s/n, 5090000, Valdivia, Chile.

\* [israel.navia.r@gmail.com](mailto:israel.navia.r@gmail.com)

**Resumen.** La presente investigación busca complementar trabajos anteriores de descripción y cuantificación de caracteres morfológicos a través de imágenes por tomografía computarizada, escáner de superficie y material original del Notoungulado *Caraguatypotherium munozi* Flynn et al., 2005 (SGO PV-22500). La cavidad nasal presenta una gran dimensión con respecto al largo del cráneo, lo que permite inferir que esta estructura cumplía con una importante función en la condensación de agua expirada y ser por tanto una adaptación a ambientes xéricos. Esta característica es también observada en *Plesiotypotherium achiriese* y *Protypotherium* cf. *P.australe*. Las dimensiones comparativas de la cavidad ótica en *Caraguatypotherium munozi* y *Protypotherium* cf. *P.australe*, con respecto al largo craneal no presentan diferencia significativas. Los datos obtenidos para *Protypotherium* cf. *P.australe*, muestran menores valores, posiblemente debido a un menor rango de estimación en su masa corporal.

**Palabras claves:** Notoungulata, Mesotheriinae, Cavidad Nasal, Cápsula Ótica

### 1. Introducción.

El presente proyecto se centra en el estudio anatómico de *Caraguatypotherium munozi* Flynn et al., 2005, un mamífero notoungulado de la familia Mesotheriidae Alston, 1876, subfamilia Mesotheriinae Simpson, 1945, colectado exclusivamente de los niveles basales del Miembro inferior de la Formación Huaylas en la cuenca de Copaquilla - Tignámar, interior de Arica, localidad de Caragua, en capas que datan de entre 11.7 a 10.7 Ma. (García & Herail, 2005, García et al., 2011) asignables a una Edad Mamífero post-Laventense a pre-Chasicoense (Mioceno medio-tardío, Edad Tortiniense).

El primer registro de *Caraguatypotherium munozi*, ocurrió en 1989 en la localidad de Caragua (18°28'S; 69°34'O) en la ladera Norte de la Quebrada de Belén, Provincia de Arica y Parinacota (Bargo y Reguero, 1989). Este registro consta de una rama mandibular derecha con m1-3. Se encuentra almacenado en el Museo de La Plata, con código MLP 86-VII-10-1. El segundo hallazgo, fue realizado por Salinas et al., (1991). Corresponde a un cráneo virtualmente completo con un alto grado de preservación en su lado izquierdo y moderado en su lado derecho, el cual presenta un alto nivel de erosión. Se encuentra articulada a la base del basicráneo la primera vértebra cervical (siendo encontrado "in situ" cráneo y serie cervico-torácica), la mandíbula sin rama ascendente derecha y series dentales completas. 8 elementos cervicales se encuentran articulados incluyendo la primera vértebra torácica y la porción proximal de la segunda vértebra de mismo orden. Un brazo izquierdo, porción medio distal de húmero y radio-ulna completos, articulado en posición de meso-flexión, una mano izquierda extendida, con presencia de basipodios completos. Sólo se observa el Mc I en su porción proximal, articulando con el C1 (trapezio), como también la preservación del McV es parcial. Se observan estructuras óseas sesamoides, articuladas en la cara ventro-distal de los Mc II, III y IV. Las estructuras autopodiales incluyen: falange proximal II, III, IV y V, articuladas a sus Mc correspondientes, y una porción proximal de la falange medial V articulada a su falange proximal. La mano derecha, articulada con las regiones distales del pseudopodio en articulación. Las estructuras basipodiales se encuentran completas y articuladas entre sí, como también a sus Mc I, II, III, IV y V. Esta mano presenta una flexión palmar como resultado del "rigor mortis". Un tercer registro corresponde a un resto de maxilar izquierdo con un P4 y el alveolo del P3 (Flynn et al., 2005), el cual se encuentra almacenado en el MNHN de Santiago con código SGO PV-4056. En el año 2006, Moreno et al. prospectaron parte del afloramiento antes mencionado, realizando un cuarto descubrimiento asignable a *C. munozi*, el cual consta de una porción mandibular izquierda y derecha con m1 y m2 respectivamente (Montoya et al., 2008). En diciembre del 2015, en base al proyecto FONDECYT regular 1150879, se realizó una nueva prospección y excavación colectándose nuevos restos asignables a *C. munozi*.

Inicialmente este espécimen fue asignado a la especie *Typotheriopsis* sp. (Salinas et al., 1991). Análisis filogenéticos posteriores demostraron que MLP 86-VII-10-1, SGO PV-22500 y SGO PV-4056 poseían una combinación única de caracteres justificando el establecimiento de un nuevo género y especie: *Caraguatypotherium munozi* (Flynn et al., 2005). Según el análisis, *C. munozi* es excluido del grupo de mesotérinos más derivados tales

como *Mesotherium* y *Pseudotypotherium* y conforma una politomía junto con *Typotheriopsis* y *Plesiotypotherium*. Cerdeño et al. (2012), posicionan a *C. munozi* como grupo hermano de *Typotheriopsis*, *Mesotherium* y *Pseudotypotherium* (Cerdeño et al., 2012; Flynn et al., 2005).

El presente trabajo describe parte de la morfología interna del cráneo de *Caragatypotherium* incluyendo la cavidad nasal, cerebral y las cápsulas óticas. Esto se realizó mediante técnicas de imagenología computacional, modelamiento 3D y comparaciones anatómicas con otros notoungulados del suborden Typotheria, específicamente *Prototypotherium* cf. *P.australe* y *Plesiotypotherium achiriense*. Estos nuevos datos brindan información complementaria referente a la paleobiología de *C. munozi*.

## 2. Metodología.

Se realizó un estudio anatómico de descripción y cuantificación de los especímenes *Caragatypotherium munozi* (Mesotheriidae), y *Prototypotherium* cf. *P.australe* (Interatheriidae), almacenados en el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN).

Las descripciones y mediciones fueron realizadas a través de un escáner OPTIMA CT660. La visualización y segmentación de las imágenes computarizadas se desarrollaron con el software Mimics Research V. 17.0 (X64) y 3-Matics, los cuales trabajan bajo el soporte de un ordenador DELL, modelo T700. El sistema operativo (OS) usado para el manejo del software fue un Windows 7 Professional, servipack 1 (X64), procesador Intel (I) Xeon (R) CPU 26200, 2.00 GHz, Dualcore. Desde los modelos tridimensionales generados por el software se obtuvieron datos cuantitativos de la cavidad nasal y cavidad ótica, como por ejemplo: área y volumen; además de datos de estructuras óseas no visibles en superficie, ya sea por estar cubiertas por sedimentos, consolidantes o en articulación con otro hueso adjunto.

## 3. Resultados.

| Med. Intracraneales. (mm)         | <i>Caragatypotherium munozi</i> | <i>Prototypotherium</i> | <i>Plesiotypotherium achiriense</i> |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Alto Craneal                      | 70                              | 34,5                    | 96                                  |
| Largo Craneal                     | 165,3                           | 94                      | 230                                 |
| Ancho Craneal                     | 120,4                           | 60,1                    | 140                                 |
| Alto Cavidad Nasal                | 29,3                            | 19,9                    | 34,8                                |
| Largo Cavidad Nasal               | 86,9                            | 50,6                    | 68                                  |
| Ancho Cavidad Nasal               | 38,1                            | 19,5                    | 31,1                                |
| Área Cavidad Nasal                | 10329,2                         | 4538,5                  | -                                   |
| Volumen Cavidad Nasal             | 43839,3                         | 10968,4                 | 53595                               |
| Alto Cavidad Ótica                | 20,4                            | 11,4                    | -                                   |
| Largo Cavidad Ótica               | 20,7                            | 10,3                    | -                                   |
| Ancho Cavidad Ótica               | 16,4                            | 3,7                     | -                                   |
| Área Cavidad Ótica                | 1720,9                          | 426,5                   | -                                   |
| Volumen Cavidad Ótica             | 4162,7                          | 367,2                   | -                                   |
| Largo Craneal/Largo Cavidad Nasal | 1,9                             | 1,9                     | 1,7                                 |
| Vol. Cavidad Nasal/Largo Craneal  | 262,9                           | 116,7                   | 623,7                               |
| Largo Cavidad Ótica/Largo Craneal | 0,13                            | 0,11                    | -                                   |

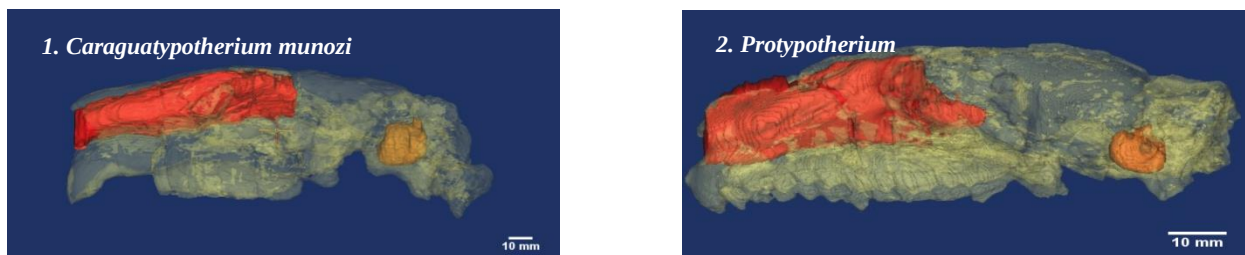
**Tabla 1.** Valores correspondientes a mediciones craneales e intracraneales

## 4. Discusión.

Las dimensiones craneales (alto, largo y ancho) en *Caragatypotherium munozi* sobrepasan en un 50% aproximado a las dimensiones craneales de *Prototypotherium* cf. *P.australe*, esto debido a una mayor masa corporal estimada en Mesotheriidae que en Interatheriidae (Elissamburu, 2012). La razón entre el largo del cráneo y el largo de la cavidad nasal, para los 3 especímenes, es aproximadamente de 1:2, lo que indica que la cavidad nasal abarcaría un 50% del largo total craneal. Este valor permite inferir que tanto la cavidad como tal y las estructuras implícitas de la misma (huesos turbinales y epitelio mucoso) podrían ser importantes funcionalmente. La cavidad nasal está directamente

relacionada con los mecanismos de contracorriente de calor, condensación y absorción de agua, referente al aire expirado (Owerkowicz et al., 2015). Sin embargo, el volumen de la cavidad nasal en *Caragatypotherium munozi* es 3 veces mayor a *Protypotherium* cf. *P. australe* y en *Plesiotypotherium achiriense* es 4 veces mayor, lo que podría implicar comparativamente, una mayor adaptación a ambientes xéricos. Referente a las dimensiones de la cavidad ótica con respecto a las proporciones craneales no se observan diferencias significativas, comparativamente entre *Caragatypotherium munozi* y *Protypotherium* cf. *P. australe*.

### Modelos Tridimensionales.



**Figuras 1 y 2:** Modelos 3D de los cráneos de *Caragatypotherium munozi* y *Protypotherium* cf. *P. australe* (amarillo). Se observan las cavidades nasales (rojo) y la cavidad ótica derecha (naranja) modeladas.

### Agradecimientos.

Agradecemos el apoyo brindado por FONDECYT para el desarrollo de este proyecto y al Museo Nacional de Historia Natural de Santiago y la Clínica Las Condes, quienes facilitaron el acceso, estudio y escaneo de los especímenes analizados.

### Bibliografía.

- Bargo, M. & Reguero, M.** 1989. El primer registro de un mamífero fósil en el extremo septentrional de Chile. *Ameghiniana*, **26** (3-4), 239.
- Buldrini, K. & Bostelmann, E.** 2011. A well preserved skull of *Protypotherium* cf. *P. australe* Ameghino 1887 (Mammalia, Notoungulata, Interatheriidae), from the Early Miocene of Chile. *Ameghiniana* **48** (4), Suplemento Resúmenes: p. R149.
- Cerdeño, E. Vera, B. Schmidtd, G. Pujosa, F. & Quisped, B.** 2012. An almost complete skeleton of a new Mesotheriidae (Notoungulata) from the Late Miocene of Casira, Bolivia. *Journal of Systematic Palaeontology*, **10**(2), 341-360.
- Elissamburu, A.** 2012. Estimación de la masa corporal en géneros del Orden Notoungulata. *Estudios Geológicos*, **68**(1), 91-111.
- Francis, J.** 1965. Los géneros de la subfamilia Mesotheriinae (Typotheria, Notoungulata) de la República Argentina. *Boletín del Laboratorio de Paleontología de Vertebrados*, **1**, 1-31.
- Flynn, J. Croft, D. Charrier, R. Wyss, A. Héraile, G. & Garcia, M.** 2005. New Mesotheriidae (Mammalia, Notoungulata, Typotheria), geochronology and tectonics of the Caragua area, northernmost Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, **19**, 55-74.
- García, M. & Héraile, G.** 2005. Fault-related folding, drainage network evolution and valley incision during the Neogene in the Andean Precordillera of Northern Chile. *Geomorphology*, **65**(3), 279-300.
- Montoya, G. y Moreno, K.** 2008. Nuevos restos de mamíferos miocenos de la localidad de Caragua, Formación Huaylas (Norte de Chile). III Congreso Latinoamericano de Paleontología de Vertebrados, Libro de Resúmenes p. 163.
- Owerkowicz, T. Musinsky, C. Middleton, K. Crompton, A.** 2015. Respiratory turbinates and the evolution of endothermy in mammals and birds. In: Dial, 46 J.M. Bourke, L.M. Witmer / *Respiratory Physiology & Neurobiology* 234 (2016) 32-46 K.P., Shubin, N., Brainerd, E.L. (Eds.), *Great Transformations in Vertebrate Evolution*. University of Chicago Press, pp. 143-165 (Chapter 9).
- Salinas, P. Villarroel, C. Marshall, L. Sepúlveda, P. & Muñoz, N.** 1991. Typotheriopsis sp. (Notoungulata, Mesotheriidae), Mamífero del Mioceno superior en las cercanías de Belén, Arica, norte de Chile. VI Congreso Geológico Chileno, **1**(6), 314-31.

## NEW PALEONTOLOGICAL RECORDS FROM THE NEOGENE OF SOUTHERN CHILEAN FJORDS: FROM GUAFO VIA LOS CHONOS TO TAITAO

Sven N. Nielsen\*

Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\* [sven.nielsen@uach.cl](mailto:sven.nielsen@uach.cl)

**Abstract.** Recent scientific expeditions (2007-2016) to the fjord region of southern Chile resulted in numerous records of organisms previously unknown from the Neogene deposits of this region. Neogene sedimentary rocks are known from Guafo island, the Los Chonos Archipelago (Stokes, Lemo, Ipún, and Guamblín islands) and the Tres Montes Gulf (Taitao Peninsula). The principle aim of them was to obtain data about the stratigraphy of the respective deposits, their depositional environments, as well as molluscan diversity. Several of the here reported materials are new geographic and temporal records as well as species new to science and include foraminifera, corals, brachiopods, arthropods (ostracods, decapod crabs), mollusks (scaphopods, gastropods, bivalves), echinoderms (regular and irregular sea urchins, sea stars, brittle stars), and vertebrates (mostly fish otoliths). A sneak preview is presented, mostly with the aim to attract interest of prospective students and specialists of the respective groups because most are not actively researched at the moment. The expeditions were financed by GFZ Potsdam (Germany) and several Fondecyt projects (Chile).

**Keywords:** Foraminifera, Anthozoa, Brachiopoda, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Vertebrata

# LA SUBCLASE PROTOBRANCHIA (MOLLUSCA: BIVALVIA) EN EL MIOCENO MARINO DE LA COSTA PACÍFICA CHILENA: PROBLEMÁTICAS Y DESAFÍOS ACTUALES

Leonardo Pérez Barría<sup>1,2\*</sup> y Sven Nielsen<sup>2,3</sup>

1: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural. Casilla 787, Parque Quinta Normal, Santiago, Chile.

2: Programa de Magíster en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

3: Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

\* [leonardo.perez@mnhn.cl](mailto:leonardo.perez@mnhn.cl)

**Resumen.** Los Protobranchia son un grupo de bivalvos exclusivamente marinos, de amplia distribución geográfica, conocidos al menos desde el Ordovícico. Se caracterizan por sus branquias sin función alimentaria, charnela típicamente taxodonta, y con el ligamento pequeño y usualmente interno. A fines del siglo XIX, R.A. Philippi describe para Chile al menos 9 especies conferibles al Mioceno, asignándolas por razones de “falta de vistas internas” exclusivamente al género *Nucula*. Posteriores descripciones parciales, han mostrado que las especies se ubicarían en varias familias dentro de los órdenes Nuculida, Nuculanida y Solemyida. Recientemente, un nuevo listado para Chile, indica la existencia de numerosas especies indeterminadas en distintos géneros (*Ennucula*, *Ledella*, *Jupiteria*, *Lembulus*, *Nucula*, *Nuculana*, *Solemya* y *Yoldia*), además de un posible nuevo género y especie para Nuculanidae, mostrando que la diversidad del grupo es aún más amplia que lo anteriormente se conocía. A la fecha, el conocimiento de este grupo sigue siendo somero y confuso, siendo necesaria una revisión taxonómica actualizada. El ordenamiento de este grupo permitiría además, conocer su uso potencial como herramienta paleoecológica y aclarar cuáles son las reales afinidades biogeográficas de las especies presentes.

**Palabras Claves:** Mollusca, Bivalvia, Protobranchia, Nuculida, Nuculanida, Solemyida, Mioceno, Chile

## 1 Introducción

Los Protobranchia (Pelseneer, 1889; = Palaeotaxodonta Korobkov, 1954) son una Subclase de moluscos exclusivamente marinos considerados entre las formas de bivalvos más primitivos. Tienen registro conocido al menos desde el Ordovícico (Pojeta & Runnegar, 1985), y a diferencia de otros bivalvos, los Protobranchia poseen grandes palpos labiales que utilizan para la alimentación, quedando sus branquias excluidas de la filtración, manteniendo sólo funciones respiratorias, de ahí el nombre Protobranchia o ‘primeras branquias’. En la concha, se les reconoce (a excepción de un grupo) por su típica charnela compuesta por series de pequeños dientes similares entre sí (condición taxodonta), musculatura isomiaria o anisomiaria, con el ligamento pequeño y usualmente interno. Son animales de tallas milimétricas a centimétricas, con desarrollo indirecto, fase larval planctónica y hábitos semi-infaunales de fondos arenosos y lodosos. Sólo un grupo, los Solemyidae, ‘cultiva’ bacterias simbióticas en sus branquias teniendo un intestino muy reducido (Conway et al., 1992). En general, los Protobranchia incluyen a los grupos comúnmente conocidos como ‘núculas’ de formas subcirculares o subtriangulares, las ‘nuculanas’ de formas usualmente rostradas, y las ‘solemyas’ de formas subelípticas y carentes de dientes en la charnela. Un esquema general de los Protobranchia se ilustra en la figura 1B.

## 2. Historiografía de los Protobranchia de Chile

Los primeros antecedentes sobre las especies fósiles se registran a fines del siglo XIX. Fue Philippi (1887), quien describió al menos 9 especies conferibles al Mioceno (entre otras que requieren ser confirmadas), asignándolas “debido a la falta de vistas internas” exclusivamente al género *Nucula* (*araucana*, *darwini*, *dorbignyi*, *errazurizi*, *lebuensis*, *medinae*, *oxyrrhyncha*, *valdiviana* y *volckmanni*). Desde esa fecha, los trabajos paleontológicos, así como las menciones y/o revisiones para el grupo, han sido muy escasos e imprecisos. En este contexto, Machado (1903) menciona sin ilustrar *Nucula volckmanni*, mientras que Brüggén (1913) señala la presencia de *N. darwini* Philippi, 1887 agregando a la lista *Nucula cuneata* Sowerby, 1832. Luego, Tavera (1942) y Fenner y Wetzel (1942) listan la presencia de algunas de las especies de Philippi mencionando *Leda* sp. y *Solenomya antartica* Philippi, 1887. *Acila Brüggéni* (sic!) Tavera (1942) es, a la fecha, la única propuesta de especie nueva posterior a Philippi. Sin embargo, la denominación no contiene descripción, ilustración u holotipo designado para el nuevo taxón, por lo cual, la denominación es un *nomen nudum*. Por otra parte, Tavera (1942) y Brüggén (1950) mencionaron lo que consideran

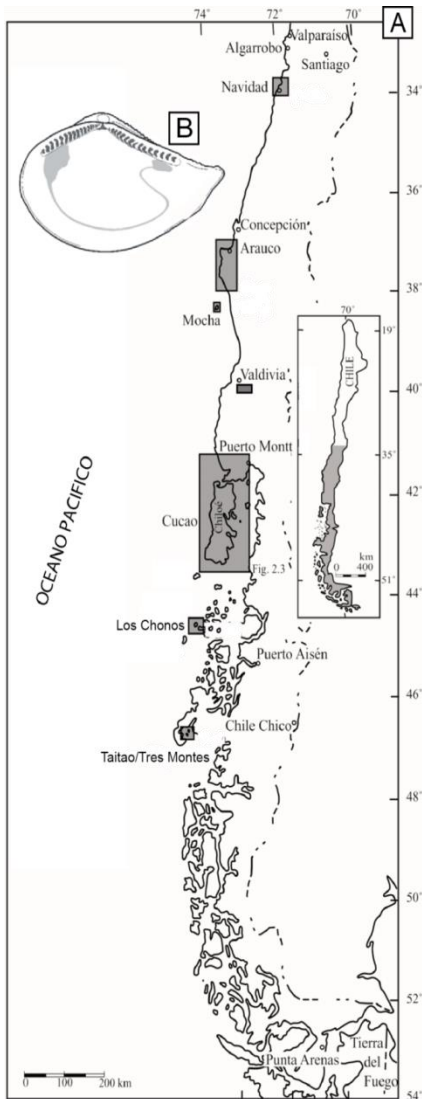


Fig. 1. A) Mapa de áreas de distribución de los Protobranchia en el Mioceno marino de la costa pacífica chilena. Modificado de Nielsen & Frassinetti (2007). B) Esquema general de un Protobranchia basado en *Saccella*. Modificado

equivalentes, los Protobranchia tienen una presencia conocida pero menos estudiada y comprendida taxonómicamente. El rango de distribución del grupo se extiende hasta la Formación Ranquil (Arauco e Isla Mocha, ~37°S-38°S), Formación Santo Domingo (cercañas de Valdivia, ~39°S), Formación Lacui (Chiloé, ~42°S-43°S), 'Estratos de Los Chonos' (Islas Stokes, Lemo e Ipún, ~44°S), y Grupo Chaicayán (Península de Taitao/Golfo Tres Montes, ~46°S). Una síntesis de las principales áreas de distribución de los Protobranchia de la costa pacífica chilena se presenta en la figura 1A.

### 3. Conclusiones

El conocimiento actual de los Protobranchia no refleja adecuadamente la diversidad taxonómica del grupo, como tampoco, la distribución de las especies presentes y el grado de endemismo. Se desconocen además, cuáles son sus potenciales usos como herramienta paleoecológica y las reales afinidades biogeográficas que poseen. Basado en los

corresponde a *Malletia volckmanni*, generando así los primeros cambios genéricos para alguna de las especies de Philippi, aunque, ninguno de los autores justificó taxonómicamente las razones para tal cambio. En general, hasta la primera mitad del siglo XX la mayor parte de los esfuerzos de geólogos-paleontólogos se enfocaron en los resultados estratigráficos, siendo las menciones de Protobranchia un dato más bien complementario.

Nuevos antecedentes fueron reportados a finales de los 70 y durante los 80, mencionándose varias de las especies originales de Philippi en introduciéndose, en algunos casos, cambios genéricos o la incorporación de subgéneros. Sin embargo, las descripciones e ilustraciones en general fueron escasas, dificultando su comprensión y adecuada evaluación taxonómica. De lo anterior resultan de interés algunas menciones de Frassinetti y Covacevich (1982) quienes señalan la presencia de especies indeterminadas de *Nuculana*, agregando los subgéneros *Poroleda* y *Saccella*, y el reporte de una especie indeterminada del género *Portlandia* (Covacevich y Frassinetti, 1986).

Villaruel y Stuardo (1998) abordan la primera discusión taxonómica que incluyera algunos fósiles chilenos de Protobranchia. Los autores reubicaron algunas especies y redescubrieron otras. Dicha contribución ha sido a la fecha, la única revisión del grupo desde que Philippi (1887) realizara las primeras descripciones. No obstante, la revisión de algunas especies fósiles es parte de una sinopsis parcial incluida en el contexto de una revisión ampliada de las especies vivientes, y cabe recalcar, que no incluyó la revisión física de los materiales originales de Philippi (1887). A partir de esa fecha, solo cuentan como revisiones puntuales las contribuciones de Frassinetti y Covacevich (1999) y de Griffin y Nielsen (2008), quienes discutieron la afinidad genérica de *Nucula ornata* Sowerby, 1846, reubicándola dentro del género *Neilo*. Finalmente, Kiel y Nielsen (2010) listan para el Mioceno *Leionucula lebuensis*, *Neilo volckmanni* y *Saccella oxyrrhyncha*, destacando la presencia de numerosas especies indeterminadas entre los géneros *Ennucula*, *Ledella*, *Jupiteria*, *Lembulus*, *Nucula*, *Nuculana*, *Solemya* y *Yoldia*, indicando además, la existencia de un nuevo género y especie para Nuculanidae.

### 2.1 Contexto geológico y distribución de los Protobranchia

La unidad geológica representativa del Mioceno marino (fossilífero) de Chile es la Fm. Navidad, caracterizada litológicamente como una secuencia de areniscas, limonitas, conglomerados y coquinas (Encinas et al., 2006), la cual posee una edad de deposición, recientemente consensuada, como Mioceno inferior (Finger, 2013).

La mayor cantidad de información de los Protobranchia proviene de la Fm. Navidad, estando representada la mayoría de las especies originales de Philippi (1887). Más hacia el sur, y con edades aparentemente

antecedentes disponibles, sumado a una revisión preliminar de los materiales alojados en el Museo Nacional de Historia Natural (SGO.PI) y la Universidad Austral de Chile (UACH), la diversidad del grupo se compondría de al menos cinco familias (Malletiidae, Nuculanidae, Nuculidae, Solmyidae y Yoldiidae), e incluiría nuevos taxones.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte financiero del proyecto Fondecyt No. 1150664 “Miocene marine diversity along the coast of central to southern Chile across multiple taxa”.

### Referencia

**Brüggen, J.** 1913. Informe sobre las exploraciones geológicas de la región carbonífera del sur de Chile. Boletín de las Sociedad Nacional de Minería, 25(191), 6-29.

**Brüggen, J.** 1950. Fundamentos de la Geología de Chile. Instituto Geográfico Militar. 374 pp.

**Conway, N. M., Howes, B. L., Capuzzo, J. E. M., Turner, R. D., & Cavanaugh, C. M.** 1992. Characterization and site description of *Solemya borealis* (Bivalvia; Solemyidae), another bivalve-bacteria symbiosis. Marine Biology, 112 (4), 601-613.

**Covacevich, V., & Frassinetti, D.** 1986. El género *Cancellaria* en el Mioceno de Chile, con descripción de cuatro especies nuevas (Gastropoda: Cancellariidae). Andean Geology, (28-29), 33-67.

**Encinas, A., Le Roux, J. P., Buatois, L. A., Nielsen, S. N., Finger, K. L., Fourtanier, E., & Lavenue, A.** 2006. Nuevo esquema estratigráfico para los depósitos marinos mio-pliocenos del área de Navidad (33°00'-34°30'S), Chile central. Revista Geológica de Chile, 33(2), 221-246.

**Fenner, R. & Wetzel, O.** 1942. El Terciario Carbonífero de Arauco. Anales del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, Santiago. Geología, 2(3), 1000-1029.

**Finger, K.** 2013. Miocene foraminifera from the south-central coast of Chile. Micropaleontology, 59(4-5), 341-492.

**Frassinetti, D., & Covacevich, V.** 1982. Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile Central. Parte III. Architectonicinae. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, 39, 101-109.

**Frassinetti, D. & Covacevich, V.** 1999. Invertebrados fósiles marinos de la Formación Guadal (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) en Pampa Castillo, Región de Aisén, Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín, 51, 96 pp.

**Griffin, M., & Nielsen, S. N.** 2008. A revision of the type specimens of Tertiary molluscs from Chile and Argentina described by d'Orbigny (1842), Sowerby (1846) and Hupé (1854). Journal of Systematic Palaeontology, 6(03), 251-316.

**Kiel, S., & Nielsen, S.** 2010. Quaternary origin of the inverse latitudinal diversity gradient among southern Chilean mollusks. Geology, 38(10), 955-958.

**La Perna, R.** 2007. Revision of the Nuculanidae (Bivalvia: Protobranchia) from the Cerulli Irelli collection (Mediterranean, Pleistocene). Bollettino-Società Paleontologica Italiana, 46(2/3), 125-137.

**Machado, M.** 1903. Descripción geológica y paleontológica de la isla. La Isla de la Mocha. Anales del Museo Nacional de Chile, Santiago de Chile, 36-44.

**Nielsen, S. & Frassinetti, D.** 2007. The Neogene Volutidae (Gastropoda, Neogastropoda) from the Pacific coast of Chile. Journal of Paleontology, 81, 82-102.

**Philippi, R.** 1887. Los fósiles terciarios y cuaternarios de Chile. Brockhaus, Leipzig. 256 pp., 58 Lam.

**Pojeta Jr., & Runnegar, B.** 1985. The early evolution of diastome molluscs. 295-336. In TRUEMAN, E.R. et al. (ed.) The Mollusca, Volume 10. Evolution. Academic Press, Orlando. 491 pp.

**Tavera, J.** 1942. Contribución al estudio de la Estratigrafía y Paleontología del Terciario de Arauco. Anales del primer Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología, 1(2), 580-632.

**Villarreal, M., & Stuardo, J.** 1998. Protobranchia (Mollusca: Bivalvia) chilenos recientes y algunos fósiles. Malacologia, 40, 113-230.

## RESCATE PATRIMONIAL Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MADERAS FÓSILES, ANGOL, ARAUCANIA, CHILE

Teresa Torres<sup>1\*</sup>, F. Amaro Mourgues<sup>2</sup>, Ana Anchelegues<sup>2</sup>

1: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Av. Santa Rosa N° 11315, La Pintana, Santiago, Chile.

2: TERRA IGNOTA – Patrimonio y Geociencias, Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago, Chile.

\* [ttorres@u.uchile.cl](mailto:ttorres@u.uchile.cl)

**Resumen.** Se da a conocer por primera vez la identificación de un conjunto de maderas fósiles provenientes del yacimiento paleontológico *ex situ* de la localidad de Angol. El presente trabajo surge a partir de una medida de compensación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental solicitada por el Consejo de Monumentos Nacionales. Las maderas forman parte de un nivel con gravas de cuarzo dispersos en una sucesión formada por arcilla limosa e interpretada como un depósito glaciolacustre. El conjunto exhumado presenta estructuras excepcionalmente bien preservadas. El análisis anatómico permitió clasificar cinco tipos diferentes, pertenecientes a una comunidad arborea de Coníferas y Angiospermas, afines a especies que hoy existen en los bosques del sur de Chile.

**Palabras Claves:** Xilema secundario, Nothofagaceae, Podocarpaceae, Mirtaceae, SEIA, Medida ambiental.

### 1 Introducción

Las maderas fósiles de Angol son conocidas localmente desde hace décadas, gracias al naturalista y coleccionista Dillman Bullock (1878-1971), agrónomo norteamericano vecindado en Angol, quien hizo una gran colecta de estas maderas durante su vida. Hoy son expuestas en el museo homónimo, por su cualidad sonora, Bullock confeccionó con ellas un ‘paleoxilófono’. Escribió un curioso artículo acerca de una posible influencia de la madera petrificada en las creencias de los nativos de Chile (Bullock, 1969). Sin embargo, dichas maderas fósiles habían permanecido desconocidas para el mundo científico geológico – paleontológico, hasta este estudio que nace gracias a una medida de compensación de impacto ambiental, aplicada a una empresa.

Durante el monitoreo arqueológico de la construcción de la Línea de Transmisión 66 kV Central Picoquén – Cruce Huequén (RCA 21/2012), se hallaron fragmentos aislados y dispersos de madera fósil a ca. 1,5 km de Angol (fig. 1). La empresa constructora puso en conocimiento a la autoridad y solicitó la asesoría de Terra Ignota. Se recomendó entonces el rescate de fósiles representativos, debidamente contextualizados, junto con el estudio paleoxilológico de los mismos.

La ley 17.288 de Monumentos Naturales declara protegidas a las maderas fósiles, por el Estado de Chile, por lo cual se requiere valorar los hallazgos. En este contexto se realiza el estudio anatómico de las maderas fósiles, en su contexto geológico y estratigráfico, cuyo propósito final es establecer su procedencia taxonómica botánica y su valor científico, patrimonial y cultural.

### 2 Metodología

#### 2.1 Contexto geológico

En la cartografía geológica de Los Ángeles-Angol (Ferraris, 1981) (fig. 2), este yacimiento se sitúa sobre los sedimentos glacio-lacustres de Angol-Collipulli, los cuales corresponden a una secuencia formada por niveles de arcillas, arenas y conglomerados. Esta unidad sobreyace al basamento metamórfico y tiene una edad estimada pleisto-holocena. Según los antecedentes, no se había reportado previamente la presencia de ningún otro material paleontológico en la zona, sin embargo, a 80 km al Sur de Angol, se describió un yacimiento compuesto por restos vegetales en estratos volcano-sedimentarios atribuidos al Oligoceno-Mioceno (Mella y Quiroz, 2010).

El estudio geológico de la zona realizado (Terra Ignota), permitió observar que los restos hallados no estaban *in situ*. Se trata de un yacimiento de segundo orden. El depósito en el que se encuentran está formado fundamentalmente por arcillas, en algunos niveles se observan, de manera dispersa en la matriz arcillosa, clastos de cuarzo microcristalino y restos re trabajados de madera fósil (fig. 2). La estratigrafía, facies y la madurez textural de los fragmentos de cuarzo y madera silicificada, son consistentes con un transporte asociado a las glaciaciones recientes.

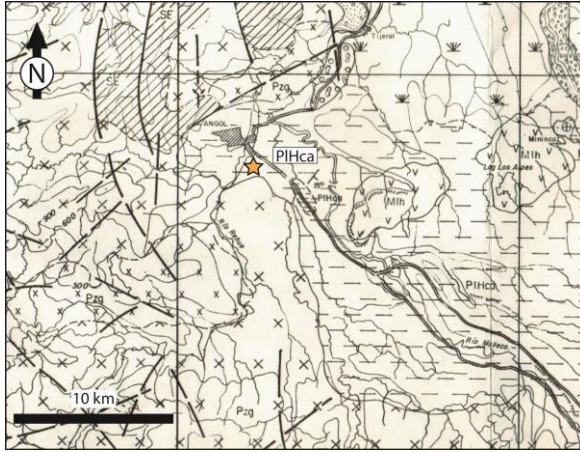


Figura 1. Ubicación del hallazgo de maderas fósiles.

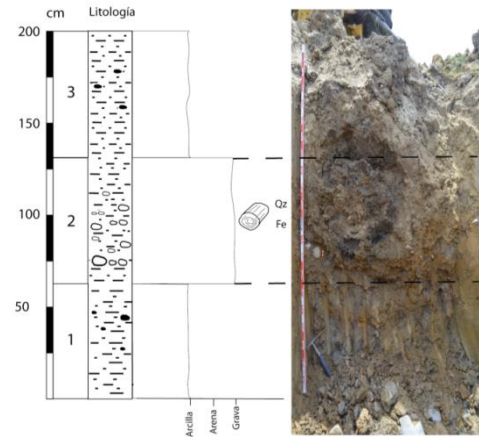


Figura 2. Columna estratigráfica.

## 2.2. Análisis anatómico

De las muestras recogidas, se seleccionaron 23 para su estudio, ocho de ellas no eran identificables, tres lo eran a nivel de familia, siete a nivel de género, seis a nivel de especies. Para el estudio xilotómico y taxonómico se eligieron doce muestras y se efectuaron secciones transparentes en los planos transversal, longitudinal radial y tangencial. Fueron analizadas y fotografiadas en un microscopio Olympus CX3. En la descripción se usó el Código de Nomenclatura Internacional de Anatomistas de la Madera (IAWA, 2007). Las preparaciones microscópicas se depositaron en el Laboratorio de Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

## 3 Resultados

Se determinaron taxonómicamente cinco xilotipos resumidos en la Tabla 1. Todas las especies identificadas tienen un interés histórico y valórico temporal y espacial puesto que, representan biogeografía de especies que se encuentran actualmente en comunidades boscosas del Sur de Chile.

| Nº de inventario | Division                   | Familia       | Género                       | Especie                                    | Afinidad                            |
|------------------|----------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) 1414-5        | Gymnosperma Coniferales    | Podocarpaceae | <i>Podocarpoxylon</i> Gothan | <i>Podocarpoxylon paleoandinum</i> Nishida | <i>Prumnopitys andina</i> . Lleuque |
| 2) 1414-7        | Angiosperma Dicotiledóneas | Myrtaceae     | <i>Temuxylon</i> ?           | <i>Temuxylon</i> ? sp.                     | <i>Blepharocalyx Temu</i>           |
| 3) 1414-8        | Angiosperma Dicotiledóneas | Nothofagaceae | <i>Nothofagoxylon</i> Gothan | <i>Nothofagoxylon</i> sp.                  | <i>Nothofagus caducifolio</i>       |
| 4) 1414-3        | Angiosperma Dicotiledóneas | Nothofagaceae | <i>Nothofagoxylon</i> Gothan | <i>N. krauseli</i> Boureau & Salar         | <i>Nothofagus caducifolio</i>       |
| 5) 1414-10       | Angiosperma Dicotiledóneas | Nothofagaceae | <i>Nothofagoxylon</i> Gothan | <i>N. menendezii</i> Ragonese              | <i>Nothofagus caducifolio</i>       |

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las maderas de Angol y su afinidad con especies actuales.

El xilotipo 2, *Temuxylon*, no tiene afinidad con otros registros conocidos de Myrtaceae (Nishida, 1984; Pujana, 2009a). La determinación de un nuevo género y especie queda en suspenso, para no invalidar la especie, hasta oficializarla mediante una publicación indexada.

El conjunto de maderas fósiles determinadas hasta hoy, corresponde a una comunidad arbórea con especies de las familias Podocarpaceae y Myrtaceae, vinculadas a los *Nothofagus* del grupo *caducifolios*, similar a la actual flora que crece en los bosques Mulinos de Chile. Floras similares tienen registros durante el Paleógeno, desde Antártica hasta Magallanes (Gothan, 1908; Salar, 1961; Boureau y Salar, 1960; Ragonese, 1977; Torres y Lemoigne, 1988; Torres et al., 2009; Pujana, 2009a y b).

#### 4 Discusión y Conclusión

1.- La mayor parte de las maderas identificadas, tiene afinidad con el género *Nothofagus* principalmente con las especies caducifolias que crecen en el país (roble, ruil, raulí, hualo). Este género con registros desde el Cretácico al Neógeno juega un rol importante para dilucidar la historia evolutiva, filogenética y biogeográfica de un grupo de árboles de origen gondwánico más importantes de la biota del hemisferio sur.

2.-La importancia del hallazgo en Angol, radica en que constituye el primer estudio paleoxilológico oficial, solicitado por el CMN sobre maderas fósiles. Se recomienda que se depositen en el Museo Natural de Historia Natural. Es deseable valorizar y difundir este patrimonio paleontológico a la comunidad local de la región, mediante el estudio del material restante y la elaboración de un folleto entregado al Museo DillmanBullock (Angol) para su difusión local.

3.- Desde el punto de vista científico sería de interés buscar la procedencia geográfica y estratigráfica de las maderas, que por la biodiversidad de la flora encontrada y por su excelente preservación en una muestra pequeña, permite afirmar que debe haber un yacimiento importante *in situ* que sería un referente geo-paleobotánico de la región de la Araucanía.

#### Referencias

**Bullock, D.** 1969. La madera petrificada y su posible influencia en las creencias de los nativos de Chile. Revista Rehue, Instituto de Antropología de la Universidad de Concepción. No. 2, p. 173-180.

**Ferraris, F.** 1981. Mapas geológicos preliminares de Chile. Hoja los Angeles-Angol. Instituto de investigaciones geológicas.: 26 p. Mapa desplegable 1:250.000.

**Mella, M.; Quiroz, D.** 2010. Geología del area Temuco-Nueva Imperial, Región de la Araucanía. Carta geológica de Chile, Serie Geología Básica. SERNAGEOMIN.: 46p. Mapa desplegable 1:100.000.

**Gothan, W.** 1908. Die fossilen Hölzer von der Seymour und Snow Hill Insel. Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolar Expedition (1901-1903 ) 3, 1-33

**Boureau, E. M. Salard,** 1960, Contribution a l'étude paléoxylologique de la Patagonie. Senckenberg Lethaea 41 :297-315.

**Brea, M., Artabe, A. E., Franzase, J. R., Zucol, A. F., Spalletti, L.A. Morel, E.M, Veiga, G.D. Ganuza, D. G.** 2014. Reconstruction of a forest reveals detail of the palaeoecology, palaeoenvironments and climate conditions in the late Oligocene of South America. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 418 (2015) 19-42

**IAWA Committee.** 2007. List of Microscopic Features for Hardwood Identification. IAWABull., 10 (3): 219-332.

**Nishida, M.** 1984. The anatomy and affinities of the petrified plants from the Tertiary of Chile. Petrified wood from Mocha Island. Central Chile. In Contribution to the Botany in the Andes Nishida M. editor. Academic Scientific Book Inc. Tokio

**Poole, I.** 2002. Systematics of Cretaceous and Tertiary *Nothofagoxylon* implication for Southern hemisphere biogeography and evolution of the Nothofagaceae. Australian Systematic Botany 15, 247 – 276.

**Pujana, R.R** 2009a. Fossil Wood from the Oligocene of Southwestern Patagonia (Rio Leona Formation), , and Nothofagaceae. Ameghiniana 46, (3). 523-535.

**Pujana, R.R** 2009b. Fossil Wood from the Oligocene of Southwestern Patagonia (Rio Leona Formation), Rosacea, and Nothofagaceae. Ameghiniana 46, (4). 621-636.

**Ragonese, A. M.** 1977. *Nothofagoxylon menendezii*, leño petrificado del terciario de General Roca Río Negro Argentina. Ameghiniana. 14 (1-4) :75-86.

**Salar, M.** Contribution a l'étude paleoxylologique de la Patagonie (II) Revue Générale de botanique 68: 234-270.

**Torres, T. & Lemoigne, Y.** 1988. Maderas fósiles terciarias de la Formación Arctowski, Isla Rey Jorge, Antártica. Serie Científica Instituto Antártico Chileno 37: 69-107.

**Torres T, Cisterna, M., Llanos, A., H. Galleguillos, H., LeRoux, J.** 2009. Nuevos registros de *Nothofagus* Bl. en Sierra Baguales, Última Esperanza, Patagonia, Chile. XII Congreso Geológico Chileno. Resumen Simposio S12, 019 p.291. Santiago Noviembre 2009.

## BARRANCA DE LAS HOJAS: ASOCIACIONES PALEOBOTÁNICAS Y CONTEXTO ESTRATIGRÁFICO, SIERRA BAGUALES, PROVINCIA DE ÚLTIMA ESPERANZA, MAGALLANES CHILE

Teresa Torres<sup>1\*</sup>, Raúl Ugalde<sup>2</sup>, Felipe Ugalde<sup>3</sup>, Romina Yáñez<sup>4</sup>

1: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Correo 1004, Santiago, Chile.

2: PEDECIBA Geociencias, Facultad de Ciencias, UDELAR, Iguá 4225, Montevideo, Uruguay.

3: Geoestudios, Los Aromos 3371, San José de Maipo, Chile.

4: Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

\* [terexylon@gmail.com](mailto:terexylon@gmail.com)

**Resumen.** En el yacimiento Barranca de las hojas en Sierra Baguales, región de Magallanes aflora una sucesión de 17 m compuesta por areniscas finas a medias con estratificación paralela, intercalaciones subordinadas de limolita y arenisca gruesa, y algunos niveles conglomerádicos finos, con contenidos paleobotánicos asignándola como niveles de la Formación Río Leona. Se identificaron: *Nothofagus. simplicidens*, *N. densinervosa*, *N. variabilis*, *N. paleoalessandri*, *N. subferruginea*, *N. serrulata* y *N. crenulata* (afines con las especies actuales *N. glauca*, *N. alpina*, *N. obliqua*, *N. alessandri*, *N. nitida* y *N. antarctica* respectivamente). Otras impresiones corresponden a Mirtáceas, Rosáceas y Asteráceas. Se identificaron además cuatro xilotipos de maderas afines con *Nothofagus*, de lo cual se infiere una flora de ambiente húmedo cercano a la costa. Estratigráficamente se interpretó un ambiente fluvial a transicional costero que permite la coexistencia de niveles con maderas y hojas fósiles y material carbonatado de origen marino, de edad Paleógena.

**Palabras Claves:** Nothofagus, Maderas fósiles, Impresiones foliares, Sedimentología, Paleógeno, Patagonia.

### 1 Introducción

La zona de estudio se ubica en Sierra Baguales, región de Magallanes (Figura 1.A). Los afloramientos de Sierra Baguales destacan por contener un gran registro sedimentario que va casi ininterrumpido desde el Eoceno medio al Mioceno medio, en donde se intercalan unidades continentales y marinas (Bostelmann et al., 2014). Dentro de esta sucesión se encuentra la Formación Río Leona, unidad con un atributo paleontológico significativo: presenta un contenido paleobotánico con excepcional preservación (Torres et al., 2013). Esta formación sobreyace en aparente paraconformidad a la Formación ManAike, del Eoceno medio, y subyace en concordancia a la Formación Estancia 25 de Mayo, del Mioceno temprano (Gutiérrez et al., 2013; Bostelmann et al., 2013; Bostelmann et al., 2015). Esta sucesión cenozoica es parte de un gran monoclinal convergente al este, dentro del dominio externo de la Faja Plegada y Corrida de los Andes Australes (Likerman et al., 2013). La formación fue originalmente definida por Feruglio (1938) en la zona homónima del sector centro occidental de la Provincia de Santa Cruz, Argentina. Sin embargo, trabajos posteriores (Gutiérrez et al., 2013; Bostelmann et al., 2013; Torres et al., 2013) reconocieron y describieron esta unidad en diversas localidades Sierra Baguales, al extremo nororiental de la provincia Última Esperanza, región de Magallanes. Uno de los sectores reconocidos es Barranca de las Hojas (Figura 1-A), localidad donde, desde finales de la década pasada, se realizaron colectas sistemáticas de materiales para el estudio paleobotánico. El presente trabajo presenta las asociaciones paleoflorísticas en conjunto con su contexto estratigráfico. Además, se discuten las implicancias paleoambientales, tanto sedimentológicas como bióticas.

### 2 Metodología y resultados

#### 2.1 Estratigrafía de Barranca de las Hojas

En la localidad de estudio se realizó una columna estratigráfica mediante Bastón de Jacob, brújula geológica Brunton, escala cromática para rocas Munsell y cinta métrica. Se describieron 17 m que corresponden a un segmento basal de la unidad, en un escarpe N-S al oeste del Río Baguales (Figura 1-A). La roca tiene un evidente metamorfismo de contacto de muy bajo grado, producto de la intrusión del Lacolito Barranca Las Hojas (Gutiérrez et al., 2013). El input calórico fue lo suficientemente moderado para no destruir el material orgánico y preservar gran parte de los restos fósiles, tales como improntas foliares, xilópalos, rizolitos y moldes externos de bivalvos.

Los estratos presentan un dominio de areniscas finas a medias, con intercalaciones subordinadas de limolita y algunos niveles conglomerádicos finos, dividiéndose en 3 sub-unidades en base a las asociaciones de facies, que se describen a continuación (Figura 1.B):

Sub-unidad A (0 -1,35 m): 1,35 m de una sucesión de Limolita con laminación paralela y arenisca fina con estructura masiva. Afectada por la intrusión del Lacolito Barranca Las Hojas de manera más intensa que los niveles supra yacentes. Sub-unidad B (1.35–7.15 m): 5,8 m de arenisca muy fina con estratificación cruzada planar que grada a arenisca gruesa con estratificación cruzada en artesa. En estos niveles se hallaron improntas foliares.

Sub-unidad C (7.15–17.35 m): 7,85 m de arenisca fina intercalada con limolita. Destaca un nivel de 25 cm de lignito en el metro 13,5. Los últimos 2 m corresponden a areniscas con gradación normal y estratificación cruzada en artesa y placar. Se hallaron restos de bivalvos.

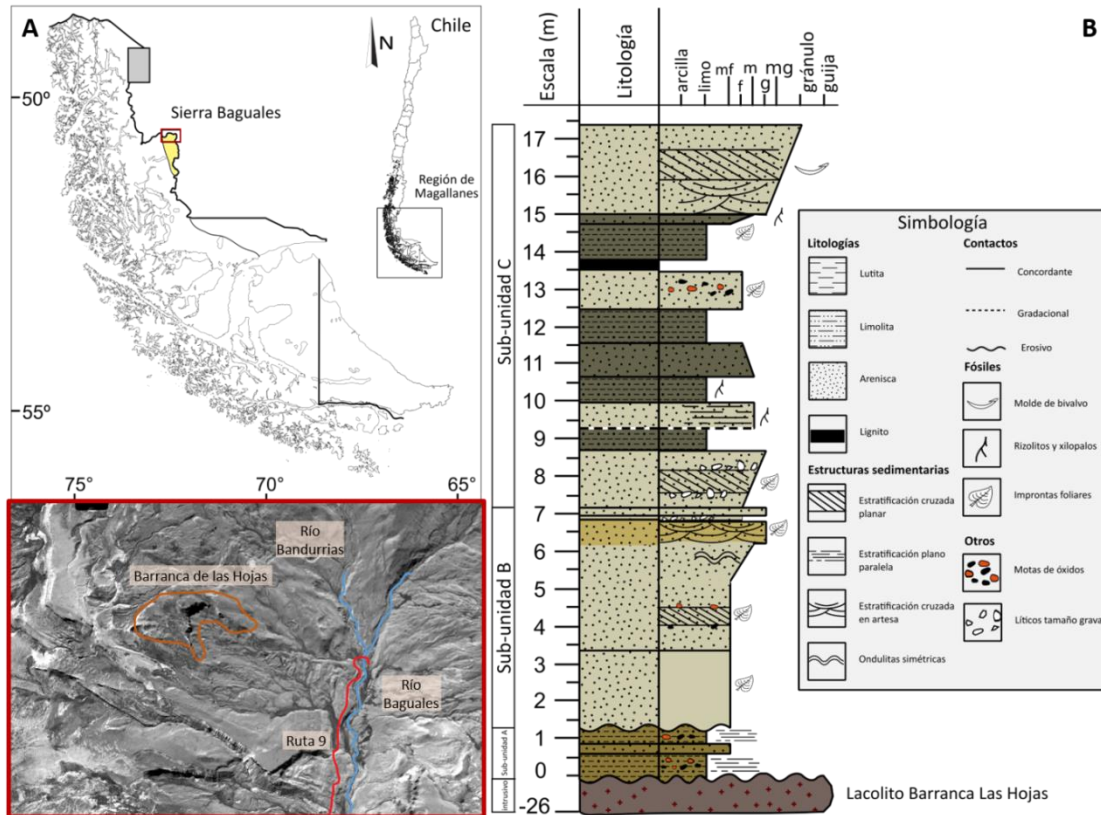


Figura 1: Contexto de la Barranca de las Hojas. A: Ubicación regional y local, donde el recuadro rojo marca la zona específica. B: Columna estratigráfica de la porción suroeste de Barranca de Las Hojas.

## 2.2 Paleobotánica

En el yacimiento Barranca de las Hojas se tiene un registro de 100 impresiones foliares principalmente afines al género *Nothofagus*, que corresponden a siete morfotipos similares con algunas especies de *Nothofagus* que crecen en formaciones boscosas caducifolias en climas mediterráneos, en la zona Central del país. Se identificaron: *N. simplicidens*, *N. densinervosa*, *N. variabilis*, *N. paleoalessandri*, *N. subferruginea*, *N. serrulata* y *N. crenulata* (afines con las especies actuales *N. glauca*, *N. alpina*, *N. obliqua*, *N. alessandri*, *N. nitida* y *N. antarctica* respectivamente). Entre la flora colectada en los niveles de areniscas más finos de la columna, se hallaron pequeñas impresiones afines con *Acaena* hierba terrestre de la familia de las Rosáceas que se encuentra en lugares húmedos de los bosques. Igualmente, Mirtáceas y dos diferentes tipos de impresiones de Asteráceas y otras en estudio. En la misma localidad se encontraron rodados de maderas fósiles determinándose entre otras, cuatro xilotipos afines con *Nothofagus*, del tipo caducifolio, antecedente que permite inferir que se trata de una flora alboréa de ambiente húmedo estacional cercano a la costa, similares a ecosistemas arbóreos que se encuentran hoy en la región del Maule. Registros de maderas e improntas foliares en Patagonia son conocidas anteriormente por trabajos de (Dusén, 1899; Boureau & Salard, 1960; Pujana, 2009; Tanai, 1986; Torres et al., 2009; Salard, 1961).

## 3 Discusión y Conclusión

Los trabajos previos sobre la Formación Río Leona (Marensi et al., 2005; Gutiérrez et al., 2013) sostienen la interpretación de un ambiente sub-aéreo, con sistemas fluviales anastomosados y trenzados. La subunidad A, producto del metamorfismo y escasa potencia, no permite realizar mayores inferencias. Mientras que la sub-unidad B es interpretada como una barra fluvial. Sin embargo, muestras petrográficas de la sub-unidad C interpretada como riachuelos meándricos, poseen ciertas características que ponen en duda lo anterior. Se reconoció un cemento de tipo acicular circu-granular isópaco, característico de ambientes marinos freáticos -e.g. playas-. A su vez, la presencia de una matriz carbonatada sugiere que se están en presencia de un ambiente de transición, bahías interdistributarias entre canales distributarios, por ejemplo, lo cual soportaría la existencia de marismas o pantanos. La interpretación general de un ambiente fluvial a transicional costero permite la coexistencia de niveles con hojas fósiles, como aquellos indicados en la columna, y material carbonatado de origen marino. La asociación paleoflorística encontrada pone en evidencia un bosque caducifolio de *Nothofagus*, creciendo en zonas aledañas al mar, resultado consistente con la interpretación sobre el ambiente sugerido del estudio estratigráfico de los niveles con plantas.

#### 4 Agradecimientos

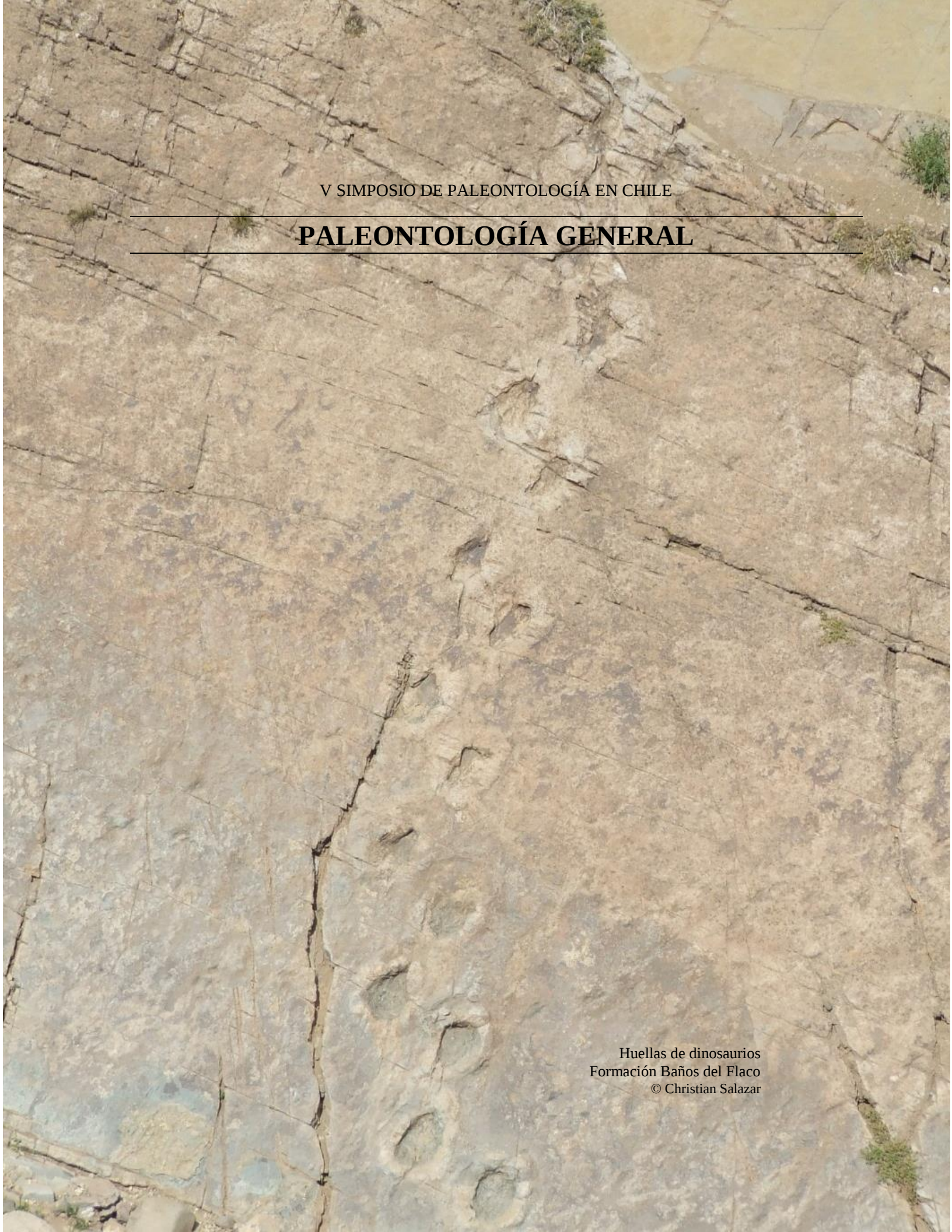
Se agradece al Parque Geopaleontológico La Cumbre – Baguales por el acceso, logística y apoyo durante una década de investigaciones. A José Luis Oyarzún, Enrique Bostelmann, Marcelo Galleguillos, Andrea Llanos y Miguel Cisternas, por su ayuda en terreno. Financiado por Anillo Antártico ACT-105. Comisión Científica y Tecnológica CONICYT e INACH.

#### Referencias

- Bostelmann, J.E., Le Roux, J.P., Vasquez, A., Gutiérrez, N.M., Oyarzún, J.-L., Carreño, C., Torres, T., Otero, R., Llanos, A., Fanning, C.M. & Hervé, F. 2013. Burdigalian deposits of the Santa Cruz Formation in the Sierra Baguales, Austral (Magallanes) Basin: Age, depositional environment and vertebrate fossils. *Andean Geology* **40** (3): 458-489
- Bostelmann, E., Ugalde, R., Oyarzún, J.L. & Griffin, M. 2015. The Patagonian Sea, early Miocene (Burdigalian age), in Aysén and Magallanes. *Actas digitales XIV Congreso Geológico Chileno*. La Serena, Chile.
- Boureau, E. & Salard, M. 1960. Contribution à l'étude paléoxylologique de la Patagonie. *Nothofagoxylon*. *sp.* *Senckenbergiana. Lethaea* **41**, 297-315.
- Dusén, P. 1899. Über die tertiäre Flora der Magellanslander I. In: Nordenskjöld, O. (ed): *Wiss. Ergeb. Schwed. Exp. Magellanslander*. 1895-98 IV: 84-108. – Stockholm.
- Feruglio, E. 1938. El Cretácico superior del lago San Martín (Patagonia) y de las regiones adyacentes. *Physis* **12**: 293-342.
- Likerman, J., Burlando, J.F., Cristallini, E.O. & Ghiglione, M.C. 2013. Along-strike structural variations in the Southern Patagonian Andes: Insights from physical modeling. *Tectonophysics* **590**: 106-120.
- Marensi, S.A., Limarino, C.O., Tripaldi, A. & Net, L.I. 2005. Fluvial systems variations in the Río Leona Formation: Tectonic and eustatic controls on the Oligocene evolution of the Austral (Magallanes) Basin, southernmost Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* **19**: 359-372.
- Gutiérrez, N.M., Le Roux, J.P., Bostelmann, E., Oyarzún, J.L., Ugalde, R., Vásquez, A., Otero, R.A., Araos, J., Carreño, C., Fanning, C. M., Torres, T. & Hervé, F. 2013. Geology and stratigraphy of Sierra Baguales, Última Esperanza Province, Magallanes, Chile. *Bolletino dei Geofisica Teorica ed Applicata* **54** (2): 327-330.
- Pujana, R. 2009. Fossil woods from the Oligocene of southwestern Patagonia (Río Leona Formation). *Rosaceae and Nothofagaceae*. *Ameghiniana* **46**(4): 621-636.
- Salard, M. 1961. Contribution à l'étude paléoxylologique de la patagonie (II) *Revue generale de Botanique* **68**: 234-270.
- Tanai, T. 1986. Phytogeographic and phylogenetic history of the genus *Nothofagus* BL., Fagaceae, in the Southern Hemisphere. *Journal of the Faculty of Sciences, Hokkaido University*, **4**, 21 (4): 505-582.
- Torres, T., Cisternas, M., Llanos, A., Galleguillos, H., & Le Roux, J. 2009. Nuevos Registros de *Nothofagus* Bl. En Sierra Baguales, Última Esperanza, Patagonia, Chile. In Reich, M. y J. Le Roux (Ed.) *XII Congreso Geológico Chileno* S12-019.
- Torres, T., Gutiérrez, N.M., Bostelmann, E., Le Roux, J.P., Oyarzún, J.L., Ugalde, R., Otero, R. & Hervé, F. 2013. Exceptionally preserved fossil flora of the Río Leona Formation in Sierra Baguales, Magallanes, Chile: insights into the early Neogene Patagonian ecosystems. *Bolletino dei Geofisica Teorica ed Applicata* **54** (2): 352-354.







V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

# PALEONTOLOGÍA GENERAL

---

Huellas de dinosaurios  
Formación Baños del Flaco  
© Christian Salazar

## PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE LA LAGUNA TAGUATAGUA A PARTIR DE LA COMUNIDAD LOCAL

Gustavo Aliaga<sup>1,2\*</sup>, Guillermo Aliaga<sup>1,2</sup>, Ignacio Celis<sup>1,2</sup>, Jairo Sepúlveda<sup>1,2,3</sup>

1: Grupo de Acción Ecológica y Conservación AÑAÑUCA, San Vicente de Tagua Tagua, VI Región CHILE.

2: Museo Escolar Laguna Taguatagua MELT, Camino La Laguna s/n, San Vicente de Tagua Tagua, VI Región, Chile.

3: Facultad de Ciencias Sociales FACSO, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

\*: [aliagro@gmail.com](mailto:aliagro@gmail.com)

**Resumen.** La Laguna Taguatagua es un emblemático humedal de Chile Central, desecado en 1841 y reconocido en el mundo científico por sus importantes hallazgos paleo-arqueológicos. Destacados naturalistas visitaron y estudiaron esta zona en donde históricamente se ha dado una particular relación entre los científicos y la comunidad local, cuya retroalimentación ha permitido generar conciencia sobre el patrimonio paleontológico de Taguatagua. Desde los primeros descubrimientos, y con mayor fuerza hoy en día, se han desarrollado múltiples iniciativas tendientes a relucir el patrimonio a partir de esfuerzos de particulares y principalmente de diversas organizaciones locales, en donde destaca la creación de un Museo Escolar, el diseño de un Parque Paleontológico Interpretativo y la pujante labor del grupo AÑAÑUCA, organización que desde el año 2009 viene desarrollando investigación y educación sobre estas materias. En el presente informe, se realiza una revisión de los principales hitos de la puesta en valor del patrimonio paleontológico de la Laguna Taguatagua, de lo cual se desprende que la sustentabilidad se basa en el trabajo constante e integrado entre la comunidad local, los científicos, el gobierno y los privados.

**Palabras Claves:** Asociatividad, Divulgación, Sostenibilidad, Participación Ciudadana, Taguatagua, Gonfoterios.

### 1 Introducción

La Laguna Taguatagua se ha hecho célebre a nivel americano por los importantes descubrimientos científicos de asociación fehaciente entre megafauna extinta y el ser humano, a finales del pleistoceno. Numerosos son los naturalistas que, desde principios del siglo XIX estudiaron la zona e hicieron referencia sobre la gran riqueza paleontológica del lugar, entre ellos cabe destacar a Claudio Gay quien visitase la laguna en 1831 y describiese los primeros restos de Gonfoterios en su Atlas de la Historia Física y Política de Chile (Zoología) publicado en 1848.

Posteriormente, entre la década del 60' y 90', se realizan en la zona sucesivas investigaciones multidisciplinarias que dan cuenta de los sitios clásicos Taguatagua 1 y 2, yacimientos paleoindios en donde connotados investigadores contribuyeron al desarrollo de la Paleontología, Geología y Antropología tales como Julio Montané (1967) Rodolfo Casamiquela (1976), Vladimir Covacevich (1971), Juan Varela (1976), Lautaro Núñez (1994), entre otros.

En este trabajo se realiza una síntesis de los principales acontecimientos de la historia paleontológica de Taguatagua, específicamente en lo que se refiere al desarrollo de su puesta en valor, iniciativas que provienen de diferentes sectores pero en donde se evidencia que la sustentabilidad depende de la integración y participación permanente de todos los actores involucrados, vale decir el gobierno comunal, privados, la academia y la comunidad local.

### 2 Antecedentes y resultados

La Laguna de Taguatagua corresponde a una "rinconada" del borde oriental de la Cordillera de la Costa, ocupada hasta 1841 por un depósito de agua. Esta se ubica en la comuna de San Vicente, provincia de Cachapoal, región de O'Higgins, a unos 120 km al suroeste de Santiago, siendo sus coordenadas geográficas 34°30'S, 71°10'O. (Núñez et al. 1994)

Histórica es la relación entre la comunidad local y la ciencia paleontológica en Taguatagua, hecho que se constata en el relato transmitido de generación en generación y que saca a relucir el habitante de la laguna Taguatagua que desde siempre ha convivido con la visita de equipos científicos multidisciplinarios. Esta interesante

relación entre la gente del campo y los científicos, sumado a los resultados de las investigaciones, ha llevado a los locales a configurar y levantar propuestas de conservación y puesta en valor del patrimonio paleontológico de la Laguna. A continuación se entrega una cronología de los principales hitos en esta materia:

- El año 1986 el cineasta local Pedro Araya, realiza el Documental “A propósito del Hombre: La Laguna Taguatagua”, material audiovisual que entrega importante información paleo- arqueológica de la zona.
- Durante la década del 90’ se realizan diversas “Ferias del Mundo Joven” organizadas por la Corporación de Educación y con la participación de destacados paleontólogos y arqueólogos.
- El 16 de Junio del 2004 se inaugura el Museo Escolar y Centro Pedagógico La Laguna, ubicado en la antigua escuela y casona patronal de la hacienda de Cuchipuy, de más de 150 años de antigüedad. Esta iniciativa nace de la comunidad educativa de la Escuela La Laguna, y consiste en crear una sala de exhibiciones con restos paleontológicos y arqueológicos, además de otras antigüedades, donadas por alumnos y vecinos para dar a conocer su historia a los futuros visitantes.
- El 03 de octubre del 2007 se inaugura la primera etapa de restauración de la casona, conservando un poco la línea arquitectónica colonial del lugar y acondicionando una antigua copa de agua como Mirador. Este proyecto fue financiado con Fondos de Apoyo a la Educación FAE del Ministerio de Educación, lográndose habilitar 2 alas de la casona con salas de exposiciones, una de ellas diseñada por profesionales del Sernageomin.
- Entre 2009 y 2011 se realizan tres versiones del Seminario “Taguatagua, desde sus orígenes”, organizado por el Profesor Edinson Toro R, reconocido por su permanente motivación por la puesta en valor de la cultura local.
- En el año 2010, tras el terremoto del 27 de febrero se cierra el Museo de La Laguna producto de los daños que afectaron al inmueble. Asimismo, desde esta fecha el recinto se mantuvo cerrado hasta el año 2015, debido a falta de voluntad política para abrir y reutilizar este espacio cultural.
- En el año 2011 se echa andar el proyecto de investigación y desarrollo del “Parque Paleontológico de Tagua Tagua” realizado por el Instituto de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Austral de Chile financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad de la Región de O’Higgins. Este megaproyecto fue concretado en su diseño y actualmente se encuentra detenido.
- El 2011 se instala una replica 1:1 de Mastodonte en el frontis de la Escuela La Laguna y otra en miniatura en la Plaza de Armas, creadas por el escultor local Edwinston Palma y financiada por el Rotary Club.

El año 2009 se funda el Grupo de Acción Ecológica y Conservación AÑAÑUCA, organización de base comunitaria, sin fines de lucro, que ha realizado múltiples actividades de investigación, educación y puesta en valor del Patrimonio Natural y Cultural de la comuna de San Vicente. Concretamente, los principales resultados obtenidos por esta organización relacionados con temas paleontológicos, son los siguientes:

- Convenios de colaboración con destacadas instituciones nacionales: Museo Nacional de Historia Natural, Consejo de Monumentos Nacionales, PAR Explora O’Higgins, Universidad de Chile, Universidad SEK.
- Taller de Patrimonio dirigido a 3 establecimientos educacionales municipales de la comuna, financiado por la Ley SEP a través de la Corporación de Educación de San Vicente. (2014 – 2016)
- Implementación de una Ruta Turística de carácter Científico/Cultural, avalada por el Sernatur, la cual presenta los principales sitios arqueológicos y paleontológicos de la zona. (2014 a la fecha)
- Revalorización del Sitio El Salvador: afloramiento de areniscas fosilíferas, bivalvos y amonites, perteneciente a la formación Lo Prado, periodo jurásico/cretácico. (2014 a la Fecha).
- Instalación de la exposición “Gonfoterios, del Imaginario a la Ciencia” del Museo Nacional de Historia Natural en la ciudad de San Vicente de Tagua Tagua con más de 12.000 visitas. (Mar. – Sept. 2015)
- Campamentos Científicos Escolares, instancia de educación no formal financiada por el Programa Explora Conicyt, abordando temáticas como la arqueología, paleontología y geología. (Oct. 2015, Ago. 2016)
- Seminario “Arqueología de Taguatagua”, realizado en conjunto con la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile y el Consejo de Monumentos Nacionales. (Nov. 2015)
- 1era Paleojornada Estudiantil de Taguatagua. Conferencias de Paleontólogos del Museo Nacional de Historia Natural en el Teatro Municipal, dirigida a 400 alumnos de distintos colegios de la comuna. (Junio 2016)
- Visitas guiadas a estudiantes de enseñanza media de la comuna de San Vicente a los depósitos del área de Paleontología y Antropología del Museo Nacional de Historia Natural (Julio 2016)

Mención especial merece la Reapertura del Museo de la Laguna, fruto de la propuesta presentada por el grupo AÑAÑUCA a la Municipalidad de San Vicente quien accede favorablemente a entregar la administración de

este recinto el día 01 de marzo de 2015 para, luego de 3 meses de restauración y reordenamiento, reabrirse oficialmente al público el día 31 de Mayo de 2015, en el marco de la celebración del día del Patrimonio.

Actualmente, este centro educativo se presenta como Museo Escolar Laguna Taguatagua (MELT) y cuenta con 2 salas de exhibiciones permanentes, un depósito/laboratorio y una sala audiovisual, sirviendo además como lugar de encuentro para la comunidad local y centro de operaciones para diversas acciones como las que se señalan:

- Catastro de sitios arqueológicos y paleontológicos de la desecada Laguna Taguatagua, financiado por el Consejo de Monumentos Nacionales CMN. (Febrero – Mayo 2016)
- Inventario, Catalogación y Conservación de los restos paleontológicos y arqueológicos depositados en el MELT, tarea realizada por estudiantes en práctica de la carrera Historia del Arte con mención en restauración y conservación de bienes culturales de la Universidad SEK. (Julio a la Fecha)
- Visitas guiadas a delegaciones de párvulos, escolares, universitarios, instituciones públicas y privadas, turistas, etc. El primer año de funcionamiento se alcanzaron las 7.000 visitas.
- Conmemoración del día del patrimonio junto a la Municipalidad y el Consejo de Monumentos Nacionales (Mayo 2015-2016)
- Creación de la tienda ArteMelt, punto de ventas de suvenires y artesanías con identidad local. (Dic. 2015)
- Fiesta Costumbrista de la Laguna Taguatagua, actividad sociocultural que mezcla el patrimonio paleontológico con el campo chileno y que congrega a más de 3.000 asistentes. (Sept. 2015 – 2016)

### 3 Discusión y comentarios

A casi 200 años del desecamiento de la Laguna de Taguatagua, en la actualidad siguen quedando al descubierto impresionantes hallazgos paleontológicos y arqueológicos que hablan de una riqueza patrimonial cuyos límites se desconocen. Bajo ese contexto, toman mucho sentido y fuerza las iniciativas locales, sean educativas, productivas, artísticas y otras relacionadas con el patrimonio, ya que sensibilizan y empoderan aún más a los habitantes de este territorio quienes conviven día a día con esta historia y son los llamados a perpetuarla en el tiempo.

Si bien actualmente continúan entregándose datos y nuevos resultados de las antiguas excavaciones, se denota un letargo en el desarrollo “in situ” de las investigaciones paleontológicas, hecho que contrasta con el gran interés de la comunidad local por descubrir y dar a conocer la prehistoria de Taguatagua, quedando de manifiesto una excelente oportunidad para restablecer conexiones entre los paleontólogos y los habitantes de la desecada laguna.

Resulta indispensable alinear y confluir caminos entre los distintos actores: Gobierno, Comunidad Local, Privados y la Academia, de manera de establecer una mesa de trabajo en torno al patrimonio de Taguatagua, con una visión clara sobre el futuro de esta zona. Para ello, es necesario desarrollar un plan maestro -concebido, diseñado y desarrollado en virtud de la participación ciudadana y con foco de atención en la sostenibilidad-, que sirva para expandir y consolidar nuevas investigaciones, potenciar el desarrollo turístico de intereses especiales, entre otros y por sobre todo para conservar y poner en valor el patrimonio paleontológico de la Laguna Taguatagua.

### 4 Referencia

**Casamiquela, R. 1976.** “Los vertebrados de Taguatagua”. Actas del Primer Congreso Geológico Chileno, Tomo I. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 87-102 pp.

**Covacevich, V. 1971.** “Los moluscos pleistocénicos y holocénicos de San Vicente de Taguatagua. Memoria de Prueba. Departamento de Geología, Universidad de Chile, Santiago de Chile. 82 pp.

**Gay, C. 1848.** “Historia Física y Política de Chile”. Zoología. Tomo Primero. París. 495 pp.

**Jackson, D., Aspillaga, E., Rodríguez, X., Jackson, D., Santana, F., Méndez, C. 2012.** Las ocupaciones humanas del sitio arqueológico de Santa Inés, Laguna de Tagua Tagua, Chile Central. Revista de Antropología n° 26: 151 – 168.

**Martínez, R., Vásquez, V., Ojeda, P., Rizzo, C., Ostrowski, D. 2011.** Informe de antecedentes preliminares. Componente Arquitectura. Proyecto de Investigación y Desarrollo del Parque Paleontológico de Tagua Tagua. Instituto de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Austral de Chile. 70 pp.

**Montane, J. 1967.** “Investigaciones arqueo-paleontológicas en Tagua Tagua. Sociedad Científica 59: 2-11.

**Núñez, L.; J. Varela, R. Casamiquela, V. Schiappacasse, H. Niemeyer y C. Villagrán. 1994.** “Cuenca de Taguatagua en Chile: El Ambiente del Pleistoceno Superior y Ocupaciones Humanas”. Revista Chilena de Historia Natural 67:503-519.

**Toro, E. 2012.** La cultural local y su impacto en la educación. Edición particular. San Vicente de Tagua Tagua. 72 pp.

**Varela, J. 1976.** “Estudio estratigráfico-sedimentológico de los depósitos de Laguna Taguatagua. Provincia de O’Higgins”. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 191 pp.

# FALACIAS DE HIPÓTESIS OCULTA EN INFERENCIA PALEONTOLÓGICA

Enrique Bernárdez<sup>1\*</sup>

1: Departamento de Geología, Universidad de Atacama, Avda. Copayapu 485, Copiapó, Atacama. Chile.

\* [enrique.bernardez@uda.cl](mailto:enrique.bernardez@uda.cl)

**Resumen.** Las falacias de hipótesis oculta rebajan el carácter científico de una disciplina y deben ser desenmascaradas. Se pasa revista a algunas de las principales falacias de hipótesis oculta en paleontología, tomadas de los campos de la teoría evolutiva, bioestratigrafía, y taxonomía.

**Palabras Claves:** Metaciencia, tafonomía bioestratigrafía, paleoecología, paleobiogeografía.

## 1 Introducción

Se entiende como falacia un error lógico en que se presenta como verdadera una conclusión que no se sigue de las premisas. Aunque en algunos casos muy concretos una falacia formal puede resultar heurísticamente fecunda (Bunge, 2001) el efecto general de las falacias en una ciencia es dar un apariencia de verosimilitud a hipótesis o métodos que en unos casos carecen de verdadero apoyo empírico y lógico y en otros casos contradicen la teoría o la metodología de la ciencia en cuestión, introduciendo un núcleo de pseudociencia en las disciplinas a las que afectan. Un tipo especialmente dañino de falacias son aquellas en que la inferencia presentada como evidente conlleva en realidad la aceptación de una hipótesis oculta, nunca explicitada y que suele tratarse bien de una hipótesis nunca demostrada ni sometida a contrastación o bien, en muchos casos una hipótesis que se ha demostrado falsa. Estas falacias de hipótesis oculta, cuando no son detectadas, disminuyen el grado de contrastabilidad de la disciplina a la que afectan, haciendo que algunas de sus proposiciones resulten de facto irrefutables, con lo que se violaría el criterio de demarcación de Popper y se tenderían a deslizar del lado de las pseudociencias. Es por ello fundamental desenmascarar estas hipótesis ocultas y exponerlas a fin de limpiar nuestra disciplina de núcleos de infección pseudocientífica e impedir, en la medida de lo posible que sigan propagándose.

En lo que sigue se hará una relación de las principales falacias de hipótesis ocultas que se han deslizado en el área de la paleontología, las cuales corresponden a los campos de la teoría evolutiva, de la bioestratigrafía, y, sobre todo, de la tafonomía.

## 2 Falacias de hipótesis ocultas de teoría evolutiva.

2A.- “Los organismos de tamaño pequeño evolucionan más rápidamente que los de tamaños mayores”. Esta hipótesis, nunca formulada aparece implícita en el razonamiento de Sandberg *et al* (1988), según el cual la extinción en masa asociada al evento Karremberg del Devónico Superior sería de muy corta duración, a la estar asociado a un cambio de zona de conodontos que habría sido muy rápido “dado el pequeño tamaño del animal conodonto”.

2B. “El cambio morfológico en las especies es gradual y a tasa constante”. Esta ha sido denominada como “falacia ortogenetista” por Palmqvist *et al* (2016). Es la base de dataciones absolutas basadas en extrapolaciones lineales de cambios morfológicos.

## 3 Falacias de hipótesis ocultas bioestratigráficas

A.-“La ausencia de registro de un fósil puede datar la capa que no lo contiene”. Esta falacia, que implicaría la validez de la ausencia de muestreo como método de datación, está implícita en algunas atribuciones de edad basadas en la ocurrencia de un fósil y la ausencia de otro, lo que no hay que confundir con el último registro de un fósil.

B.-“El primer y último registro de un fósil en una serie cualquiera coincide con la aparición y desaparición de la especie que lo produjo”. Esta falacia confunde entidades estratigráficas (cuerpos de roca que contienen un fósil) con entidades paleobiológicas (organismo que produjeron un fósil).

C. “El registro de un fósil dentro de una unidad cronoestratigráfica implica la existencia del organismo que lo produjo durante la totalidad de la unidad geocronológica correspondiente”. Esta falacia de “atracción del límite” ha dado lugar a la interpretación errónea de algunas extinciones haciéndolas coincidir erróneamente con límites de épocas o edades.

D. “Biozonas establecidas sobre fósiles de un mismo grupo de organismos tiene una duración semejante”. Esta falacia está implícita en algunas atribuciones edad o duración absoluta a tramos estratigráficos en base a duraciones medias de biozonas.

### 3 Falacias de hipótesis ocultas tafonómicas

A. “Los fósiles contenidos en una capa han sido producidos por organismos contemporáneos entre sí y con la capa en cuestión”. Esta falacia ignora los procesos de reelaboración y de infiltración además de la necesidad de establecer sucesiones registráticas en bioestratigrafía (Fernández López 1986).

B.- “Los fósiles han sido producidos por organismos que vivían en el mismo medio ambiente en que se formó la roca que los contiene”. Esta falacia además de los procesos anteriormente mencionados ignora los procesos de resedimentación y de dispersión tafonómica.

C.- “Los fósiles contenidos en una misma capa fueron producidos por organismos que interactuaban en el mismo ecosistema”. Falacia similar a la anterior.

D. “Los fósiles hallados en una misma región fueron producidos por organismos que vivían en la misma región”. Esta falacia ignora fundamentalmente los procesos de deriva necroplañtónica.

En general las falacias de falsa hipótesis tafonómica oculta causan, y a la vez derivan, de la falta de análisis tafonómico previo en estudios bioestratigráficos, paleoecológicos y biogeográficos, para los cuales deberían ser siempre un pre requisito.

### Referencias

**Bunge, M.** 2001 Diccionario de filosofía. Editorial siglo XXI. 221 pp.

**Fernández López, S.** 1986 Sucesiones paleobiológicas y sucesiones registráticas (nuevos conceptos paleontológicos). Revista Española de Paleontología, 1, 29-45.

**Palmqvist, P.; Duvalb, M, Diéguez, A., S Ros-Montoya,S., and Espigaresa, P.** 2016 On the fallacy of using orthogenetic models of rectilinear change in arvicolid teeth for estimating the age of the first human settlements in Western Europe. Historical Biology, Vol. 28, No. 6, 734–752.

**Popper, K. R.** 1935 Logik der forschung. Julius Springer Verlag. Vienna, Austria. 250 pp.

**Sandberg, C.A., Ziegler, W., Dreesen, R. and Butler, J.L.** 1988. Late Frasnian Mass Extinction: Conodont Event Stratigraphy, Global Changes and Possible Causes. Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 102:263-307.

**Moreno, K. & Pino, M.** 2002. Huellas de dinosaurios en la Formación del Flaco (Titoniano–Jurásico Superior), VI Región, Chile: paleontología y paleoambiente. Revista Geológica Chilena, 29, 191–206.

## MALETÍN PALEONTOLÓGICO, UNA MEDIDA DE COMPENSACIÓN ENFOCADA EN LOS NIÑOS

Karen Contreras<sup>1\*</sup>, Saleta de los Arcos<sup>1</sup> y Ana Anchelegues<sup>1</sup>

1: Terra Ignota Santiago, Chile.

\* [kcontreras@terraignota.cl](mailto:kcontreras@terraignota.cl)

### Resumen.

El maletín paleontológico que aquí se presenta, corresponde a una medida de compensación que forma parte de un plan ambiental desarrollado entre los años 2014 y 2016 por Terra Ignota, en respuesta a los hallazgos paleontológicos imprevistos en el EIA, ocurridos durante la ejecución del proyecto *Escondida Concentrate Transport* (ECT) de Minera Escondida Ltda., sometido al Sistema de Evaluación Ambiental y calificado favorablemente. El maletín consiste en un set didáctico destinado a niños entre 6 y 9 años de edad, en el que a través de una serie de dinámicas y juegos se explican, desarrollan y enseñan actividades propias de la disciplina paleontológica, referidas tanto al trabajo del paleontólogo en gabinete como en terreno. Se abordan además aspectos sobre la protección jurídica de la que son materia los bienes paleontológicos.

**Palabras Claves:** SEIA, Medida de compensación, bienes paleontológicos, educación patrimonial.

### 1 Introducción

El proyecto *Escondida Concentrate Transport* (ECT), de Minera Escondida Ltda., corresponde a un mineroducto de aproximadamente 164 km de extensión, cuyo trazado se extiende desde la Cordillera de Domeyko hasta caleta Coloso, en el borde costero. Los proyectos de inversión ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) con el objetivo de evaluar los posibles impactos que podrían generar, en cualquiera de sus fases. Frente a los potenciales impactos identificados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), cada proyecto deberá proponer a la autoridad (SEA y sectorial) un plan de medidas de mitigación, reparación y compensación. Durante la etapa de construcción del proyecto fueron hallados restos paleontológicos, ante lo cual el titular informó al Consejo de Monumentos Nacionales, quienes solicitaron la evaluación por un paleontólogo. El titular solicitó la asesoría de especialistas de Terra Ignota, quienes recomendaron la elaboración de un plan ambiental. Aun cuando el proyecto ECT contaba con RCA favorable (RE 398/2009), la componente paleontológica del Patrimonio Cultural no fue considerada en su EIA, ni previstos los impactos sobre dicha componente.

El reglamento del SEIA (DS 40/2013), define en su título VI qué es un plan de medidas de mitigación, reparación y compensación (Artículos 97 al 101). En relación a las medidas de compensación (Artículo 100) indica que estas “tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado”. Sobre esta base, se propuso al titular del proyecto (MEL) la elaboración de un plan ambiental integral, a través del cual fuese posible minimizar y a la vez aprovechar de la afectación a la componente paleontológica, enriqueciendo el registro fósil nacional y poniendo en valor el patrimonio paleontológico. Dicho plan tuvo como objetivo establecer el mismo grado de conocimiento sobre la paleontología en el área de influencia del proyecto que se habría alcanzado de haber incluido esta componente en el EIA (Contreras, 2015). El plan fue presentado por el titular del proyecto ante el CMN y aprobado por el organismo sectorial a través del Oficio Ordinario 3560 del 29 de septiembre de 2014. Contempló: 1) una caracterización ambiental de la componente paleontológica, equivalente a una línea de base, 2) un monitoreo paleontológico llevado a cabo durante la etapa de movimientos de tierra y charlas de inducción a los trabajadores involucrados en la construcción del mineroducto, como medidas de mitigación, 3) la elaboración de un estudio bioestratigráfico del sector y de una colección paleontológica, como medidas para enriquecer el registro fósil nacional y 4), como medida de difusión y puesta en valor, la elaboración del maletín paleontológico que aquí presentamos.

### 2 Desarrollo

En nuestro país, la existencia de yacimientos paleontológicos es basta y se distribuye en gran parte del territorio nacional; además, la paleontología como disciplina científica viene desarrollándose desde comienzos del siglo XIX (Rubilar, 2008, Rubilar y Pérez, 2010). No obstante, el desconocimiento respecto a su materia de estudio es

generalizado en la población. Este hecho se debe en parte a la existencia de pocos profesionales dedicados a la paleontología en el país (Rubilar, 2008), relacionada con la escasa posibilidad de formación en nuestro territorio, y en parte a la nula referencia en las mallas curriculares del programa de educación nacional de esta materia.

En el ámbito de la evaluación ambiental, por su condición inherente de ser piezas formadas en condiciones particulares y a través de millones de años, la componente paleontológica se caracteriza por tener impactos irreversibles e irreparables. Partiendo de estas premisas decidimos que la medida de compensación estuviese orientada a los niños y niñas, ya que la consideramos como una oportunidad para ofrecerles un primer contacto con la Paleontología y su método, con el fin de despertar en ellos la capacidad de asombro y curiosidad, elementos clave para el desarrollo del conocimiento científico. Además, el maletín se ideó como un medio para informar a la comunidad de que los bienes paleontológicos son materia de protección en el régimen legal chileno.

## 2.1 Descripción del maletín

El Maletín fue diseñado como una herramienta lúdica para transmitir conocimientos y fomentar el aprendizaje en temáticas relativas a la Paleontología, los fósiles y su conservación, con los objetivos de despertar el interés de los niños, mostrarles el método científico, transmitir parte de la historia natural de la región y poner en valor el patrimonio paleontológico local. Se compone de seis cajas o módulos articulados que cuando están recogidos forman un único bloque con una faja contenedora y un asa para facilitar su manipulación. Para abrir el maletín, la faja se desprende y las seis cajas articuladas se despliegan y posicionan una junto a otra (figura 1).



Figura 1. Maletín paleontológico: cerrado y desplegado.

Cada una de las cajas tiene un título, un contenido y un uso, tal y como se presenta a continuación: 1) Método. Contiene una libreta de terreno en versión infantil. En esta libreta se explica al niño o niña en qué consiste el trabajo del paleontólogo. La libreta de terreno incluye también fichas para describir fósiles y páginas para hacer esquemas o anotaciones. La caja incluye también un lápiz. 2) Chaqueta de Paleontólogo. Contiene una chaqueta de terreno, talla estándar para niños, en la que se pueden llevar algunos elementos del maletín como el lápiz, la libreta u otros. 3) Herramientas. En esta caja se dispuso un conjunto de utensilios para terreno: lupa, brocha y pinceles, colador pequeño y una escala. También incluye una bolsa de sedimento arenoso con conchas actuales, que representan microfósiles; este sedimento será usado en uno de los experimentos que se proponen más adelante. La caja incluye además una mochila. 4) Juegos. Esta caja contiene un puzzle de 48 piezas basado en la imagen de un paleoambiente del Jurásico Temprano del norte de Chile. Se incluye una postal en la que se indica qué animales son los que aparecen en la imagen del puzzle. 5) Moldes. Incluye moldes de tres fósiles diferentes de amonites para replicar y una masa para modelar. Los moldes fueron generados a partir del material recuperado en el área del Proyecto. Los fósiles replicados pueden ser dibujados y descritos en las fichas que para tal fin se incluyen en la libreta de terreno. Deben ser guardados y etiquetados según las instrucciones mostradas en la misma libreta. 6) Actividades. Incluye una libreta de actividades con la descripción de seis experimentos científicos relacionados con la Paleontología. Estos experimentos tienen por objetivo transmitir conceptos clave sobre fosilización y algunos procesos geológicos. En estas actividades los niños simularán el proceso de enterramiento y diagénesis, recrearán una excavación paleontológica en materiales duros y blandos, realizarán el triado de sedimento en busca de microfósiles, imitarán procesos geológicos como la deformación de rocas y aprenderán que la Tierra está formada por distintas capas.

Los materiales y las actividades incluidas en las cajas se relacionan entre sí. En conjunto, presentan un juego en el que el niño toma el rol de paleontólogo de terreno y gabinete, y realiza su propia investigación, desarrollando un método científico. A medida que el juego avanza se invita a los niños a observar los fósiles que conforman el patrimonio local, a dibujarlos, identificarlos, embalarlos correctamente y a reflexionar sobre la importancia de su conservación.

Basados en la idea que los niños son capaces de crear su propia realidad a través del juego, el maletín buscó construir un contexto atractivo para ello. Las actividades y juegos que contiene fueron diseñados para que los niños los desarrollen de acuerdo a un proceso constructivo, es decir, no están dados por sí mismos. Al estar vinculadas entre ellas, las actividades no se agotan y, por el contrario, forman parte de un proceso de observación, creación, experimentación y aprendizaje. Con el fin de promover la idea que los fósiles son materia de protección jurídica dentro del régimen chileno, se agregó una página en la libreta de terreno, en forma de solicitud, que homologa las exigencias contenidas en el reglamento DS 484 de 1990 y que son necesarias para llevar a cabo una excavación o una prospección paleontológica. A través de esta solicitud, los niños toman conocimiento de que los fósiles están protegidos por la ley y que se debe solicitar permiso para poder explorar un yacimiento paleontológico.

Para materializar la medida de compensación, se convocó a un grupo multidisciplinario de profesionales que estuvieron involucrados en las distintas etapas. La confección del maletín estuvo a cargo de dos diseñadoras que se encargaron de dar forma a la idea inicial. Los textos fueron escritos por geólogos y paleontólogos, tomando la metodología que usualmente se utiliza en terreno y gabinete, la que se simplificó y se llevó a un lenguaje más cercano y lúdico. Los experimentos que aparecen en el maletín fueron desarrollados y comprobados, poniendo especial atención en aquéllos que necesitan la supervisión de un adulto.

### 3 Conclusiones

El maletín es un ejemplo de cómo se pueden usar las medidas de compensación de los proyectos para divulgar la paleontología. Si bien es cierto que el desarrollo de proyectos de inversión puede impactar sobre la componente paleontológica y puede por tanto suponerla destrucción de restos fósiles, puede llegar a proporcionar un efecto positivo, en forma compensatoria. Por tanto, las medidas de compensación pueden ser aprovechadas para cubrir una de las necesidades de la Paleontología en Chile: tanto enriquecer el registro fósil a través de la generación de conocimiento científico como el hacer llegar este conocimiento al gran público y más concretamente a los más pequeños.

Se pretende con este trabajo no sólo mostrar la iniciativa realizada por Terra Ignota y Minera Escondida Ltda., si no también incentivar a la elaboración de más productos de difusión de la paleontología en el ámbito de las medidas de compensación de los diversos proyectos de inversión. Se anima a todos los actores implicados a aunar esfuerzos para llevar cabo un “plan de difusión” de la paleontología en Chile: profesionales paleontólogos que ejercen su trabajo en el sector público y privado, a la comunidad científica y al organismo sectorial involucrado, Consejo de Monumentos Nacionales.

### Referencias

**Contreras, K.** 2015. Paleontología en el Sistema de Estudio de Impacto Ambiental: Cómo proceder ante la ocurrencia de impactos no previstos ni evaluados y que cuentan con RCA aprobada. Tesina para optar al grado de Magíster en Medio ambiente, gestión, evaluación y derecho ambiental. Facultad de Derecho, Universidad Finis Terrae. 17 p.

**Rubilar, A.** 2008. Paleontología, Patrimonio paleontológico y sus vínculos con la Biología y Geología. Actas I Simposio de paleontología en Chile, Santiago 2008, 3-9.

**Rubilar, A. & Pérez, E.** 2010. Historia de la Paleontología en Chile: hitos principales. Actas II Simposio de paleontología en Chile, Concepción 2010, 9.

Decreto Supremo N° 40, Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, publicado en el Diario Oficial el 12 de agosto de 2013.

## GESTIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DESDE EL CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES DE CHILE

Ismael Rincón Portero<sup>1\*</sup>, Carolina S Gutstein<sup>1,2</sup>, Alejandro Cornejo Salazar<sup>1</sup>, Pablo Aranda Chepillo<sup>1</sup>, Daniela Aravena Sanchez<sup>1</sup>, Hermann Rivas<sup>1</sup>, Luis Vega-Jorquera<sup>2</sup>

1: Área de Patrimonio Natural. Secretaría Técnica del Consejo de Monumentos Nacionales, Chile.

2: Red Paleontológica U.Chile, Lab. Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Universidad de Chile.

\* [irincon@monumentos.cl](mailto:irincon@monumentos.cl)

**Resumen.** Se presenta un resumen de la gestión patrimonial realizada por el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), organismo técnico del Estado encargado de la tuición y protección de los Monumentos en todas sus categorías, indicando las gestiones y avances recientes (última década) en favor de la protección del patrimonio paleontológico del país y en la evaluación de los impactos en el mencionado componente en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Se identifica la necesidad de actualizar estrategias y metodologías de trabajo y se presentan las iniciativas actuales que buscan cumplir con este objetivo.

**Palabras Claves:** Gestión patrimonial, planificación, territorio, evaluación ambiental, Monumentos Nacionales.

### 1 Introducción

El CMN es un organismo técnico del Estado que depende del Ministerio de Educación, y desde su creación en 1925, se encarga de la protección y tuición del patrimonio de carácter monumental. Realiza su labor en el marco de la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales del año 1970 y del Reglamento sobre Excavaciones y Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas dictado mediante DS 484 de 1970. Ante el cambio a la nueva institucionalidad que considera el traspaso de dependencia del CMN desde el Ministerio de Educación al nuevo M. de las Culturas las Artes y el Patrimonio, se plantea una revisión de los procedimientos que se realizan en el tenor de proteger los Monumentos arqueológicos de carácter paleontológico (MAP).

Actualmente, en la gestión de los MAP, se hace necesaria la colaboración de otras instituciones públicas (PDI, Aduana, SEA, SMA) y de iniciativa privada y de investigación científica (i.e.: universidades, museos), las cuales se suman a la protección del patrimonio paleontológico chileno. Esto dado que son cada vez más diversas y complejas las demandas generadas tanto por el desarrollo científico nacional en el área, como en la creciente intervención en las formaciones fosilíferas por parte de proyectos de inversión. Esto obliga no sólo a elaborar más herramientas y alianzas para la gestión patrimonial sino, al mismo tiempo genera una mayor demanda de personal. Esto cobra particular importancia considerando que en el territorio nacional se encuentra un rico y poco estudiado registro paleontológico (Rubilar-Rogers et al., 2015, Troncoso et al., 2002, Torres y Rallo 1981, Rubilar y Perez, 2011, Nielsen 2013), en especial considerando las amplias cuencas sedimentarias constituidas por unidades geológicas cuyo registro fósil se remonta al Ordovícico Inferior (García et al., 1962; Bahlburg et al., 1990).

### 2 Metodología

Se realiza una recopilación de los hitos que culminaron en un cambio de gestión desde el CMN. LVJ realizó una búsqueda sistemática en la base de datos online del Sistema de Evaluación Ambiental, con la finalidad de encontrar todos los proyectos, tanto aprobados como en proceso de calificación, que mencionan al patrimonio paleontológico o la presencia de fósiles en el área de influencia durante su proceso de evaluación. Se realizó una compilación de la información por año, tipo de mención y parte del EIA en que se inserta (por ej.: LB arqueológica, LB geológica, LB paleontológica).

### 3 Desarrollo y discusión

El marco de la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales y su Reglamento, se asigna al CMN el papel de institución encargada de gestionar el patrimonio paleontológico, propiedad del Estado de Chile, con especial énfasis en la protección y conservación del mismo, a través de atribuciones exclusivas como las de conceder permisos de prospección y/o excavación, exportación temporal con fines científicos o culturales, destinación y registro de colecciones o fiscalizar la ocurrencia de daño a Monumentos Nacionales, entre ellos los bienes paleontológicos.

Cuando, en los últimas décadas, empezó a promulgarse en Chile la legislación ambiental (Ley 19.300 Sobre las Bases Generales del Medio Ambiente, 1994; Ley 20.417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente, 2010; DS 40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, 2012), se hizo necesario integrar en la gestión patrimonial conceptos como el de “Principio Preventivo”, que inspira la mencionada Ley 20.417. La incorporación del CMN como órgano técnico revisor de los Estudios y declaraciones de Impactos ambientales, generó una oportunidad para la planificación y protección activa de los Monumentos, la que viene perfeccionándose con el pasar de los años (ver ejemplo desde la arqueología, Cáceres y Westfall 2004).

Concretamente, entre los años 1998 al 2013 se encontraron en la plataforma e-SEIA a 576 EIAs de proyectos aprobados. De estos, 144 EIAs presentaban algún tipo de mención al patrimonio paleontológico o a fósiles. En el 2007, coincidentemente con la asignación de un asesor permanente en asuntos paleontológicos en la Comisión de Patrimonio Natural del CMN (representante del Área Paleontología del MNHN - DIBAM) se registra la duplicación del número de menciones en las LB arqueológicas y geológicas. Luego de este impulso inicial se observa el incremento anual del número de LB paleontológicas presentadas en EIAs desde el 2007 hasta el 2011 (siendo el máximo de 8 por año en el 2011), lo que es coincidente con la “contratación” del primer profesional paleontólogo por el CMN, en el año 2009 (Figura 1, ver también Vega-Jorquera et al., 2015). Sin embargo, estas eran presentadas en las adendas, luego de la petición por parte del CMN de estos antecedentes. Ya a partir del año 2010 se presentan las LB paleontológicas entregadas en la presentación inicial de los EIAs, práctica que se ha masificado en los días de hoy aunque no empleada en el 100% de los EIAs (obs. pers. CSG y IRP). En el presente año se lanzó desde el CMN una Guía para la elaboración de informes paleontológicos (Rincón y Gutstein, 2016) la que viene a sustituir para efectos de evaluación ambiental la guía del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA 2012). Las repercusiones de estas guías no se encuentran reflejadas en este análisis debido al periodo considerado.

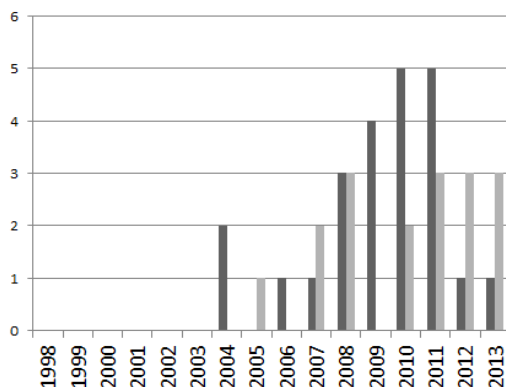


Figura 1 - Distribución del número de líneas de base paleontológicas por año y por etapa de la evaluación en que fueron presentados (Gris oscuro - Presentación inicial EIA, gris claro - Adenda).

Como se pone en evidencia, el contexto legislativo ambiental, en relación a la visión “sectorial” preexistente (Ley 17.288 y su Reglamento), conlleva el paso de una perspectiva “reactiva” (señalada por Vega-Jorquera et al. 2015) a una “previsora” y “preventiva”, en la gestión del patrimonio paleontológico chileno. Frente al daño a un bien paleontológico, no se queda restringido a la acción “sancionatoria” otorgada por la Ley 17.288, sino que se complementa con la aplicación de medidas de “mitigación” o “control”, ante la potencialidad de ocurrencia del “daño”; y medidas de “compensación”, ante la previsión de posible “daño”.

Para que desde el CMN se puedan exigir medidas de mitigación, control y/o compensación, ajustadas a cada contexto geológico, social y económico en el que se encuentra el diverso patrimonio paleontológico chileno, es

necesario “prever”. Por lo tanto, es necesario introducir la “planificación” en la Gestión Patrimonial de las formaciones fosilíferas, tanto en el marco sectorial como ambiental. Por ejemplo, entre las medidas de compensación que se pueden implementar está la puesta en valor de los bienes paleontológicos, lo cual requiere conocer el contexto territorial, social y económico, la naturaleza del riesgo al que está expuesto, etc. Respecto de las colecciones, es necesario conocer al menos el tipo de fósiles, lugar y unidad geológica de procedencia, estado de conservación, relevancia científica, recursos de los que dispone la entidad que acoge la colección, estado de regularización, etc.

En este contexto tan complejo, desde el CMN se plantea ¿cómo obtener información, en calidad y cantidad suficientes, para poder hacer una buena planificación en la gestión patrimonial de los bienes paleontológicos? Los informes y/o denuncias deben ser capaces de aportar una “fotografía” fidedigna del estado actual del Monumento en cuestión. Teniendo en cuenta que los fósiles (Monumentos) están en dos lugares: colecciones paleontológicas y formaciones geológicas (Rubilar, 2011), existen varias vías de obtener esta información.

Así, en el ámbito del SEIA se presentan los Informes Paleontológicos contenidos en EIAs donde los fósiles son un componente ambiental más a evaluar. Complementariamente, la participación de inspecciones de terreno y fiscalizaciones de proyectos a través de los compromisos establecidos en su RCA, a través de la SMA. Desde la perspectiva político-territorial, se destacan 1) la Evaluación Ambiental Estratégica de herramientas de gestión territorial, por ejemplo, la “Zonificación del borde Costero de la Región de O’Higgins”; 2) Creación o actualización de herramientas de gestión de información territorial. Como por ejemplo, la elaboración y ejecución del Proyecto Patrimonial (DIBAM) “Cartografía temática de Potencialidad y/o Vulnerabilidad paleontológica” y la participación en la elaboración del Atlas del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT); 3) asesoramiento en el diseño y elaboración de planes de manejo de espacios protegidos que contengan sitios paleontológicos: por ejemplo, iniciativas conjuntas con el Ministerio de BBN que crearon el Bien Nacional Protegido (Cerro Ballena) y el Bien Nacional de Uso Público (Parque Los Dedos) en la comuna de Caldera.

Desde una perspectiva administrativa y jurídica, las opciones son: 1) el registro de colecciones paleontológicas; 2) realización de peritajes de colecciones incautadas por PDI, Carabineros y Aduanas. Se destaca la participación en la Mesa de trabajo “Lucha contra el tráfico ilícito” de bienes culturales; 3) estudio sectorial de casos de afectación de bienes paleontológicos no previstos en la evaluación ambiental (sectorial). Por otro lado, desde la perspectiva social las herramientas existentes son 1) Consultas ciudadanas realizadas en el marco del SEIA (EIA, p. ej.). Esta vía de participación social aún se encuentra poco utilizada y por eso el CMN emprende actividades de puesta en valor con objeto de difundir y sensibilizar a la ciudadanía sobre la diversidad y fragilidad del patrimonio paleontológico chileno; 2) Consultas a comunidades en el marco de iniciativas sectoriales de puesta en valor o elaboración de expedientes técnicos para declaratorias de sitios paleontológicos relevantes, ubicados en su territorio.

## Referencias

- Brilha, J.** 2005. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage, Viseu, 190 pp.
- Cáceres, I.R. & Westfall, C.** (2004). Trampas y amarras: ¿posible hacer arqueología en el sistema de evaluación de impacto ambiental? *Chungará* (Arica), 36(Supl. especial), 483-488.
- Carcavilla, L., Durán, J. & López-Martínez, J.** 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303.
- Bahlburg, H., Breitzkreuz, C., Maletz, J., Moya, C. & Salfity, J.** 1990. The Ordovician sedimentary rocks in the northern Puna of Argentina and Chile: New stratigraphical data based on graptolites. *Newsletter of Stratigraphy*, 23, pp. 69–89.
- Nielsen, S.** 2013. A new Pliocene mollusk fauna from Mejillones, northern Chile. *Palaontol Z* (2013) 87:33–66.
- García, F., Pérez, E. & Ceballos, E.** 1962. El Ordovícico de Aguada de La Perdiz, Puna de Atacama, Provincia de Antofagasta. Apartado de la Revista *Minerales*, Año XVII, 77, Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, Chile, pp. 52-61.
- Rincón, I. & Gutstein, C.S.** 2016. Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales. Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Chile, 26 pp.

**Rubilar, A. & Pérez, E. 2009.** Proposición de localidades con sitios paleontológicos relevantes en Chile e iniciativas en curso para su registro estandarizado. Actas XII Congreso Geológico Chileno, Santiago, Chile, pp. S5-024.

**Rubilar, A. & Pérez, E. 2011.** El patrimonio paleontológico in situ: Enfoques de valoración y elementos para su gestión en Chile. Actas I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile, Melipeuco, Chile, pp. 123-126.

**Troncoso, A., Suárez, M., de la Cruz, R., Palma-Heldt, S. (2002).** Paleoflora de la Formación Ligorio Márquez (XI Región, Chile) en su localidad tipo: sistemática, edad e implicancias paleoclimáticas. Revista geológica de Chile, 29(1), 113-135.

**Vega-Jorquera, L., Gutstein, C.S., Otero, R.A. 2015.** Patrimonio Paleontológico: un análisis diagnóstico de la gestión en el marco de la evaluación ambiental en Chile. Actas XIV Congreso Geológico Chileno, 3:396-399.

# CARTOGRAFÍA DE POTENCIALIDAD Y VULNERABILIDAD: USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA VALORIZACIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO NACIONAL

Hermann Rivas<sup>1\*</sup>, Ismael Rincón<sup>1</sup>, Daniela Aravena<sup>1</sup>

1: Área de Patrimonio Natural. Consejo de Monumentos Nacionales, Santiago, Chile.

\* [harrivas@gmail.cl](mailto:harrivas@gmail.cl)

**Resumen.** El presente proyecto presenta el desarrollo de una cartografía de potencialidad paleontológica, para las regiones de Atacama y Coquimbo, del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN). Estas regiones se encuentran muy sometidas a un impacto sobre el Patrimonio Paleontológico, debido a actividades mineras, industriales y crecimiento urbano. Se estudian las unidades geológicas de acuerdo a su posibilidad de contener fósiles (potencialidad), clasificándolas como fosilíferas, susceptibles y estériles. Utilizando como base la cartografía geológica escala 1:100.000 y 1:250.000 (Sernageomin), mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), las unidades geológicas fueron digitalizadas con sus atributos asociados (información paleontológica). La cartografía se presenta en las plataformas digitales del CMN para la navegación del usuario. Como expectativa, se pretende incorporar la vulnerabilidad y amenazas sobre estas unidades y ampliar este proyecto a otras regiones de Chile. Esta herramienta es de gran utilidad en la gestión del patrimonio paleontológico, en el marco de la legislación ambiental (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental), así como también en la generación de herramientas de planificación y gestión territorial (planes de desarrollo local, planes de manejo de sitios paleontológicos, uso coordinado con otras categorías de Monumentos Nacionales, planes de educación y difusión).

**Palabras Claves:** Geología, Paleontología, Patrimonio Paleontológico, cartografía temática, SIG, planificación territorial.

## 1 Introducción

El Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) es un organismo técnico del Estado que depende del Ministerio de Educación, y está encargado de la protección y tuición del patrimonio de carácter monumental. Realiza su labor en el marco de la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales del año 1970 y del Reglamento sobre Excavaciones y Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas dictado mediante Decreto Supremo N° 484 de 1970.

Como parte de su labor técnica, el Consejo de Monumentos Nacionales, está encargado, entre otras funciones, de la concesión de permisos de prospección y/o excavación paleontológica y de la tenencia y exportación de bienes paleontológicos. También evalúa y fiscaliza el componente paleontológico en proyectos dentro del marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Al margen de este marco ambiental, se llevan a cabo fiscalizaciones por daño a bienes paleontológicos, ya sean por parte de particulares o proyectos no evaluados en el SEIA y colabora con instituciones, como PDI y Dirección General de Aduanas, en la lucha contra el tráfico ilícito de bienes paleontológicos. Por este motivo, el proyecto de cartografía surge de la necesidad de tener acceso expedito a la información paleontológica nacional, en formato de Sistemas de Información Geográfica, que se encuentra dispersa en múltiples fuentes (cartografías, artículos, líneas de Bases de SEIA, entre otros), con variable estado de actualización.

El proyecto es una iniciativa del Área Patrimonio Natural (CMN) y financiada con fondos patrimoniales de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM). Consiste en el desarrollo de una cartografía temática que identifique, a partir del marco geológico nacional, las unidades litoestratigráficas de acuerdo a su posibilidad de contener fósiles (potencialidad). En una primera instancia, se abordan las regiones de Atacama y Coquimbo, dado que presentan destacados yacimientos fosilíferos y han experimentado una expansión urbana e industrial acelerada, así como también, son afectadas por una importante extracción ilegal ("huaqueo") y tráfico de fósiles. Esta cartografía temática permite una navegación intuitiva y una búsqueda eficiente de la información paleontológica nacional, ligado a una base de datos de localidades fosilíferas y taxa identificados. El proyecto surge como una iniciativa inédita, apuntando al desarrollo de una caracterización territorial paleontológica, replicable a nivel nacional, como instrumento de planificación y gestión territorial.

## 2 Materiales y Métodos

El presente proyecto utiliza como base 46 cartas y mapas geológicos de la Serie Geología Básica, escala 1:100.000 y 1:250.000, de las regiones de Atacama y Coquimbo, elaborados por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Esta información se presenta en múltiples formatos (mapas vectoriales (.shp), imágenes digitales (.pdf) y raster (.jpg, y .tiff) y fue tratada utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), en particular, el software ArcGIS 10.3 y los softwares de diseño y edición de imágenes Adobe Photoshop y Adobe Illustrator.

A gran escala, la elaboración contempla cuatro partes:

- 1) Revisión bibliográfica: Búsqueda y solicitud de la información geológica y paleontológica, revisión detallada de las referencias y creación de base de datos con las unidades fosilíferas y susceptibles, localidades tipo, litología y contenido fósil.
- 2) Unificación: Digitalización de la información no vectorial para ser trabajada en software SIG, y transformación de estos archivos a formato .shp. Esto consiste en edición previa, georreferenciación y vectorización, mediante geoprocursos de conversión o manualmente.
- 3) Asignación de atributos: Caracterización de las propiedades de los polígonos que representan cada unidad geológica. Eliminación y modificación de campos no relacionados con los objetivos del proyecto y creación de nuevos campos que incorporen la información paleontológica de las unidades.
- 4) Cartografía: Combinar y disponer la información geométrica y atributos para el desarrollo de mapas temáticos, exponiendo las variables de potencialidad y vulnerabilidad de manera clara e intuitiva. Esta información está disponible para su navegación en las plataformas de ArcGIS Online del CMN y también es exportable a Google Earth, permitiendo su navegación y consulta.

## 3 Resultados

El proyecto de cartografía abarca el total de la superficie de las regiones de Atacama y Coquimbo, así como también parte de las regiones adyacentes. A partir de esto, las unidades fueron clasificadas de acuerdo a su potencialidad paleontológica (unidades fosilíferas, susceptibles y estériles). Las rocas presentan una disposición en franjas con rumbo NNE, de preferencia en la zona central y occidental de ambas regiones.

Las unidades fosilíferas abarcan un rango temporal va desde el Paleozoico Superior al Cuaternario y comprenden en total 92 unidades, ocho de las cuales se extienden en ambas regiones. La categoría susceptible agrupa a un total de 140 unidades, de carácter sedimentario, volcano-sedimentario y volcanoclástico. Finalmente, la última categoría agrupa a las unidades estériles formadas por rocas intrusivas, volcánicas y metamórficas de grado medio – alto. Cabe destacar que varias de estas unidades se extienden por más de una región y algunas se consideran correlativas entre regiones. Con esta base de datos, se proporcionan al menos seis cartografías temáticas (fosilífera, susceptible y mixta), las cuales podrán ser visualizadas a través de la página del Consejo de Monumentos Nacionales ([www.monumentos.cl](http://www.monumentos.cl)) y a través del Catálogo Nacional de Información Geoespacial ([www.geoportal.cl](http://www.geoportal.cl)). Además, como resultado complementario al proyecto, se ha generado una base de datos que resume las principales características de las unidades identificadas, así como los taxa descritos en la literatura y las localidades paleontológicas principales.

## 4 Discusión y conclusiones

Los pilares de este proyecto son los conceptos de potencialidad y vulnerabilidad paleontológica. En el primer caso, se ha evaluado de acuerdo a los criterios de la Guía de Informes Paleontológicos del CMN (Rincón y Gutstein, 2016), refiriéndose a la posibilidad de una determinada unidad geológica de contener fósiles. Esta clasificación considera tres categorías: fosilífera (unidades en las cuales se ha registrado fósiles), susceptible (unidades en cuya litología es posible hallar fósiles, aun cuando se carece de información bibliográfica) y estéril (unidades cuya litología hace poco probable el hallazgo de fósiles), inspiradas en trabajos previos (Mourgues y Contreras, 2012). La vulnerabilidad es un modelo más complejo y se asocia con la fragilidad intrínseca del componente paleontológico, abordado según distintos puntos de vista por varios autores (Cardona, 1993; Brilha, 2005; Carcavilla et al., 2008). Este modelo queda como expectativa a futuro, basándose en la potencialidad y evaluando las amenazas a las que este se encuentra expuesto.

Esta cartografía optimiza la actual labor del Consejo de Monumentos Nacionales al proporcionar una herramienta directa sobre el conocimiento paleontológico de las regiones de Atacama y Coquimbo, que se aplica, por ejemplo, en la realización de peritajes paleontológicos, facilitando su determinación e infiriendo su lugar de extracción. Con este tipo de insumos se pretende poseer un catastro nacional de unidades fosilíferas y localidades paleontológicas, con el objeto de prever el posible daño o alteración sobre estas, tanto en el contexto de la labor fiscalizadora del Consejo, como en la planificación y evaluación de proyectos industriales, urbanos o viales.

Tomando este catastro y clasificación de potencialidad como base, se pretende elaborar un modelo que considere la fragilidad intrínseca de las unidades (e.g. área de exposición, resistencia a la meteorización, localidades tipo, etc.), así como también las amenazas a las que están expuestas (cercanía a zonas urbanas, accesibilidad, planes de uso del suelo), de modo de estimar el riesgo de daño al componente paleontológico.

La base de datos que sustenta esta cartografía permite la actualización y modificación de sus datos, acorde a la evolución del conocimiento paleontológico nacional (Rubilar, 2009, 2011). Además, como resultado anexo, la publicación de este material pretende servir como guía para el desarrollo de proyectos científicos de carácter paleontológico, individualizando las zonas con posibilidad de encontrar fósiles de una determinada formación o periodo.

En una primera instancia este proyecto abarca las regiones de Atacama y Coquimbo, cuyos notables yacimientos paleontológicos (e.g. Bahía Inglesa, Pichasca, Quebrada Asientos) y su alta afectación en sitios paleontológicos de la zona septentrional de Chile, provocada por industrialización, urbanización, tráfico ilícito, justifican su elección. Como expectativa futura este proyecto se pretende replicar en otras regiones, apuntando a un reconocimiento global a nivel país, siendo una potente herramienta de planificación y gestión territorial sobre el componente paleontológico (planes de desarrollo local, planes de manejo de sitios paleontológicos, uso coordinado con otras categorías de Monumentos Nacionales, planes de educación y difusión, entre otros).

### Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente a la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM) y al Consejo de Monumentos Nacionales, por la ejecución de este proyecto y al Servicio Nacional de Geología y Minería, que puso a disposición la información geológica necesaria para la elaboración de esta cartografía.

### Referencias

- Brilha, J.** 2005. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage, Viseu, 190 pp.
- Car cavilla, L., Durán, J. & López-Martínez, J.** 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303.
- Cardona, A.** 1993. Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: "Elementos para el Ordenamiento y la Planeación del Desarrollo". In MASKREY, A. (ed). Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 137 pp.
- Maskrey, A.** 1998. Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina. Soluciones Prácticas, Perú, 293 pp.
- Mourges F. & Contreras, K.** 2012. Relevamiento de información paleontológica en el marco del SEIA: propuesta metodológica de procedimiento. Trabajo enviado al III Simposio-Paleontología en Chile, Punta Arena, pp.118-120.
- Rincón, I. & Gutstein, C.** 2016. Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales. Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Chile, 26 pp.
- Rubilar, A. & Pérez, E.** 2009. Proposición de localidades con sitios paleontológicos relevantes en Chile e iniciativas en curso para su registro estandarizado. Actas XII Congreso Geológico Chileno, Santiago, Chile, pp. S5-024.
- Rubilar, A. & Pérez, E.** 2011. El patrimonio paleontológico in situ: Enfoques de valoración y elementos para su gestión en Chile. Actas I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile, Melipeuco, Chile, pp. 123-126.

## MONITOREO PALEONTOLÓGICO EN TÚNEL: CASO PROYECTO ALTO MAIPO

Natalia Varela<sup>1\*</sup>, Diego Partierreu<sup>1,2</sup>, Karen Contreras<sup>1</sup>, Pablo Azúa<sup>1</sup> y F. Amaro Mourgues<sup>1</sup>

1: TERRA IGNOTA – Patrimonio y Geociencias, Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago, Chile.

2: Universidad de Chile, Departamento de Geología, Santiago, Chile.

\* [nvarela@terraignota.cl](mailto:nvarela@terraignota.cl)

**Resumen.** El Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, propiedad de Gener S.A., contempla la construcción del túnel El Volcán, con una longitud de 14 km. El túnel atraviesa formaciones del Jurásico-Cretácico al Mioceno Inferior: Río Damas, Lo Valdés, Colimapu y Abanico. La Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto (RCA), estableció la obligación de implementar un monitoreo paleontológico de las marinas generadas en la construcción del túnel. El Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) acogió un plan de monitoreo, presentado por el titular y diseñado por Terra Ignota, cuya frecuencia de monitoreo fue determinada en función del potencial fosilífero de cada formación. Debido a lo anterior, las unidades sedimentarias de la Formación Lo Valdés, con un alto potencial fosilífero, fueron revisadas en forma diaria, mientras que en los miembros volcánicos se estableció una frecuencia quincenal. Los resultados paleontológicos en la Formación Lo Valdés consideran el hallazgo de gastrópodos, bivalvos, amonites, braquiópodos y briozoos. La litología y procedencia de las muestras paleontológicas se registraron en una columna estratigráfica. El monitoreo paleontológico realizado en el túnel El Volcán representa la primera experiencia de su tipo en Chile. Su ejecución planteó numerosos desafíos, tanto de tipo logístico como relacionados con la coordinación de los equipos de trabajo involucrados.

**Palabras Claves:** Mitigación paleontológica, SEIA, Jurásico Superior, Cretácico Inferior, Paleontología de invertebrados

### 1 Introducción

El Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (PHAM) se emplaza en la comuna de San José de Maipo, región Metropolitana. Dentro de la obras, se incluye la construcción del túnel El Volcán, que tiene una longitud de 14 km y une los valles de los ríos Volcán y Yeso. En su trazado, el túnel atraviesa cinco formaciones sedimentarias: Río Damas (Kimmerigdiano), Baños Morales (ex-miembro espilitico de la Formación Lo Valdés, edad titoniana inferior a media); Lo Valdés (Titoniano superior – Hauteriviano), Colimapu (Barremiano – Albiano) y Abanico (Eoceno superior – Mioceno inferior). La Resolución de Calificación Ambiental del proyecto (RCA; RE 256/2009) señaló la necesidad de ejecutar un monitoreo paleontológico de las marinas provenientes de la construcción del túnel El Volcán. La empresa mandante (Gener S.A.) solicitó a Terra Ignota el diseño de un plan de monitoreo, que la autoridad (CMN) acogió, el cual se encuentra actualmente en ejecución. Este trabajo da a conocer los resultados preliminares obtenidos a partir del monitoreo de la Formación Lo Valdés, junto a una revisión de la experiencia del monitoreo paleontológico en túnel.

#### 1.1 Formación Lo Valdés

La Formación Lo Valdés (*sensu* Salazar y Stinnesbeck, 2015), es una sucesión sedimentaria marina que comprende rocas siliciclásticas y carbonáticas. Fue dividida en tres miembros, de base a techo: Escalador, Placa Roja y Cantera. El Miembro Escalador contiene areniscas con un porcentaje calcáreo variable; el miembro Placa Roja está compuesto principalmente por fangolitas, mientras que el miembro La Cantera está dominada por carbonatos. En la sección del Cajón del Morado, a ca. 1,5 km al norte del túnel, la formación alcanza un espesor total de 588 m, y sus miembros, de base a techo, 160 m, 217 m y 211 m respectivamente. Se dispone concordantemente sobre la Formación Baños Morales y bajo la Formación Colimapu. Su registro fósil consiste en bivalvos, gastrópodos, cefalópodos (amonites) y en menor proporción, esponjas, briozoos, equinoideos, equinodermos, entre otros.

#### 1.2 Plan de Monitoreo

El túnel El Volcán, según su RCA, contempla dos tipos de construcción: en su tramo sur (formaciones Río Damas, Baños Morales, Lo Valdés y Colimapu) se utiliza el método de Drill & Blast, lo que implica el uso de explosivos para fragmentar la roca, mientras que, en su tramo norte (Formación Abanico), se usaría una máquina tuneladora (TBM), la que transforma los fragmentos de roca a un tamaño de grava fina. Esto implica un plan de trabajo

diferenciado entre las unidades basales y la superior. De acuerdo a lo anterior, Formación Abanico sería prospectada en superficie, como una medida destinada a enriquecer el conocimiento de las capas fosilíferas afectadas en sub-superficie. La frecuencia del monitoreo establecida para cada unidad, de acuerdo a su potencial fosilífero, se detalla en tabla 1.

**Tabla 1.** Unidades geológicas y su frecuencia de monitoreo en relación a su potencial fosilífero.

| UNIDAD GEOLÓGICA    | POTENCIAL FOSILÍFERO | FRECUENCIA MONITOREO |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| Formación Río Damas | Medio                | Quincenal            |
| Formación Lo Valdés | Alto                 | Diaria               |
| Formación Colimapu  | Bajo- Medio          | Semanal- quincenal   |
| Unidades intrusivas | Nulo                 | Quincenal            |

El monitoreo paleontológico consideró las siguientes etapas: una vez realizada la tronadura, la marina se traslada fuera del túnel, al Sitio de Acopio de Marina (SAM). Parte de la marina extraída (volumen estimado de 3 m<sup>3</sup>), debió ser dispuesta en un 'Área de Monitoreo de Marinas' para la inspección visual de los fragmentos (con tamaños de 1 m a 10 cm de longitud máxima, aproximadamente), por parte del o los especialistas. Las muestras con fósiles fueron apartadas, y han sido depositadas temporalmente en las oficinas del proyecto en Los Maitenes. Posteriormente, éstas serán preparadas, y luego se seleccionarán aquellas que formarán parte de una colección paleontológica. La colección será entregada a una institución, de acuerdo a lo establecido por la autoridad.

A partir de la información recopilada durante el monitoreo, se han realizado informes semanales y mensuales con los resultados parciales (estratigrafía, litología, muestras e identificación taxonómica general). En el caso de la Formación Lo Valdés, se incluyó una columna estratigráfica, breve descripción de la litología y tipos de fósiles recolectados (figura 1).

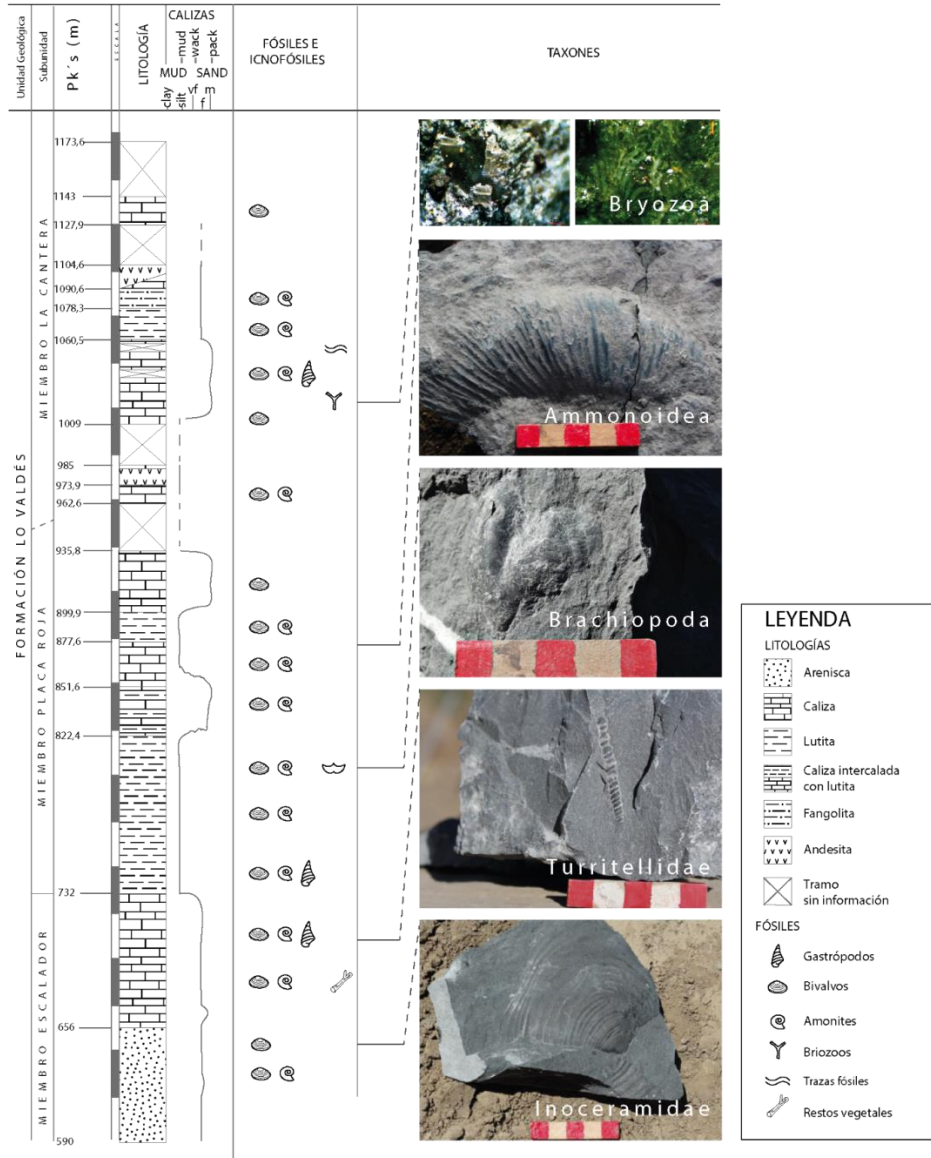
## 2 Resultados

Sobre la base referencial del trazado del túnel, litologías atribuibles a la Formación Lo Valdés fueron observadas entre el pk (punto kilométrico) 590 m y el pk 1173, lo que permitió estimar un espesor cercano a los 580 m en el sector del Alto El Volcán. Esta sección arrojó un volumen total de marina de ca. 13,600 m<sup>3</sup>. De este volumen, ca. 450 m<sup>3</sup> estuvieron disponibles para revisión, de los cuales ca. 60,5 m<sup>3</sup> fueron efectivamente revisados (dadas las limitaciones operacionales), lo que equivale a un 0,5% del total. Las litologías reconocidas permitieron distinguir los miembros señalados por Salazar y Stinnesbeck (2015). Se obtuvo un total de 1.347 muestras fósiles que se encuentran transitoriamente en las oficinas del proyecto en Los Maitenes. Una síntesis de los resultados obtenidos en los distintos miembros se expone en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados del monitoreo en la Formación Lo Valdés.

| MIEMBRO    | POTENCIA | LITOLOGÍA                                                                                       | FÓSILES                                                                                                                             |
|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escalador  | 142 m    | Areniscas de grano fino y medio; calizas de grano fino                                          | Gastrópodos (turritélidos), bivalvos (trigonias, inocerámidos, ostras) cefalópodos (amonites); icnotaxa.                            |
| Placa Roja | 215 m    | Lutitas bituminosas y calizas de grano fino                                                     | Gastrópodos, bivalvos (trigonias, ostras, etc), cefalópodos (amonites), braquiópodo; icnotaxa.                                      |
| La Cantera | 226 m    | Lutitas; lutitas bituminosas y calcáreas con intercalaciones de calizas de grano fino a grueso. | Gastrópodos, bivalvos, cefalópodos (amonites, belemnites); fragmentos vegetales; icnotaxa; diente de condictio (selacio); briozoos. |

Durante la ejecución del plan de monitoreo programado se detectaron limitaciones al buen desarrollo del mismo. Los factores más relevantes fueron: 1) un Área de Monitoreo de Marinas reducida que no permitió la disposición adecuada del material en un área mayor para aumentar la superficie de observación; 2) los diversidad de equipos involucrados en la construcción, los cambios frecuentes de turnos y otros, que dificultaron la comunicación entre los distintos actores; 3) las condiciones geográficas de alta montaña tales como relieve escarpado, inclemencias climáticas, entre otras; 4) muchos de los fósiles recuperados se encuentran incorporados en la roca, lo que dificulta la obtención de especímenes completos.



**Figura 1.** Columna generalizada de la Formación Lo Valdés, elaborada a partir del monitoreo paleontológico del túnel El Volcán. Se incluyen figuras de fósiles representativos de los distintos taxones.

### 3 Conclusiones

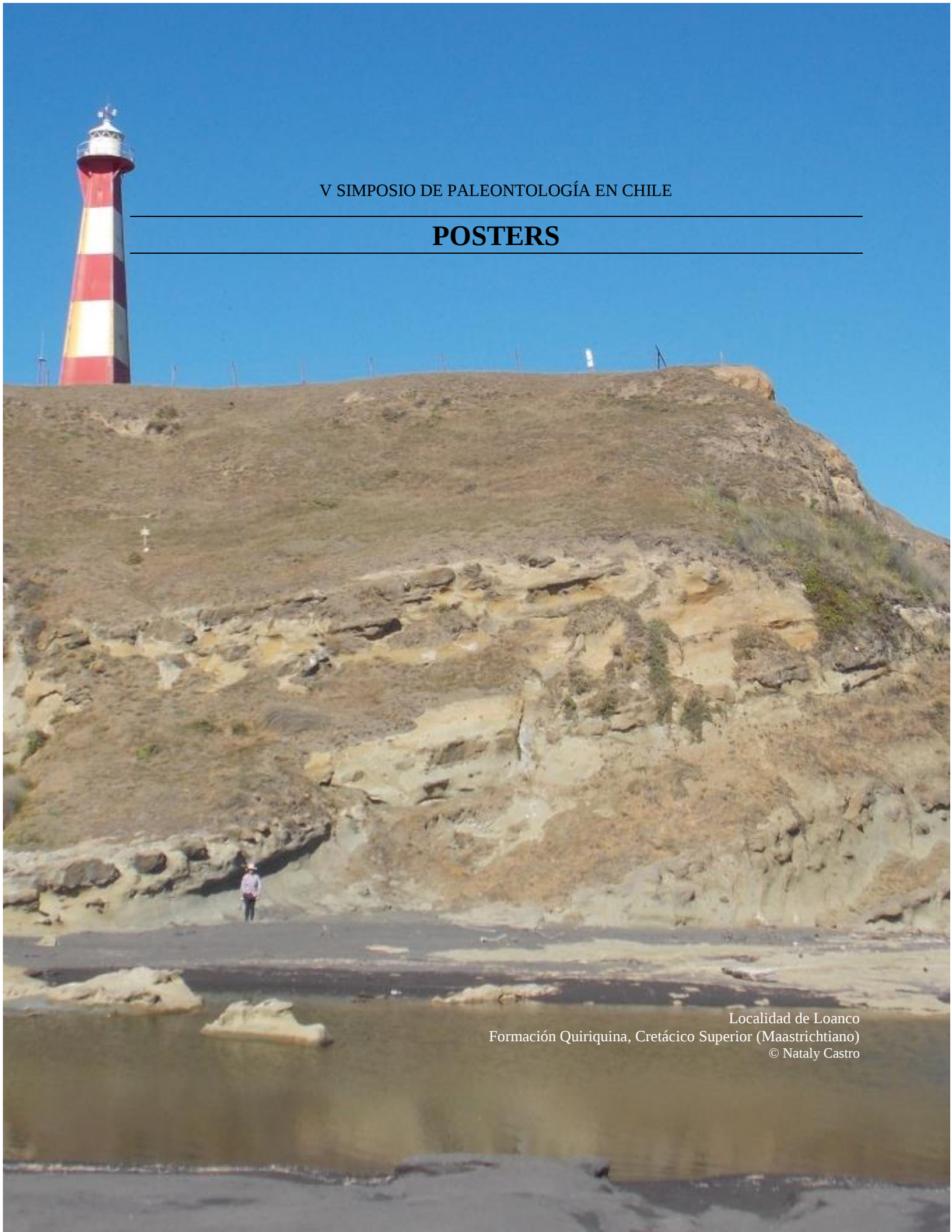
El monitoreo paleontológico del túnel El Volcán, parte del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, presentó una oportunidad única para caracterizar con detalle estratigráfico a la Formación Lo Valdés, al permitir observar materiales que componen las capas en sub-superficie, con precisión métrica y de la totalidad de la unidad. La implementación del plan de monitoreo permitió la recuperación de más de 1.300 muestras de fósiles, de al menos cinco grandes grupos de taxones y parataxones (gastropodos, bivalvos, cefalópodos, briozoos e icnitas). Las muestras se encuentran a la espera de ser seleccionadas, preparadas, embaladas para su análisis sistemático, cuyos resultados, en particular de los amonites, permitirían definir con mayor resolución los límites cronoestratigráficos presentes dentro de la formación.

### Referencias

Salazar, C. & Stinnesbeck, W. 2015. Redefinition, Stratigraphy and Facies of the Lo Valdés and Baños Morales Formations (Upper Jurassic – Lower Cretaceous) in Central Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural.64: 41-68.







V SIMPOSIO DE PALEONTOLOGÍA EN CHILE

---

## POSTERS

---

Localidad de Loanco  
Formación Quiriquina, Cretácico Superior (Maastrichtiano)  
© Nataly Castro

**MESOZOICO****PRIMER REGISTRO DE TORTUGAS MARINAS (TESTUDINES: CHELONIOIDEA) EN EL VALLE DEL RÍO LAS CHINAS, FORMACIÓN DOROTEA (CRETÁCICO SUPERIOR), REGIÓN DE MAGALLANES**

Jhonatan Alarcón-Muñoz<sup>1\*</sup>, Sergio Soto-Acuña<sup>2, 3</sup>, Juan Pablo Guevara<sup>1</sup>, Roy Fernández-Jiménez<sup>4</sup>, Leslie Manríquez-Márquez<sup>4</sup>, Alexander O. Vargas<sup>2</sup> y Marcelo Leppe<sup>5</sup>

1: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

3: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

4: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

5: Laboratorio de Paleobiología de Patagonia y Antártica, Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile.

\* [jhoalarc@gmail.com](mailto:jhoalarc@gmail.com)

**Resumen.**

El registro fósil de tortugas (Reptilia, Testudines) en Chile es escaso y fragmentario en comparación con otros reptiles marinos. En esta contribución se dan a conocer los primeros restos de tortugas de la Formación Dorotea (Campaniano-Maastrichtiano) en afloramientos ubicados en el Valle del Río Las Chinas, Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y Antártica Chilena. El nivel de procedencia corresponde a areniscas verde-grisáceas granocrecientes de edad campaniana. El ejemplar, hallado en asociación con dinosaurios saurópodos, comprende una placa neural posterior, una porción de placa periférica, una costilla incompleta, un fragmento proximal de húmero izquierdo y varios fragmentos de caparazón pertenecientes a una tortuga marina de pequeño tamaño (CPAP 3040). El ejemplar se caracteriza por la presencia de ornamentación en las placas del caparazón conformada por pequeños polígonos irregulares y la existencia de ventanas costo-periféricas. El plastrón no alcanza lateralmente los huesos periféricos, rasgo que constituye una sinapomorfía de Chelonioidea. Este clado se conoce desde el Cretácico Inferior y agrupa a las tortugas marinas en sentido amplio, incluyendo a las familias Protostegidae, Dermochelyidae y Cheloniidae. Este registro corresponde al más austral de tortugas marinas cretácicas en el margen sur-occidental de Sudamérica, siendo el más antiguo de una tortuga en la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Esta contribución se enmarca dentro del proyecto FONDECYT n° 1151389 “Paleogeographic patterns v/s climatic change in South America and the Antarctic Peninsula during the Latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?”.

**Palabras clave:** Plastrón, Campaniano, Margen sur-occidental de Sudamérica.

## ICNOASOCIACIÓN DE CRUZIANA EN EL CAMPANIANO SUPERIOR DE CERRO CAZADOR, CUENCA DE MAGALLANES, CHILE

Pablo Azúa<sup>1</sup>, F. Amaro Mourgues<sup>1</sup>

1: TERRA IGNOTA – Patrimonio y Geociencias, Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago, Chile.

\* [pazua@terraignota.cl](mailto:pazua@terraignota.cl)

### Resumen.

Estudios sedimentológicos recientes han abordado las condiciones de depositación del Cretácico Superior de la Cuenca de Magallanes las que corresponderían a un sistema deltaico, con influencia de mareas, progradante hacia el sur de la cuenca (Schwartz y Stephan, 2015). La sucesión que aflora en el Cerro Cazador, al sur de Villa Cerro Castillo en la región de Magallanes, se reconoció una alternancia de areniscas finas y limolitas, con niveles de margas. La morfología de los estratos es tabular e internamente predomina la laminación paralela. De manera subordinada están presentes estratos lenticulares de areniscas con base erosiva e intraclastos de limolita. Sobre la base de la presencia de *Hoplitoplanciteceras plasticum* en la parte inferior, se asignó esta sucesión al Campaniano superior (Mourgues y Rubilar, 2014). En tres niveles de esta sucesión se registraron trazas fósiles, las que se encuentran en capas centimétricas a decimétricas de areniscas finas con un alto contenido en carbonato de calcio. Los icnotaxones presentes son *Zoophycos* isp. y *Cladichnus* isp., en una asociación de baja abundancia y diversidad (IB:2). La icnoasociación correspondería al tipo *Cruziana* distal, la que podría reflejar condiciones de bajo aporte de nutrientes e influencia principalmente marina, asociado a un ambiente de prodelta.

**Palabras Claves:** Trazas fósiles, Patagonia, comuna de Cerro Castillo

### Referencias

- Mourgues, A. & Rubilar, A.** 2014. Paleontología estratigráfica del Cretácico Superior en el área de Sierra Cazador – Villa Cerro Castillo, Cuenca de Magallanes, sur de Chile. IV Simposio Paleontología en Chile. Valdivia, Chile.
- Schwartz, T. & Graham, S.** 2015. Stratigraphic architecture of a tide-influenced shelf-edge delta, Upper Cretaceous Dorotea Formation, Magallanes-Austral Basin, Patagonia, Sedimentology, Accepted Article (doi: 10.1111/sed.12176)

## PRIMER REGISTRO PALEOXILOLÓGICO EN LA LOCALIDAD DE LOANCO ASIGNADO A LA FORMACIÓN QUIRIQUINA (CRETÁCICO SUPERIOR), CHILE CENTRAL

Nataly Castro <sup>1\*</sup>, Teresa Torres <sup>2</sup> y Christian Salazar<sup>3</sup>

1: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

2: Área paleobotánica Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

3: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

\*: [n.castrodiaz.geo@gmail.com](mailto:n.castrodiaz.geo@gmail.com)

### Resumen.

En el sector costero de Faro Carranza, 30 Km al sur de la ciudad de Constitución afloran sucesiones con una potencia estimada de 120 m asignada litológicamente a la Formación Quiriquina con destacado contenido fosilífero. Los fragmentos de maderas extraídas para este estudio, provienen de la unidad litológica de areniscas lutíticas con concreciones arenisco-calcárea. Las maderas analizadas corresponden a Gimnosperma de la Familia Podocarpaceae, *Podocarpoxylon* sp. Las traqueidas tienen una sección transversal irregular rectangular a redondeada, con diámetros variables entre 30 y 57  $\mu\text{m}$ . El tejido xilemático se comprime en zigzag evidenciando sobrecarga al petrificarse. Las secciones longitudinales presentan radios leñosos uniseriados variables de 3 - 30 células de altura. Las punteaduras en las traqueidas son uniseriadas y mixtas, mientras que los campos de cruce presentan una sola punteadura areolada de gran lumen. Abunda la presencia de sustancias negras amorfas interpretadas como organolépticas (resina). Las estructuras anatómicas presentan ataques de organismos xilófagos, indicando permanencia durante algún tiempo en ambiente marino poco profundo. Consecuente con la fauna marina registrada en el sector (e.g. bivalvos y gastrópodos), permite asignarlas al Cretácico Superior (Maastrichtiano).

**Palabras Claves:** Paleobotánica, Paleoxilología, Podocarpaceae, Maastrichtiano.

## FIRST RECORD ELASMOBRANCHIANS FROM THE CAMPANIAN OF MAGALLANES BASIN, SOUTHERN CHILE

Roy Fernández-Jiménez<sup>\*1</sup>, María Jesús Ortuya<sup>1</sup>, Sergio Soto-Acuña<sup>2,3</sup>, Jhonatan Alarcón-Muñoz<sup>4</sup>, Juan Pablo Guevara<sup>4</sup> & Marcelo Leppe<sup>5</sup>.

1: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

2: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

3: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile.

4: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

5: Laboratorio de Paleobiología de Patagonia y Antártica, Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile

\* [rofer87@gmail.com](mailto:rofer87@gmail.com)

### Abstract.

The present work describes fossil teeth collected from two Campanian localities: Cerro Guido and Río de las Chinas Valley, Última Esperanza Province, Magallanes and Chilean Antarctic Region. The Cerro Guido level has been described as medium grained sandstones (feldspathic litharenite) with a level of elongated calcareous concretions, which conforms part of Tres Pasos Formation (Campanian). The studied teeth were found in association with fragmented ammonites of the species *Hoplitoplacenticeras plasticum*.

In Río de Las Chinas Valley, a coarsening upward sandstone sequence that is part of Dorotea Formation (Campanian-Maastrichtian) was found, which contains an association of bivalves, gastropods, ammonites and, at upper levels, fragmentary bones of indeterminate marine reptiles.

The specimens, referred to genus *Carcharias* (Lamniformes: Odontaspidae), have a slightly inclined tooth crown with a smooth cutting edge, labially smooth with wide base and one or two pairs of well-developed triangular cuspids. Lingually, the base of the crown has vertical ridges and bilobed root with slightly straight lobes. The association of ammonites belonging to the species *Hoplitoplacenticeras plasticum* supports a Campanian age for both hosting-levels.

Although the material from both units is scarce and the chronostratigraphic range of *Carcharias* is wide, the described specimens are morphologically distinguishable from other species of this genus previously known in Upper Cretaceous sedimentary sequences of Chile. This is the oldest finding of sharks in the Magallanes Basin.

The authors thanks to Fondecyt Project N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?"

**Keywords:** *Carcharias*, Dorotea Formation, Tres Pasos Formation, Campanian-Maastrichtian, Magallanes Basin.

## ESTUDIO PRELIMINAR DE ANGIOSPERMAS PALMATILOBADAS DEL CAMPANIANO-MAASTRICHTIANO DE CERRO GUIDO-LAS CHINAS, REGIÓN DE MAGALLANES, CHILE

Viviana Lobos Álvarez<sup>1</sup>, Marcelo Leppe<sup>2</sup>, Ana M. Abarzúa<sup>1</sup>.

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

2: Instituto Antártico Chileno (INACH), Punta Arenas, Chile.

[lobos\\_vsla88@hotmail.com](mailto:lobos_vsla88@hotmail.com)

### Resumen

El sitio de estudio Cerro Guido-Las Chinas, se encuentra en el valle del Río de las Chinas, provincia de Última Esperanza, comuna de Torres del Paine, en un área ubicada entre los 50° 15' 00" y 51° 15' 00" Sur y los 72° 22' 3" y 72° 43' 00" Oeste, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, donde afloran estratos marinos y continentales de las Formaciones Tres Pasos y Dorotea, asignadas al rango Campaniano Superior- Maastrichtiano Inferior. Corresponde al margen litoral norte de la Cuenca de Magallanes, dominado por procesos deltaicos controlados por mareas y repetidas transgresiones marinas de intensidad variada. Excepcionalmente, en esta localidad, se ha logrado coleccionar una gran cantidad y diversidad de mega y microfósiles, como por ejemplo, los primeros restos fósiles de hadrosaurios y titanosaurios, que representan los dinosaurios más australes de América. Junto con ello, una extraordinaria paleoflora representada por improntas foliares de pteridófitas, gimnospermas y considerable número de angiospermas con buena preservación, entre las cuales son muy abundantes las formas palmatilobadas. Estos morfotipos foliares poseen hojas con subunidades separadas denominados lóbulos, por lo que existen diversas formas de hojas desde tres a seis lóbulos registrados en este sitio.

Se realizaron reiteradas campañas donde se han muestreado cuatro sitios, principalmente para los megafósiles de plantas (Cerro Guido, Cerro Las Chinas, Campamento Saurópodo y Campamento El Puesto), donde hasta el momento se tiene un registro de alrededor de 85 muestras de improntas foliares, las que fueron separadas por morfotipos, donde cada uno de ellos fue fotografiado, esquematizado y para la determinación taxonómica de las plantas, se analizaron los caracteres morfológicos bajo los criterios clásicos de los patrones de arquitectura foliar. En función de lo anterior, se describen 7 morfotipos asociados tentativamente con la familia Malvaceae, principalmente la subfamilia Sterculioideae y se analizan las implicancias de su presencia para la paleobiogeografía y paleoecología del Cretácico Superior.

**Palabras clave:** Paleobotánica, improntas foliares fósiles, arquitectura foliar, paleobiogeografía y paleoecología.

**Agradecimientos:** Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?", Vicerrectoría Académica UACH y Escuela de Graduados UACH.

## NUEVOS ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICOS Y PALEONTOLÓGICOS DE LA CUENCA CRETÁCEA DE MAGALLANES, EXTREMO AUSTRAL DE CHILE

María Jesús Ortuya<sup>1\*</sup>, Marcelo Leppe<sup>2</sup>, María Verónica Pineda<sup>1</sup>.

1: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

2: Laboratorio de Paleobiología de Patagonia y Antártica, Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile.

\*email: maortuyam@gmail.com

**Resumen.** La historia natural de la Región de Magallanes y Antártica Chilena puede entenderse como la historia de dos grandes cuencas marinas consecutivas: las cuencas de Rocas Verdes y de Magallanes. El registro de la biota del Cretácico austral está altamente influenciado por el hábito de ambas cuencas, siendo el registro fosilífero dominado mayoritariamente por la evidencia de organismos marinos. Sin embargo, debido a los procesos de progradación de la cuenca de Magallanes y a continuos cambios en el nivel del mar, hacia el fin del Cretácico, los ambientes continentales se hacen cada vez más abundantes.

El presente trabajo se enfoca en la estratigrafía y el respectivo contenido paleontológico de los estratos superiores de la Formación Tres Pasos e inferiores de Formación Dorotea aflorantes en Cerro Guido y sector sur del Valle del Río Las Chinas, ubicadas en la Provincia de Última Esperanza, Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Las secciones de Cerro Guido muestran la dominancia de areniscas de variada granulometría con esporádica aparición de niveles finos de lutitas negras y grises, principalmente hacia el techo, que albergan gran cantidad de materia orgánica y restos vegetales indeterminados. Se observa también un banco de ostreidos en la zona superior. La aparición de concreciones es constante, las cuales, en el sector basal, son contenedoras de restos fósiles de bivalvos, gastrópodos (turritélidos), amonites (*Hoplitoplacenticeras plasticum*) y dientes de elasmobranquios (*Carcharias*).

Las columnas estudiadas en el extremo sur del Valle del Río Las Chinas presentan una asociación paleofaunística casi idéntica a la de Cerro Guido en los niveles basales, también contenida en concreciones. En la zona media se registra la aparición de fragmentos óseos de reptiles marinos indeterminados, además de la continua presencia de restos vegetales de menor tamaño, restos carbonosos y, hacia el techo, improntas de hojas muy bien conservadas, a las cuales se les ha asignado una afinidad botánica en los casos que ha sido posible. Basándose en la afinidad con especies vivas, la paleoflora de esos niveles entregaría, muy *a priori*, una aproximación paleoclimática, asignándolas a un clima subtropical durante el Campaniano-Maastrichtiano de la Cuenca de Magallanes. Sin embargo, las fluctuaciones de los niveles eustáticos del océano corresponderían a fenómenos globales asociados a glaciocustacia en un mundo hiperinvernadero.

Agradecimientos a Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?"

**Palabras Claves:** Formación Dorotea, Formación Tres Pasos, Campaniano, Maastrichtiano, Paleoclima.

## HISTOLOGÍA Y ESQUELETO-CRONOLOGÍA DE VÉRTEBRAS DE UN COCODRILO MARINO (ARCHOSAURIA: THALATTOSUCHIA) PROVENIENTE DE LA FORMACIÓN LO VALDÉS, CHILE CENTRAL

Luis Ossa-Fuentes<sup>1\*</sup>, Sergio Soto-Acuña<sup>1,2</sup> y Christian Salazar<sup>3</sup>

1: Red Paleontológica U-Chile. Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2: Área Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Parque Quinta Normal, Santiago, Chile.

3: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile.

\* [lateralus.aenima@gmail.com](mailto:lateralus.aenima@gmail.com)

### Resumen.

Este trabajo es una primera aproximación osteo-histológica en donde analizamos fragmentos vertebrales atribuibles a un cocodrilo marino del clado Thalattosuchia (SGO.PV.19802, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile) procedente de un nivel de edad Berriasiano inferior de Formación Lo Valdés. Se realizaron dos secciones finas de 10 micrones de espesor: (1) una transversal a nivel del centro vertebral de una vértebra dorsal y (2) una longitudinal de un proceso transversal aislado de otra vértebra dorsal. Se registraron fotografías bajo microscopía óptica y de luz polarizada para describir la distribución de la matriz mineralizada y fibras colágenas. Dentro de los resultados destaca, (1) para el centro vertebral: amplios canales vasculares a nivel cortical y extensos espacios rodeados por finas trabéculas endosteales a nivel medular. En la corteza, desde el borde más externo del centro vertebral hasta la transición con la región medular, encontramos 6-7 bandas concéntricas altamente vascularizadas con canales vasculares longitudinales, indicando a lo menos 6-7 eventos de modulación. Además, notamos que conviven zonas de tejido primario de matriz entretejida/fibrolamelar y zonas de matriz pseudolamelar y lamelar más externas, próximas a la superficie sub-periosteal. También aparecen osteonas secundarias con alto nivel de reabsorción y del orden de 10-15 annuli en toda la extensión de la corteza, lo que indicaría que este individuo tenía aproximadamente 15 años al momento de morir. En la parte dorsal del centro vertebral destaca que aún se conserva un espacio entre los pedúnculos y el centro. En la superficie de los bordes de este espacio hay columnas de cartilago (secundario/hipertrofiado) articular. (2) para el proceso transversal: encontramos un patrón microanatómico parecido al del centro vertebral, en donde hay una región cortical altamente vascularizada, con bandas de canales longitudinales y amplios espacios y finas trabéculas endosteales en la región medular. Más en detalle, a nivel de corteza vemos 5-6 bandas de canales vasculares longitudinales, 8-12 annuli, osteonas secundarias altamente reabsorbidas y matriz entretejida conviviendo con matriz pseudolamelar y lamelar en la zona más externa subperiosteal. Podemos concluir que este individuo era un adulto que presentaba comparativamente una alta tasa metabólica. Interesantemente, las suturas neurocentrales se encuentran sin cerrar, patrón que es consistente con estadios inmaduros de Crocodyliiformes. Esto puede indicar la retención de un carácter embrionario/juvenil en formas adultas. Lo que sugiere que esta zona podría haber sido una articulación funcional.

**Palabras Claves:** Histología, hueso, annuli, embrionario, vertebrados.

## LO PRADO FORMATION: A PALEONTOLOGICAL PROBLEM

Paula Soto<sup>1</sup> y Christian Salazar<sup>2</sup>

1: Geología, Facultad de ingeniería, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile

2: Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

\*: [paulaasotoh@gmail.com](mailto:paulaasotoh@gmail.com)

### Abstract.

The volcano-sedimentary succession of Cretaceous in Central Chile distributed as long stretch along the Cordillera de la Costa from 33°S to 34°S have been referred as Lo Prado Formation, defined by Thomas (1958) and amended by Piracés (1976), which is formed by volcanic rocks, volcanoclastic and sedimentary, where the latter recorded an important fossil content. Lo Prado Formation is mainly composed of andesites, queratofiros (or intermediate lavas) and tuffs interbedded with sandstones, calcareous sandstone, limestone and marine conglomerates (Thomas 1958, Piracés 1976). In sandstones and limestones, it is where there have been fossil invertebrates. From north to south the fossiliferous content varies: in the north, in the area of Patagua mine, the presence of *Argentiniceras malarguense* and *Cuyaniceras acanthicum* assigned to Valanginian are recorded (Aliste et al., 1960), while further south in the Laguna Aculeo evidenced the existence of *Thurmannites* sp., *Bochianites* sp. and *Olcostephanus* sp. all assigned to the upper Valanginian (Tavera, 1975) also crioceratids from the Hauterivian (Nasi and Thiele, 1982). While in the area of San Vicente de Tagua - Tagua, in the O'Higgins region, the possible presence of *Windhauseniceras* sp. (?) and *Substeueroceras* cf. *fasciatum* they indicate a probable Tithonian age (Rubilar and D'Angelo, 2006). Since the fossil record assigned by different authors to the Lo Prado Formation and chronostratigraphic range that implies given its wide regional distribution, the absence of these records in a stratigraphic column or biostratigraphy of detail, it becomes a great problem to point its age. While there are studies in which those assigned to a stratigraphic position findings are presented, poor lateral continuity of strata of Lo Prado Formation it even more difficult. However, the discovery of fossils of probable Jurassic age, higher in the area of San Vicente de Tagua - Tagua, indicate that in this area the oldest records of training would or probably correspond to the La Lajuela.

**Key words:** Coastal Range, Cretaceous, Stratigraphy, Palaeontology, Invertebrate fossil

### Referencias

- Aliste, N., Perez D'Angello, E. & Carter, W. D. 1960. Definición y edad de la Formación Patagua, Provincia de Aconcagua, Chile. 10 pp.
- Nasi, C., & Thiele, R. 1982. Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de la Cordillera de la Costa, al sur del río Maipo, entre Melipilla y Laguna de Aculeo (Chile Central), Andean Geology, (16).
- Piracés, R. 1976. Estratigrafía de la Cordillera de la Costa entre la cuesta El Melón y Limache, Provincia de Valparaíso, Chile. In Congreso Geológico Chileno (No. 1, pp. A65-A82).
- Rubilar, A. & D'Angelo, E. 2006. Determinaciones paleontológicas de muestras recolectadas al sur de San Vicente de Tagua Tagua (VI Región), en su mayoría asignadas al Titoniano. Informe Paleontológico No. 2006-05, Servicio Nacional de Geología y Minería. 3 pp.
- Tavera, J. 1952. Informe sobre material de fósiles muestreados en calizas de la Cuesta de Lo Prado. Santiago, Universidad de Chile, Instituto de Geología, 1 pp.
- Thomas, H. 1958. Geología de la Cordillera de la Costa entre el valle de La Ligua y la Cuesta de Barriga: Instituto de Investigaciones Geológicas, 117 pp.

## PRIMER REGISTRO DE TITANOSAURIOS (SAUROPODA: LITHOSTROTIA) EN LA REGIÓN DE MAGALLANES, EXTREMO SUR DE CHILE

Sergio Soto-Acuña<sup>1,2\*</sup>, Jhonatan Alarcón-Muñoz<sup>3</sup>, Roy Fernández-Jiménez<sup>4</sup>, Juan Pablo Guevara<sup>3</sup>, Edwin González<sup>5</sup>, Leslie Manríquez<sup>4</sup>, Toshiro Jujihara<sup>6</sup>, David Rubilar-Rogers<sup>2</sup>, Alexander O. Vargas<sup>1</sup>, Marcelo Leppe<sup>7</sup>

1: Laboratorio de Ontogenia y Filogenia, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

2: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Interior Parque Quinta Normal s/n

3: Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

4: Departamento Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

5: Terra Ignota Patrimonio y Geociencias, Santiago, Chile

6: Karlsruhe Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Geo and Environmental Science, Karlsruhe, Alemania.

7: Laboratorio de Paleobiología de Patagonia y Antártica, Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile.

\*: e-mail: [arcosaurio@mail.com](mailto:arcosaurio@mail.com)

### Resumen.

El registro óseo de dinosaurios no avianos en Chile está principalmente representado por saurópodos, los cuales son registrados desde el Titoniano hasta el Maastrichtiano. Dentro de este grupo, los hallazgos más abundantes corresponden a titanosaurios (Sauropoda, Lithostrotia), clado abundante en el Cretácico de Sudamérica y bien representado en el norte del país. En esta contribución damos a conocer la primera evidencia del grupo en el extremo austral de Chile. Los restos consisten en elementos poscraneales fragmentarios asociados, hallados como rodados provenientes de una sucesión de areniscas y fangolitas, las cuales se depositaron en un ambiente de planicie deltaica. Estos niveles forman parte de los afloramientos de la Formación Dorotea (Campaniano-Maastrichtiano) expuestos en el Valle del Río Las Chinas, ubicados al NE de las Torres del Paine, Región de Magallanes y Antártica Chilena. Entre los materiales hallados hay una porción proximal de húmero derecho, una epífisis proximal y distal de tibia derecha, vértebras sacrales fragmentarias, una vértebra caudal anterior y numerosos fragmentos indeterminados. La cabeza humeral es esférica y la cresta deltopectoral está poco desarrollada. La tibia es masiva y presenta una cresta cnemial bien desarrollada. El centro caudal anterior es marcadamente procélico. Este rasgo, junto con las grandes dimensiones del material permite referirlos a titanosaurios, probablemente del clado Lithostrotia. Si bien no se puede asegurar que pertenezcan al mismo individuo, no existen elementos esqueléticos repetidos y son consistentes en el rango de tamaño. Restos de titanosaurios derivados han sido reportados previamente en el Campaniano superior de Isla James Ross, en Antártica. En este contexto, la presencia de titanosaurios derivados en el Campaniano superior-Maastrichtiano inferior de Magallanes refuerza la idea del desarrollo de una conexión terrestre entre la Península Antártica y el extremo austral de Sudamérica a fines del Cretácico.

Este trabajo fue financiado por el Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?".

**Palabras Claves:** Titanosauria, Formación Dorotea, Campaniano-Maastrichtiano, Valle del Río Las Chinas.

## NUEVOS REGISTROS DE HELECHOS PARA EL COMPLEJO CERRO GUIDO-LAS CHINAS, FORMACIÓN DOROTEA, CRETÁCICO SUPERIOR, CUENCA ASUTRAL, MAGALLANES, CHILE

Cristine Trevisan<sup>1,2\*</sup>, Thièrs Wilberger<sup>3</sup>, Marcelo Leppe<sup>3</sup>, Tania Dutra<sup>1</sup>

1: Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidad do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil

2: Bolsista PROSUP/CAPES/Brasil

3: Laboratorio de Paleobiología, Instituto Antártico Chileno, Punta Arenas, Chile

\* [cristrevisan@hotmail.com](mailto:cristrevisan@hotmail.com)

### Resumen

El registro paleobotánico para la Formación Dorotea está compuesto por la presencia de la 'Flora de Kurtz'. Entre los helechos descritos para la flora Cretácica del Cerro Guido, hay el registro solamente de tres especies: *Gleichenites* sp. Kurtz (1899), *Thyrsopteris antiqua* Menendez (1966) y *Hymenophyllum priscum* Menendez (1972). Los ejemplares fósiles aquí preliminarmente estudiados referentes a los helechos fueron colectados durante expediciones realizadas durante 2013 e 2016 y provienen de cuatro localidades distintas del Complejo Cerro Guido-Las Chinas. El material fósil aparece preservado como compresiones incompletas de frondes, pinnas y pínulas vegetativas y reproductivas tanto dispersas como en asociación con otros grupos de plantas. Tomando en cuenta las observaciones presentes en los ejemplares aquí estudiados, y su comparación con helechos actuales, se sugiere que algunos de los ejemplares habrían sido parte integrante del sotobosque, (Aspleniaceae?, Schizaeaceae, Gleicheniaceae), creciendo probablemente a la sombra de un estrato arbóreo dominado principalmente por coníferas Araucariaceae y Podocarpaceae junto con algunas angiospermas. Por otro lado la presencia de familias como Cyatheaceae, Dicksoniaceae y Blechnaceae muéstranos la presencia de helechos arborescentes que son encontrados hoy ampliamente extendidos por regiones tropicales y subtropicales del mundo, especialmente en el Hemisferio Sur.

**Palabras Claves:** Pteridophyta, Cretáceo, Las Chinas, Cerro Guido, Cuenca Austral y Hemisferio Sur.

### Agradecimientos

Proyecto Fondecyt N° 1151389 "Paleogeographic patterns v/s climate change in South America and the Antarctic Peninsula during the latest Cretaceous: a possible explanation for the origin of the Austral biota?"

**CENOZOICO****NUEVO REGISTRO DE *OTARIA FLAVESCENS* SHAW EN EL PLEISTOCENO DE MEJILLONES, REGIÓN DE ANTOFAGASTA**Ana Anchelergues<sup>1\*</sup>, Saleta de los Arcos<sup>1</sup>

1: Terra Ignota, Patrimonio y Geociencias; Domingo Toro Herrera 1451, Ñuñoa, Santiago de Chile.

\*: [aanchelergues@terraignota.cl](mailto:aanchelergues@terraignota.cl)**Resumen.**

En la actualidad, la familia Otariidae está representada en las costas de Chile continental por una gran cantidad de ejemplares de las especies *Otaria flavescens* Shaw y *Arctocephalus australis* (Zimmermann), sin embargo, su presencia en el registro fósil es escasa, especialmente en depósitos de edades anteriores al Pleistoceno superior.

Durante la ejecución un monitoreo paleontológico del proyecto “Tratamiento Corporativo de Concentrado de Molibdeno” (CODELCO) en Mejillones, región de Antofagasta, se rescataron restos óseos atribuidos con dudas a *O. flavescens* provenientes de un depósito asociado a una terraza marina, ubicado a 50 m.s.n.m. Sobre la base de estudios isotópicos existentes, estos materiales tendrían una edad inferior a los 330.000 años (Ortlieb, 1996; Regard, 2010) y se atribuyen, por tanto, al Pleistoceno superior.

Los materiales rescatados se hallaron asociados a invertebrados pertenecientes a gastrópodos, bivalvos, equinodermos y cirrípedos (González, este simposio); se encontraron además otros restos de vertebrados que incluyen aves y cetáceos. Los materiales en los que se centró este estudio son los pertenecientes a la superfamilia Pinnipedia, y consisten en elementos craneales y postcraneales. La mayoría de los restos no permitieron una clasificación específica, sin embargo, el estudio de los húmeros hallados, tanto de individuos adultos como de juveniles, permitió asignarlos a la especie *Otaria flavescens*.

**Palabras claves:** Otáridos, Terrazas marinas, Pleistoceno, Rescate, SEIA, Chile.

**Referencias:**

**González, M.; Saucède, T.; Mourgues, F.** (Este simposio). Registro del género *Arbacia* GRAY (Arbaciidae, Echinoidea) en el Pleistoceno de Mejillones y antecedentes paleobiogeográficos.

**Ortlieb, L.; Zazo, C.; Goy, J.L.; Hillaire-Marcel, C.; Ghaleb, B. & Cournoyer, L.** 1996. Coastal deformation and sea-level changes in the northern Chile subduction area (23°S) during the last 330Ky. *Quaternary ScienceReviews*, Vol.15: 819-831.

**Regard, V.; Saillard, M.; Martinod, J.; Audin, L.; Carretier, S.; Pedoja, K.; Riquelme, R.; Paredes, P. & Hérail, G.** 2010. Renewed uplift of the Central Andes Forearc revealed by coastal evolution during the Quaternary. *Earth and Planetary Science Letters*. EPSL-10442.

## ***Hegetotherium cernasensis* (MAMMALIA, NOTOUNGULATA, HEGETOTHERIIDAE) IN THE EARLY LATE MIOCENE OF NORTHERN CHILE**

Enrique Bostelmann<sup>1\*</sup>, Karen Moreno<sup>1</sup> and Darin Croft<sup>2</sup>

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Laboratorio de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Los Laureles s/n, 5090000, Valdivia, Chile.

2: Department of Anatomy, Case Western Reserve University, 10900 Euclid Ave., Cleveland, Ohio 44106-4930, U.S.A.

\* email: [ebostel@yahoo.com](mailto:ebostel@yahoo.com)

### **Abstract.**

The Caragua fossil fauna (Arica y Parinacota Region) is the only fossil mammal assemblage from the late Miocene in northern Chile. This fauna is mostly known from three different specimens of the endemic notoungulate *Caragatypotherium munozi*. Fieldwork conducted during the 2015 summer in the Tignamar River Valley allowed us to collect fragmentary remains of a diverse array of species, including a small Hegetotheriidae. The bearing levels are composed by fine to medium-grained sandstones lacking apparent stratification, deposited at the basal portion of the Lower Member of the Huaylas Formation that represent predominantly fluvial/alluvial environments. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dates taken from biotite on the Caragua-Tignamar tuff, which immediately overlies the fossiliferous levels, indicate a mean upper age of 10.7±0.3 Ma (early late Miocene, Tortonian age). An andesitic lava underlying the base of the Huaylas Formation in discordant contact provides a maximum age of 11.7±0.7 Ma.

The fossil remains belong to a single individual and include isolated vertebral bodies, the distal portion of a right femur, a patella, part of the right maxilla (bearing M1-3), and two mandibular fragments, one bearing left m1-3. Based on its small size (nearly 25% smaller than *Hegetotherium mirabile*) and the absence of an external talonid sulcus on m3, we refer this specimen to *Hegetotherium cernasensis* Croft et al. 2016, from the Cernas beds in south central Bolivia. This material allows us to describe the maxillary molar series of this species for the first time. All teeth are hypselodont, M1 and M2 are subtriangular, and M3 is rhomboidal. M1 (MD 5.65 mm) is slightly smaller than M2 (MD 6.10 mm), but both teeth are larger than M3 (MD 4.05 mm). A thick layer of dental *cementum* covers the lingual faces of all the molars, but its extension into the labial region (ectoloph) is uncertain, most probably due to diagenetic alteration.

The occurrence of *Hegetotherium cernasensis* at the base of the Huaylas Formation enables us to extend its biochron, as well as that of the genus *Hegetotherium*, by several million years: from the early middle Miocene (> 15.0 Ma; Langhian age) into the late Miocene (probably < 12 million years). Additionally, the discovery of a hegetotheriine rather than a pachyrukhine at Caragua is noteworthy given that pachyrukhines are the dominant hegetotheriids in roughly contemporaneous faunas in southern Chile and Argentina.

The present work is funded by the FONDECYT Project 1150879 “Skeletal morpho-function of Caragua's Miocene Fauna” awarded to KM.

**Key words:** Caragua, Huaylas Formation, Central Andes.

## CARACTERIZACIÓN MICROPALEONTOLÓGICA EN UN AFLORAMIENTO MIOCÉNICO DE LA FORMACIÓN SANTO DOMINGO, VALDIVIA, CHILE

Jorge Campos\*<sup>1</sup>, María Elena Chávez<sup>1</sup>, Marjorie Hernández<sup>1</sup>, Israel Navia<sup>1</sup>, Elisabeth Teca<sup>1</sup>, Felipe Torres<sup>1</sup>, Ana M. Abarzúa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Magister en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\* [jorge.camposmedina@gmail.com](mailto:jorge.camposmedina@gmail.com)

### Resumen.

Durante el Mioceno Inferior se da un proceso de subsidencia, es decir, un hundimiento vertical de la cuenca producto del peso de los sedimentos depositados, fomentando una transgresión marina que inundó los valles fluviales de la cuenca del río Cruces en Valdivia, formándose la Formación Santo Domingo. En este contexto se enmarca esta investigación que tiene como objetivo realizar una caracterización de los foraminíferos contenidos en 5 niveles estratigráficos en un afloramiento cercano a la ciudad de Valdivia (UTM 18H 660190/5578466).

El muestreo se efectuó el día 19.05.2016 en un perfil expuesto de 16 m de altura ubicado dentro de una propiedad particular. En el lugar se realizaron cinco muestreos en diferentes alturas (1, 4, 7, 10, 15 m) tomando una cantidad aproximada de 1 kilo. Las muestras se remojaron en agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30% durante 24 horas, luego se lavaron y tamizaron en mallas de 1000, 500, 250, 125 y 63 µm dejándolas secar a temperatura ambiente. Cada una de las fracciones obtenidas fue almacenada y rotulada respectivamente. La extracción, conteo y determinación de foraminíferos se realizó a través de lupa binocular solo en las fracciones de 500 y 250 µm.

De las muestras analizadas fue posible determinar un total de 15 géneros de foraminíferos bentónicos y otras 2 especies planctónicas aún no determinados. Los puntos con mayor riqueza son VAL3 (7 m) y VAL5 (15 m) siendo este último el más destacable con un total de 2832 foraminíferos contabilizados. Al contrario de lo que ocurre en las otras muestras que no superan los 140 microfósiles cada una.

Los géneros *Alveophragmiun*, *Haplophragmoides* y *Cyclamina*, fueron determinados en los 5 puntos de muestreo siendo más abundantes en VAL5 donde fue posible llegar a nivel de especie (*Alveophragmium orbiculatum*). Es importante mencionar que del total de los foraminíferos contabilizados, el 5% aproximadamente corresponde a foraminíferos planctónicos y pertenecen al punto de muestreo VAL5.

La mayor riqueza de foraminíferos está asociada a zonas donde se visualiza menor laminación y oxidación de la matriz, así como también la ausencia de concreciones. Además la muestra VAL5 está presente en una zona de la estratigrafía donde hay abundantes restos calcáreos de macrofósiles. Este trabajo aún preliminar podría ayudar a determinar la paleobatimetría y edad de la Formación Santo Domingo, sin embargo debemos mejorar la resolución taxonómica e interpretación paleoambiental del sitio.

**Palabras clave:** Mioceno, Formación Santo Domingo, Foraminíferos, Valdivia.

## EL GONFOTERIO DEL SITIO EL TRÉBOL: MORFOLOGÍA DE MOLARES, EDAD Y CONTEXTO SEDIMENTOLÓGICO – ESTRATIGRÁFICO

Rodrigo Cumsille-Núñez<sup>1\*</sup>, Mario Pino<sup>2</sup>

1: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

2: Escuela de Geología, Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\* [recumsillen@gmail.com](mailto:recumsillen@gmail.com)

### Resumen.

Dentro de los distintos linajes de proboscídeos, Gomphotheriidae corresponde al único del cual se ha descrito material proveniente de Sudamérica. Estos incluyen diferentes localidades y contextos a lo largo del continente, entre los cuales se cuentan diversos yacimientos en Chile. Las especies de gonfoterios que han sido descritas dentro del territorio nacional corresponden a *Cuvieronius hyodon* y *Notiomastodon platensis*. En el año 2008 el hallazgo de fragmentos mandibulares y piezas dentales (molares) en las proximidades de la comunidad El Trébol, XIV Región de los Ríos, atrajo la atención de los investigadores a este sitio. Dichas piezas fueron extraídas a orillas del Río Collileufu, el cual alcanza una anchura de unos 10 metros y poco más de 2 metros de profundidad, y discurre cercano a una terraza de aproximadamente 70 metros sobre el nivel del mar, cuyo profundo grado de meteorización permitiría asociarla a la glaciación Llico, hace unos 400.000 años. Los restos óseos correspondientes al gonfoterio de El Trébol consisten en una porción mandibular con sus molares inferiores m3 y m2 (incompleto), además de un m3 adicional y fragmentos aislados de la mandíbula. Los molares presentan 5 lófidios y un pequeño talón y su longitud es mayor al doble su anchura, lo cual ayudó en su identificación, así como en establecer que pertenecerían a un único animal. El material fue datado radiocarbónicamente, obteniendo una edad de  $28.760 \pm 390$  años A.P., con un rango de entre 29.708 – 31.712 años A.P. Cal., constituyendo los restos óseos de Gomphotheriidae con la datación más antigua del país. Las piezas fueron halladas a los pies de la terraza, lo que permite inferir la presencia de un evento que habría tenido lugar previo a la depositación del material. Se despejaron 3 perfiles a lo largo de la ribera del río y se estudió su composición sedimentaria. A partir del análisis se pudo determinar que los estratos contiguos al sitio del hallazgo están compuestos mayoritariamente por arena, con una proporción variable de fango y grava, la cual es más abundante en las capas inferiores del perfil ubicado más al sur. En base a esta información se busca establecer el ambiente de sedimentación asociado a los restos de gonfoterio objeto del presente estudio.

**Palabras clave:** Estratigrafía, ambiente de sedimentación, antigüedad.

## ASOCIACIONES FAUNÍSTICAS BENTÓNICAS DEL MIOCENO INFERIOR DE LA PLAYA CARNERO, FORMACIÓN RANQUIL, PENÍNSULA DE ARAUCO (CHILE)

Ignacio Fernández<sup>1</sup>, Katherine Cisterna<sup>1</sup>, Patricio Zambrano<sup>1</sup>

1: Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Concepción, Chile.

[Ignacio.f.g@outlook.cl](mailto:Ignacio.f.g@outlook.cl)

### Resumen.

Depósitos marinos del Mioceno Inferior han sido reconocidos en gran parte del antearco Chileno. En la Península de Arauco, estos fueron agrupados bajo la Formación Ranquil, la cual presenta una diversa malacofauna. Estudios anteriores han reportado tres litofacies principales: A) areniscas y limolitas que se intercalan rítmicamente interpretándose como corrientes de turbidez en zonas proximales al talud; B) facies de conglomerados polimícticos fosilíferos, que gradan a areniscas masivas, interpretados como flujos de detritos y C) facies de limolitas grises masivas asociados sedimentos hemipelágicos de turbiditas distales (Zambrano *et al.*, 2009; Le Roux *et al.*, 2008; Encinas *et al.*, 2008). Esta unidad ha sido reconocida: Isla Mocha, Ranquil Bajo y Punta Huenteguapi.

En el presente trabajo se dan a conocer datos preliminares de la fauna de gastrópodos asociados a esta unidad, específicamente de la localidad de Playa Carnero (18H0624041/5847014), en donde afloran básicamente areniscas de variadas granulometrías asociadas a depósitos de sedimentación de alta energía. Estas últimas presentan una diversa variedad de moluscos, donde destaca la asociación compuesta por: *Echinophoria monilifera* (Griffin & Nielsen, 2008), *Oliva sp* (Philippi, 1887) *Natica sp.* (Philippi, 1887) *Cirsotrema sp.* (Mörch, 1852) *Distorsio ringens* (Beu, 2009) entre otros. Estos se encuentran desarticulados, sin una orientación definida y formando acumulaciones lentiformes.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta su ensamblaje con respecto a la secuencia descrita, estas acumulaciones podrían interpretarse como depósitos de turbiditas distales en ambientes marino profundo, donde la deposición de estos lentes se conjuga con un retrabajo producido por la acción de flujos de detritos.

**Palabras clave:** Cuenca de Arauco, Formación Ranquil.

### Referencias

- Encinas, A.; Finger, K.; Nielsen, S.; Lavenue, A.; Buatois, L.; Peterson, D. & Le Roux, J. 2008. Rapid and major coastal subsidence during the late Miocene in south-central Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 25 (2), 157–175.
- Le Roux J.P.; Nielsen, S.; Kemnitz, H. & Henriquez, A. 2008. A Pliocene mega-tsunami deposit and associated features in the Ranquil Formation, southern Chile. *Sedimentary Geology* 203 164-180.
- Zambrano, P.; Encinas, A.; Finger, K.; Reich, S.; Nielsen, S. & Echter, H. 2009. Ambiente de sedimentación y paleobatimetría de los depósitos marinos Neógenos de la Isla Mocha (38°30'S, 74°W), Chile centro-sur. XII Congreso geológico Chileno. 22-26.

## EL GÉNERO *LIMOPSIS* SASSI, 1827 (BIVALVIA: ARCIDA) EN EL MIOCENO DE CHILE

Leonardo Pérez Barría<sup>1,2\*</sup> y Sven Nielsen<sup>2,3</sup>

1: Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural. Casilla 787, Parque Quinta Normal, Santiago, Chile.

2: Programa de Magíster en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

3: Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

\*: e-mail: [leonardo.perez@mnhn.com](mailto:leonardo.perez@mnhn.com)

### Resumen.

*Limopsis* Sassi, 1827 es un género de amplia distribución, cuyo registro se conoce con certeza desde el Jurásico europeo. Para el Neógeno de Nueva Zelanda y Antártica, recientes estudios muestran la presencia de una gran diversidad de especies, antecedentes que contrastan con el escaso conocimiento de este grupo en la costa pacífica sudamericana. Para el Mioceno de Chile, los únicos fósiles descritos son *Limopsis araucana* Philippi, 1887, reportada en las áreas de Navidad (~34°S) y en las nacientes del Río Futa en las cercanías de Valdivia (~39°S), la cual también ha sido mencionada, con duda, en Arauco (~37°S). Por otra parte, se conoce *Limopsis insolita* (Sowerby, 1846) en las cercanías de Guadal, al sur del Lago General Carrera (~46°S), de afinidad más bien atlántica. Materiales depositados en el Museo Nacional de Historia Natural en Santiago, además de otros ejemplares recolectados durante campañas realizadas entre 2000 y 2016, muestran la presencia de *Limopsis* spp. en varias localidades nuevas, ampliando su distribución a regiones más australes del Pacífico, que alcanzan el área de Los Chonos (~44°S) y Taitao (~46°S) en la zona de fiordos. Para Chile central, se reporta su presencia en Isla Mocha (~38°S) y para nuevas localidades en las cercanías de Navidad. Un análisis taxonómico del conjunto de materiales (incluyendo el Holotipo de *L. araucana* y materiales chilenos de *L. insolita*), muestra que entre las especies conocidas y algunos de los materiales nuevos existen diferencias significativas en cuanto a tamaño, forma, área ligamentaria y número de dientes en la charnela. Se concluye, que existe al menos una especie nueva de *Limopsis* para Chile.

**Palabras Claves:** Mollusca, Bivalvia, Arcida, *Limopsis*, Mioceno, Chile.

## ANÁLISIS DE LOS RESTOS DEL *GLOSSOTHERIUM* DE LONQUIMAY, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Hans P. Püschel<sup>1\*</sup>, Thomas A. Püschel<sup>2</sup>, Enrique Bostelmann<sup>3</sup> & David Rubilar-Rogers<sup>1</sup>

1: Museo Nacional de Historia Natural, Sección Paleontología. Casilla 787, Santiago, Chile.

2: School of Earth and Environmental Sciences, University of Manchester, Oxford Road, Manchester, M13 9PL, UK.

3: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

\* [hppuschel@uc.cl](mailto:hppuschel@uc.cl)

### Resumen.

La familia Mylodontidae fue una de las más diversas de la fauna del Pleistoceno en Sudamérica. Dentro de esta, el género *Glossotherium* se caracteriza por poseer una amplia distribución en el cono sur, con un solo registro en Chile, SGO.PV-2 depositado en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Dado que la asignación de especie de este ejemplar se realizó hace 48 años, se llevó a cabo una revisión de esta tomando en consideración nuevos estudios taxonómicos. En base esta nueva información se realizó una nueva diagnosis del ejemplar, análisis de componentes principales (PCA) y análisis discriminantes lineales (LDA) en los que se utilizaron datos craneales de estudios previos con ejemplares de *Glossotherium robustum*. Por otra parte, se realizó un análisis filogenético basado en estudios previos, considerando sólo caracteres craneodentales de SGO.PV-2 con el fin de establecer su relación con los integrantes del clado o familia. Por último, se realizó una descripción inédita del esqueleto postcraneal de SGO.PV-2. Los resultados del conjunto de análisis realizados indican la asignación de SGO.PV-2 a la especie *Glossotherium robustum*. Dada la cercanía del cruce fronterizo de Pino Hachado con el sitio del hallazgo, este descubrimiento da cuenta de la importancia que tuvieron los pasos de montaña como rutas de migración entre la flora y fauna chilena y argentina.

**Palabras Claves:** Xenarthra, Mylodontidae, morfología, pasos de montaña.

## ANTECEDENTES PRELIMINARES DE LA BIOESTRATIGRAFÍA Y PALEOBATIMETRÍA A PARTIR DE FORAMINÍFEROS NEÓGENOS, GOLFO TRES MONTES, REGIÓN DE AYSÉN, CHILE

Ximena Robles<sup>1,2\*</sup> y Sven N. Nielsen<sup>3\*</sup>

1: Magister en Paleontología, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

2: Departamento de Geología, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile.

3: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

[ximena.robles@uda.cl](mailto:ximena.robles@uda.cl)

**Resumen.** La utilización de foraminíferos actúa como una buena herramienta bioestratigráfica para caracterizar las secuencias marinas a lo largo de la costa chilena. A base del muestreo de foraminíferos fósiles, realizado en las islas e islotes contenidos en el Golfo Tres Montes, principalmente en las islas Crosslet y Hereford, se pretende reconstruir la bioestratigrafía de las unidades sedimentarias marinas y la paleobatimetría, mediante el análisis de los diferentes foraminíferos planctónicos y bentónicos. El área de estudio, presenta una configuración geográfica especial, debido a una cuenca asociada al punto triple chileno desarrollada durante el Mioceno (Forsythe & Nelson, 1985; Forsythe et al. 1986; Kaeding et al. 1990; Nelson et al. 1994; Veloso et al. 2009). Stott & Webb (1986), en un muestreo realizado en la Isla Hereford, determinaron el primer ensamblaje de foraminíferos reconocidos en sedimentos marinos del sector, asociados al Oligoceno inferior, mientras que, en los sectores aledaños, los ensamblajes se asocian a una edad Mioceno superior (Stott & Webb, 1989). Por otra parte, Forsythe et al. (1985), describen una sucesión de sedimentos marinos terrígenos para las islas contenidas en la bahía del Golfo Tres Montes, que a base del contenido fosilífero de foraminíferos planctónicos se le asocia una edad Mioceno superior. El presente trabajo pretende entregar nuevos antecedentes del contenido fosilífero, estratigrafía, batimetría y ambiente deposicional, para las unidades sedimentarias marinas del Golfo Tres Montes y obtener de esta forma una reconstrucción de la evolución de la cuenca.

**Palabras Claves:** Península de Taitao, Crosslet, Hereford, Micropaleontología.

### Referencias.

**Forsythe R. & Nelson E.** 1985. Geological Manifestations of Ridge Collision: Evidence from the Golfo de Penas – Taitao Basin, Southern Chile. *Tectonics*, **4**, N° 5, p. 477 – 495.

**Forsythe R., Olsson R., Hohnson C. & Nelson E.** 1985. Stratigraphic and micropaleontologic observation from the Golfo de Penas – Taitao Basin, Southern Chile. *Revista Geológica de Chile*, **25**, p. 3-12.

**Forsythe R., Nelson E., Carr M., Kaeding M., Herve M., Mpodozis C., Soffia J.M. & Harambour S.** 1986. Pliocene near trench magmatism in southern, Chile: A possible manifestation of ridge collision. *Geology*, **4**, p. 23 – 27.

**Kaeding M., Forsythe R. & Nelson E.** 1990. Geochemistry of the Taitao ophiolite and near-trench intrusions from the Chile Margin Triple Junction. *Journal of South American Earth Sciences*, **3**, N°4, p. 161 – 177.

**Nelson E., Forsythe R. & Arit I.** 1994. Ridge collision tectonics in terrane development. *Journal of South American Earth Sciences*, **7**, N° 3, p. 271-278.

**Stott L. & Webb P-N.** 1986. The record of marine deposition along the continental Margin of Southern Chile. *Antarctic Journal*, **1**, p. 76-77.

**Stott L., & Webb P.** 1989. The *Neoglobocadrina continua* last appearance datum level in the South Pacific. *Micropaleontology*, **35**, N°1, p. 63 – 71.

**Veloso E., Anmara R. & Yamani A.** 2009. Ophiolite Emplacement and effects of the Subduction of the Active Chile Ridge System: Heterogeneous Paleostress Regimes Recorded in the Taitao Ophiolite (Southern Chile). *Andean Geology*, **1**, N° 31, p. 3-16.

**Financiado por proyecto FONDECYT 1150664**

## ANÁLISIS DE LAS CONCENTRACIONES FÓSILES DE LA FORMACIÓN TUBUL, PROVINCIA DE ARAUCO, REGIÓN DEL BIOBÍO

Camila Vargas<sup>1\*</sup> y Alfonso Encinas<sup>1</sup>.

1: Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

\* [camvargasbarria@gmail.com](mailto:camvargasbarria@gmail.com)

### Resumen.

La Formación Tubul aflora al sureste del Golfo de Arauco (37°14'S, 73°25' W), está compuesta por areniscas limosas, presenta un espesor aproximado de 120 m y una edad correspondiente al Plioceno. Posee una fauna fósil invertebrada caracterizada por bivalvos, gasterópodos, braquiópodos y decápodos. Se realizó un análisis cuantitativo de las propiedades tafonómicas de las concentraciones fósiles a lo largo del acantilado costero de la Punta Las Peñas. De una población de 1619 fósiles, el 83% corresponde a bivalvos. Dentro de esta clase destaca la especie *Zygochlamys patagonica* que en algunos sectores forma pavimentos, donde dominan las conchas con concavidad hacia abajo, generalmente enteras (aunque en ocasiones aparecen fragmentadas) y desarticuladas; también se pueden hallar como moldes externos. Le sigue en abundancia la especie *Retrotapes exalbidus* que se presentan como *clusters* en los cuales las conchas, están mayoritariamente desarticuladas y en buen estado de preservación (algunos especímenes exhiben las valvas unidas y se observan en posición de vida). Los fósiles de *Cyclocardia velutinus*, son bastantes frágiles, se encuentran tanto con las valvas articuladas, y en posición de vida, como desarticuladas. Los *Tindariopsis sulculata* están desarticulados y con marcas de bioerosión. Los gasterópodos representan el 4% de la población, éstos podrían ser los causantes de las marcas de bioerosión halladas en los bivalvos. Los equinodermos (8%) muestran sus placas desarticuladas y además se preservan en forma de moldes internos. Los restos de decápodos (4%) corresponden a pinzas con superficies lisas y en ocasiones porosas. El restante 1% pertenece a aquellos fragmentos demasiado alterados o pequeños que no pudieron ser analizados taxonómicamente.

**Palabras Claves:** Tafonomía, Formación Tubul, Punta Las Peñas y *Zygochlamys patagonica*.



Equipo de paleontología  
Cerro Ruhillas  
3.150 msnm  
Formación Lo Valdés  
© Rodrigo Orrego