

# El género *Cymatoceras* (Nautilida) en el Cretácico Inferior de la Cuenca de Atacama, norte de Chile

**Marcela Cichowolski**

Universidad de Buenos Aires, Departamento de Ciencias Geológicas,  
Ciudad Universitaria, Pabellón II (1428). Buenos Aires, Argentina  
mcicho@gl.fcen.uba.ar

**Francisco A. Mourgues**

Observatoire Midi-Pyrénées Université Paul-Sabatier  
Laboratoire Mécanismes de Transfert en Géologie (UMR5563)  
14, Avenue Edouard Belin/F- 31400 Toulouse, France  
mourgues@lmtg.obs-mip.fr

**Ernesto Pérez d'A.**

Servicio Nacional de Geología y Minería, Sección Paleontología y Estratigrafía  
Tiltil 1993, Ñuñoa, Santiago, Chile  
eperezde@sernageomin.cl

## RESUMEN

Se describen restos fragmentarios de nautilidos del género *Cymatoceras* Hyatt, provenientes de estratos barremianos de la Cuenca de Atacama, norte de Chile. Los especímenes corresponden a dos taxones: *Cymatoceras* sp. del Barremiano tardío alto, cuya preservación es deficiente, aunque su tipo de ornamentación, con costillas gruesas y un seno ventral muy marcado, es sólo conocida, hasta el momento, en este taxón y *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer), del Barremiano tardío. El material chileno es comparado, principalmente, con taxones de *Cymatoceras* presentes en las cuencas Neuquina y Austral, en Argentina.

*Palabras claves:* Nautilidos, *Cymatoceras*, Cretácico Inferior, Cuenca de Atacama, Norte de Chile.

## ABSTRACT

**The genus *Cymatoceras* (Nautilida) in the Lower Cretaceous of the Atacama Basin, northern Chile .** Fragmentary remains of nautilids assigned to the genus *Cymatoceras* Hyatt, found in Barremian strata at the Atacama Basin, northern Chile, are described. The specimens can be divided into two taxa: *Cymatoceras* sp., from the late Upper Barremian, that has a poor preservation, but at the moment its ornamentation type, with coarse ribs with a marked ventral sinus, is only known from this taxon, and *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer), from the Upper Barremian. The Chilean material is mainly compared with *Cymatoceras* taxa present at the Neuquén and Austral basins, in Argentina.

*Key words:* Nautilids, *Cymatoceras*, Lower Cretaceous, Atacama Basin, Northern Chile.

## INTRODUCCIÓN

Los nautilidos cretácicos de América del Sur han sido escasamente estudiados. En Chile, sólo se han dado a conocer los especímenes del Cretácico Superior de Quiriquina, en su mayoría asignados a *Eutrephoceras subplicatum* (Steinmann, 1895); (Tavera, 1978; Stinnesbeck, 1986). Por otra parte, la especie '*Nautilus perstriatus* Steuer' fue citada para el Cretácico Inferior de Atacama (Biese, 1942; Neuenschwander y Tavera, 1942; Tavera, 1956; Corvalán, 1974) e incluida en un manual de fósiles guías del Titoniano y Neocomiano de Chile (Corvalán y Pérez, 1958). Considerada actualmente bajo el binomio *Cymatoceras perstriatum* (Steuer), es conocida para el Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina, en el centro oeste de Argentina (Steuer, 1897; Gerth, 1925; Weaver, 1931; Cichowolski, 2003). Esta es la primera vez que se describen ejemplares asignados al género *Cymatoceras* en Chile.

Debido a la gran homogeneidad morfológica de los nautilidos postríasicos (Orden Nautilida, Suborden Nautilina) se han generado importantes discusiones acerca de su sistemática y relaciones filogenéticas y, hasta ahora, la situación no se ha resuelto con un acuerdo mayoritario. Spath (1927), en la primera clasificación del grupo, reunió todas las formas con costillas o pliegues dentro de la familia Cymatoceratidae, con *Cymatoceras* como género tipo. Este esquema fue mantenido en su esencia por autores como Kummel (1956, 1964); Matsumoto y Muramoto (1983) y Dzik (1984), pero fue rechazado por autores tales como Wiedmann (1960), Shimansky (1975), Tintant y Kabamba (1983)

y Tintant (1993). La discusión se concentra en si las costillas constituyen un carácter homólogo dentro del grupo o han surgido en forma independiente en distintos linajes evolutivos (careciendo, por lo tanto, de valor filogenético). Algunos especialistas opinan que la costulación de la conchilla representaría una 'adaptación' a los ambientes de alta energía, aumentando su resistencia estructural al momento que estos animales se golpeaban contra el fondo marino (Tintant y Kabamba, 1983; Tintant, 1993). Los autores que rechazan la validez de esta familia, asignan los géneros ubicados por Spath (1927) en Cymatoceratidae, siguiendo diferentes criterios taxonómicos, a otras familias de nautilidos postríasicos. En este trabajo, se seguirá la clasificación de Shimansky (1975), quien consideró que Cymatoceratidae es un sinónimo de Nautilidae, cuyo género tipo es *Nautilus*, único en el grupo con representantes actuales.

El material fosilífero aquí estudiado, fue recolectado por los coautores (EPd'A y FAM). El primero, en 1964 y 1965, durante el levantamiento de perfiles estratigráficos detallados de la Formación Pabellón, al sur de Copiapó, como parte de un proyecto de prospección de fosfato sedimentario del Instituto de Investigaciones Geológicas, y el segundo, en 2001, en el marco de la actualización de la cartografía geológica en la Región de Atacama por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería. **Repositorio:** los especímenes se encuentran depositados en la Colección Paleontológica del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (Sernageomin), Santiago, con el acrónimo SNGM.

## MARCO GEOLÓGICO Y ESTRATIGRÁFICO

La Cuenca de Atacama, de trasarco, se halla situada en el margen continental andino, sometido a la subducción de la placa paleopacífica desde el Jurásico temprano. Durante el Cretácico Inferior se depositaron en ella más de 2.000 metros de sedimentos calcáreos cuyos afloramientos se distribuyen en una franja de dirección nornoreste, paralela a la Cordillera Principal, desde Copiapó (27°20'S) hasta un poco más al sur de Vallenar (28°20'S) (Fig.

texto 1). Esos depósitos, integrados en el Grupo Chañarcillo (Segerstrom y Parker, 1959), representan una transgresión marina ocurrida sobre rocas volcánicas y volcanoclásticas. Hacia el oeste y hacia el norte, pasan lateralmente hacia otra serie de arco volcánico (Segerstrom, 1963).

El material fosilífero proviene de las formaciones Totalillo y Pabellón (Biese *in* Hoffstetter *etal.*, 1957), las unidades superiores del Grupo Chañarcillo



FIG. texto 1. Distribución de los afloramientos del Cretácico Inferior sedimentario marino y Cretácico Inferior volcánico (basado en el Mapa Geológico de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, 1982). Se indican las localidades fosilíferas mencionadas en el texto.

(Fig. texto 2). Trabajos anteriores propusieron, sobre la base de ammonites, una edad comprendida entre el Valanginiano y el Aptiano para el desarrollo de la serie (Tavera, 1956; Pérez *et al.*, 1990). Por otra parte, investigaciones en curso han permitido reasignar edades a las unidades litoestratigráficas, proponer un nuevo marco bioestratigráfico para dichas unidades y sugerir conexiones con otras cuencas del Cretácico Inferior (Mourgues, 2002;

Mourgues, en prensa). Los especímenes de *Cymatoceras* estudiados aquí, provienen tanto de capas con *Parancyloceras? gr. domeykanus* (Bayle y Coquand), asignado al Barremiano tardío alto (Mourgues, en prensa), como de una capa sobre el horizonte con *Sanmartinoceras africanum insignicostatum* Riccardi, Aguirre-Urreta y Medina, asignado al Barremiano tardío (Mourgues, en prensa).

## DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

Clase Cephalopoda Cuvier, 1797

Orden Nautilida Agassiz, 1847

Familia Nautilidae De Blainville, 1825

Género *Cymatoceras* Hyatt, 1883-1884

**Especie tipo:** *Nautilus pseudoelegans* d'Orbigny (1840-1841, del Cretácico Inferior de Francia, por designación original).

***Cymatoceras* sp.**

(Lám. 1, Figs. 1-6)

**Material:** nueve ejemplares, SNGM 1044 (1, 6), 1192 (2, 3, 5), 1519-1522.

**Procedencia geográfica y estratigráfica:** Quebrada El Molle, sureste de Copiapó. Formación Pabellón (Figs. texto 1 y 2).

**Edad:** Barremiano tardío alto. La asignación de

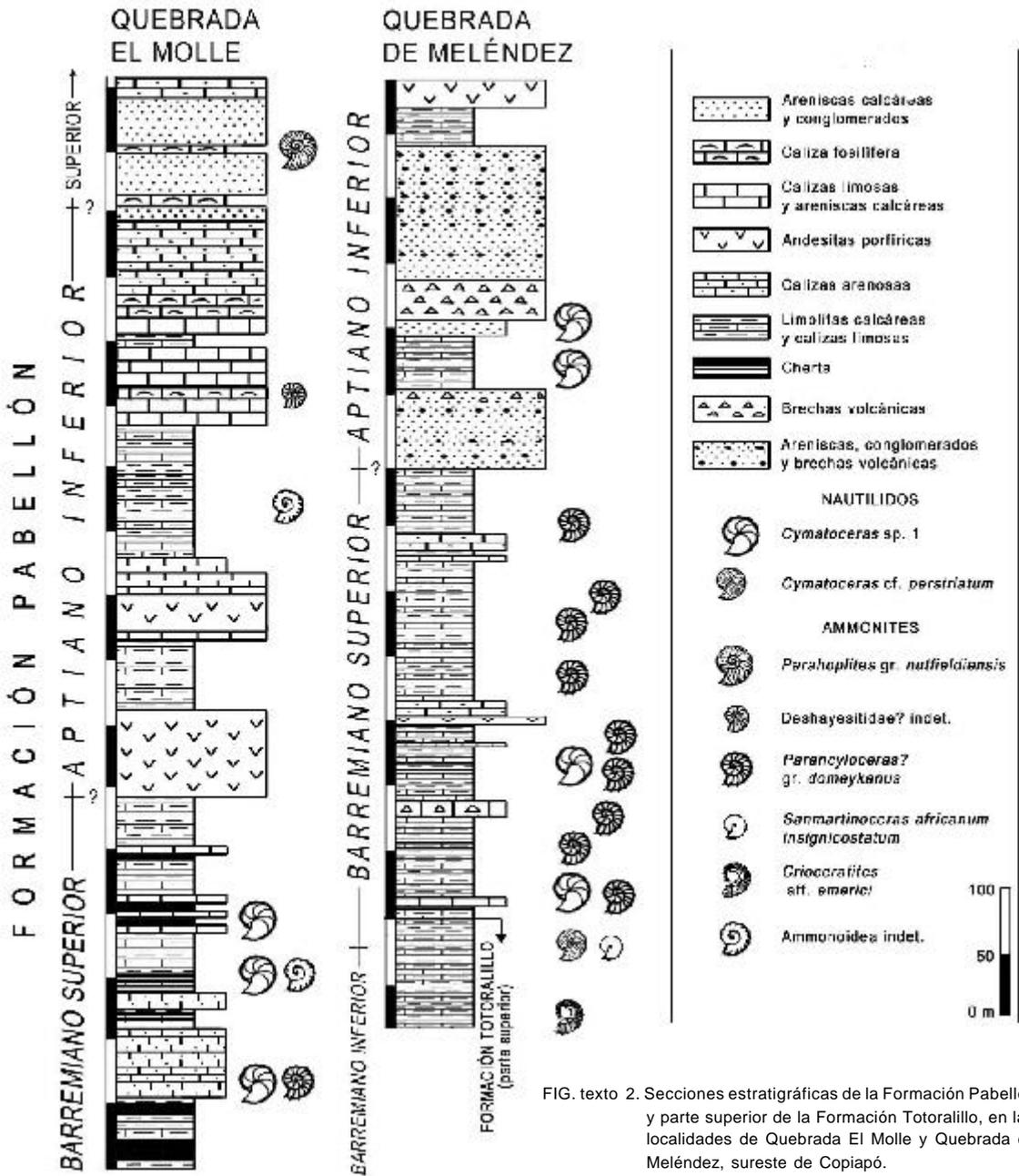


FIG. texto 2. Secciones estratigráficas de la Formación Pabellón y parte superior de la Formación Totoralillo, en las localidades de Quebrada El Molle y Quebrada de Meléndez, sureste de Copiapó.

edad se basa en la ubicación estratigráfica de los especímenes, situados en la Zona de *Parancyloceras?* gr. *domeykanus* (Mourgues, en prensa) (Figs. texto 2 y 3).

**Descripción:** ejemplares de tamaño mediano, con un diámetro máximo estimado de 170 mm. La conchilla es nautilicónica, subglobular e involuta (Lám. 1, Fig. 2). El ombligo es pequeño (alrededor

del 10% del diámetro de la conchilla), y se encuentra tapado por un callo (visible cuando se preserva material de la conchilla; Lám. 1, Fig. 2). La sección de la vuelta es más ancha que alta, con la región ventral y los flancos redondeados (Lám. 1, Figs. 1, 5 y 6). La forma de la sección transversal de las vueltas no se observa en su totalidad, pero puede inferirse un contorno de tipo subtrapezoidal (Lám.

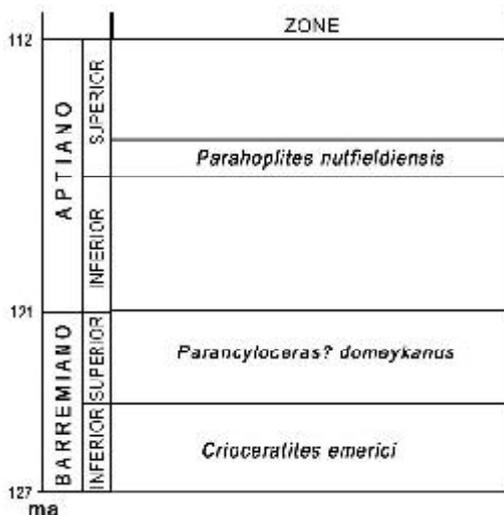


FIG. texto 3. Biozonas de ammonites para el Barremiano y Aptiano de la Región de Atacama (simplificado de Mourgues, en prensa). La escala de tiempo absoluto está basada en Gradstein *et al.* (1996).

1, Figs. 1 y 3). En el ejemplar SNGM 1192 (2) el diámetro es de ca. 75 mm, con un ancho y un alto máximos de 58 y 48 mm, respectivamente. Considerando estas medidas, las proporciones de las vueltas son 0,77 (ancho/diámetro); 0,64 (alto/diámetro); y 1,2 (ancho/alto). La posición del sífinculo no pudo determinarse con precisión; sin embargo, se encuentra más cercano al borde dorsal que al ventral (Lám. 1, Fig. 3). La línea de sutura tiene una silla ventral muy baja y ancha, seguida de un lóbulo lateral somero y una silla umbilical tenue y angosta (Lám. 1, Fig. 1). El resto de la sutura no se observa. Las costillas son gruesas y de perfil redondeado (Lám. 1, Fig. 4). El espesor aumenta con la ontogenia y varía entre 2,2 y 4,2 mm, mientras que los surcos intermedios son siempre más angostos. Recorren una trayectoria que consiste en un seno ventral notablemente marcado, casi como un chevrón, pero redondeado (Lám. 1, Figs. 5 y 6). Luego se curvan hacia la abertura sobre los flancos, y vuelven hacia el ápice al llegar al ombligo. En la región umbilical, se unen algunas costillas (Lám. 1, Fig. 4).

**Comparaciones:** los flancos y el vientre redondeados, la sutura con una silla ventral ancha y baja y la trayectoria de las costillas, permiten asignar estos ejemplares al género *Cymatoceras*. Sin embargo, la preservación impide una asignación específica.

Al comparar el material disponible con *Cymato-*

*ceras perstriatum* (Steuer), presente en el Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina, se observa que esta última especie tiene una costulación mucho más fina y con un seno ventral menos desarrollado en la trayectoria de las costillas (Cichowski, 2003).

Con respecto a los taxones presentes en la Cuenca Austral, el material proveniente del Hauteriviano-Barremiano y del Albiano inferior (*Cymatoceras* sp. A y B, respectivamente; Cichowski, 2003) está preservado como moldes internos. Los ejemplares del Hauteriviano-Barremiano poseen un tamaño corporal mayor que los ejemplares aquí analizados, y la forma de la conchilla es más comprimida. En el material del Albiano inferior se observa que el ombligo tiene un diámetro mayor (relativo al de la conchilla) y la sutura es ligeramente más sinuosa.

Los ejemplares del Albiano más alto de la misma cuenca (*Cymatoceras* sp. C) sí están preservados con la conchilla (Cichowski, 2003). En éstos, la ornamentación consiste en costillas anchas, similares a las de los especímenes aquí caracterizados, aunque el seno ventral se encuentra mucho menos desarrollado en los de la Cuenca Austral.

En Colombia, se ha descrito la especie *Cymatoceras colombiana* Durham, del Aptiano superior (Durham, 1946), también con costulación gruesa. En comparación con el material de la Cuenca de Atacama, la especie colombiana tiene un ombligo de mayor tamaño y el seno ventral trazado por las costillas también se encuentra menos marcado. Además, la línea de sutura es más sinuosa.

La ornamentación de *Cymatoceras* sp. es similar a la de *Cymatoceras neckerianum* (Pictet), del Aptiano de Europa (Pictet, 1847; Calzada y Viader, 1980) y a la de *Cymatoceras sakalavum* Collignon del Albiano de Madagascar (Collignon, 1949), todas éstas con costillas gruesas. Sin embargo, el seno ventral está más desarrollado en el taxón de Atacama. Por otra parte, la especie de Pictet tiene una conchilla de forma más comprimida y la línea de sutura es más sinuosa.

***Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer, 1897)**  
(Fig. texto 4, 1 y 2)

**Material:** un ejemplar SNGM 1043 (1).

**Procedencia geográfica y estratigráfica:** Quebrada de Meléndez, sureste de Copiapó. Parte alta de la Formación Totoralillo (Figs. texto 1 y 2).

**Edad:** Barremiano tardío. La edad asignada se

basa en la posición estratigráfica del espécimen en la sección de Quebrada de Meléndez, el cual se encontró a 1 m sobre el horizonte con *S. africanum insignicostatum* Riccardi, Aguirre-Urreta y Medina, asignado al Barremiano tardío en la Región de Atacama (Mourgues, en prensa).

**Descripción:** fragocono pequeño, de alrededor de 90 mm de diámetro, probablemente incompleto. Conchilla nautilicónica involuta, de forma subglobular (Fig. texto 4, 1 y 2). El ombligo no está visible sobre el molde interno y, aparentemente, se encuentra cubierto por una callosidad que se aprecia cuando está presente la conchilla. No se puede observar la sección de la vuelta, ya que la última cámara preservada se encuentra rellena de sedimento, pero externamente los flancos y la región ventral son redondeados (Fig. texto 4, 1 y 2). El ancho es mayor que el alto, en esta última cámara, con ca. 60 y 50 mm, respectivamente. Las proporciones aproximadas con respecto al diámetro son 0,66 para el ancho y 0,55 para el alto; la proporción entre ancho y alto es 1,2. La posición del sífuculo

no puede apreciarse. La línea de sutura presenta una silla ventral muy baja, con un lóbulo lateral somero. El resto de la misma no se aprecia. La conchilla se encuentra, en general, en buen estado de preservación. La ornamentación está compuesta por costillas muy finas, cuyo espesor es de alrededor de 1,5 mm en la parte más cercana a la abertura, con surcos intercostales más angostos (Fig. texto 4, 1). El recorrido de las costillas marca un seno ventral adapical y redondeado, curvándose hacia la abertura en los flancos, y volviendo hacia la región apical al llegar a la zona umbilical, donde se unen muchas costillas (Fig. texto 4, 1).

**Comparaciones:** como en el caso de los especímenes anteriormente descritos, la forma general de la conchilla, la presencia de una silla ventral en la sutura y la costulación, permiten asignar el ejemplar estudiado al género *Cymatoceras*.

Este espécimen se diferencia de *Cymatoceras* sp. (este trabajo) principalmente por el grosor y recorrido de las costillas. Dichas características son muy similares a las observadas en la especie

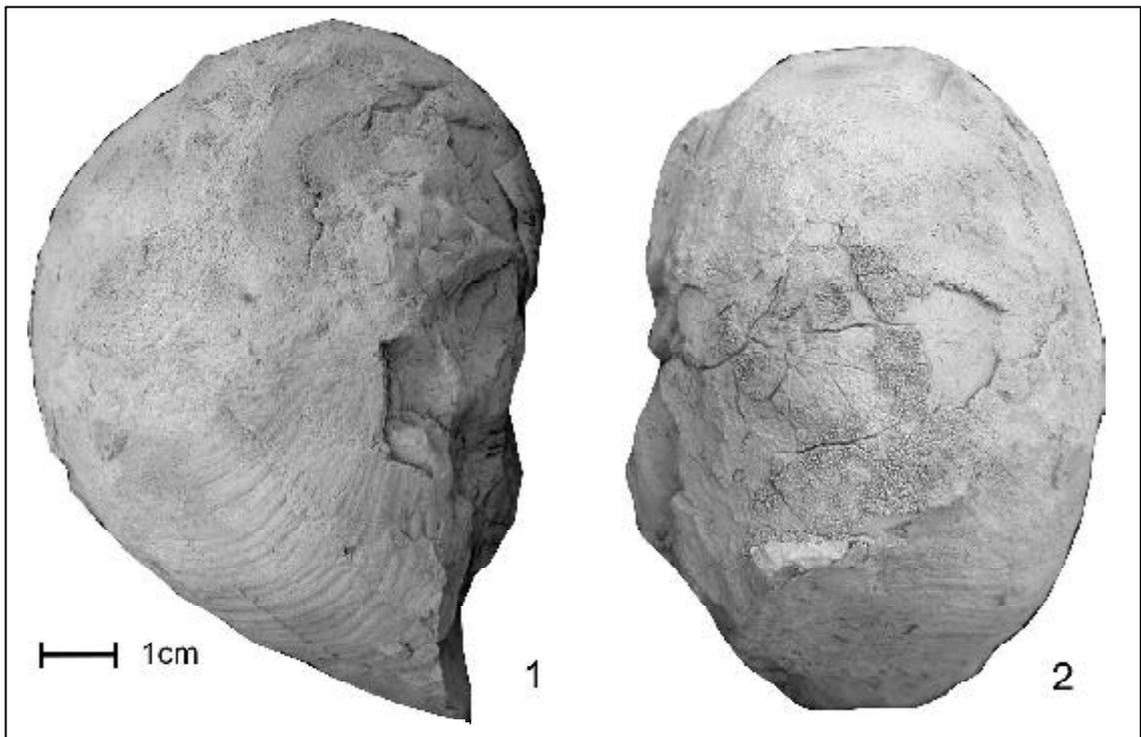


FIG. texto 4. *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer, 1897). Ejemplar No. SNGM 1043 (1), donde se observa parte de la ornamentación y la forma globosa de la conchilla. 1. Vista lateral. 2. Vista ventral.

*Cymatoceras perstriatum* (Steuer) del Jurásico más alto-Hauteriviano tardío de la Cuenca Neuquina (Cichowolski, 2003), a las que se suman la forma general de la conchilla y parte de la sutura. Si se considera que las cuencas de Atacama y Neuquina habrían estado abiertas al Océano Pacífico y conectadas a través del margen occidental de Sudamérica, de acuerdo a sus ammonites en común, durante el Valanginiano temprano hasta el Hauteriviano tardío (Mourgues, 2002, Mourgues, en prensa), esta situación paleogeográfica habría permitido la dispersión de *Cymatoceras* entre ambas regiones. Por lo tanto, se espera que *Cymatoceras perstriatum* (Steuer) y *C. cf. perstriatum* (Steuer) correspondan a un mismo taxón (ver Discusión y Conclusiones).

Sin embargo, se requiere conocer otros caracteres en el material estudiado, tales como la posición del sifúnculo, la línea de sutura en su conjunto, la forma de los septos y el tamaño de la conchilla embrionaria, para establecer su pertenencia o no a la especie mencionada.

Los ejemplares de la misma edad, presentes en la Cuenca Austral (Cichowolski, 2003), corresponden sólo a moldes internos (carentes de ornamentación). Comparten con el material aquí estudiado, la forma general de la conchilla y de la línea de sutura en su parte lateral. Sin embargo, el taxón de la Cuenca Austral presenta, a diferencia del antes mencionado, un lóbulo central muy somero en la parte ventral.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El género *Cymatoceras* es característico del período Cretácico, durante el cual alcanzó gran diversidad y tuvo una distribución geográfica cosmopolita. Se encuentra representado por varias especies en regiones tales como Europa (Kummel, 1956, 1964), Rusia (Shimansky, 1975), India, Madagascar (Collignon, 1949; Kabamba, 1983) y Japón (Matsumoto *et al.*, 1984). En América del Sur, se ha registrado tanto en Colombia como en Argentina (Durham, 1946; Cichowolski, 2003, respectivamente) y hasta ahora no se había descrito formalmente material asignado a *Cymatoceras* proveniente de Chile.

Una característica de los nautilídeos postríasicos es, en general, el endemismo que manifiestan sus especies. A diferencia de los ammonoideos, para los cuales existen especies con distribución mundial, los nautilídeos muestran una distribución areal más restringida (Matsumoto *et al.*, 1984). Se ha sugerido una correlación entre este patrón paleobiogeográfico y algunas diferencias paleoecológicas entre ambos grupos de cefalópodos (Cichowolski, 2003). Mientras que los ammonoideos tendrían, luego de la eclosión, un estadio planctónico sujeto a dispersión por corrientes marinas, los nautilídeos postríasicos eclosionarían, al igual que *Nautilus* en la actualidad, con un gran tamaño corporal (entre 1 y 5 cm, aproximadamente) y una morfología similar a la de los adultos. Esto implicaría un hábito nectobentónico a lo largo de todo el ciclo de vida (Crick,

1993; Landman *et al.*, 1983; Chirat y Rioult, 1998). Dicho modo de vida asociado al fondo, junto con una limitación en las profundidades habitables (dada por la presión de implosión de la conchilla y de inundación de las cámaras a través del sifúnculo), restringiría las rutas migratorias de estos animales a mares relativamente someros. Por otra parte, las altas temperaturas de las aguas superficiales pudieron constituir otra barrera migratoria, ya que, en la actualidad, temperaturas mayores que 25°C resultan letales para estos organismos (Saunders y Ward, 1987; Tintant *et al.*, 2001). De acuerdo con esto, durante las épocas de máxima regresión disminuirían las áreas habitables, sometiendo a las poblaciones de estos cefalópodos al aislamiento geográfico, lo que podría haber favorecido fenómenos de especiación.

Durante el Hauteriviano tardío, las cuencas de Atacama y Neuquina habrían estado conectadas, de acuerdo con su situación paleogeográfica en el margen pacífico de América del Sur (Pindell y Tabbutt, 1995; Uliana y Biddle, 1988), lo que explicaría las afinidades entre sus faunas de *Crioceratites* [*C. schlagintweiti* (Giovine), *C. diamantense* (Gerth), *C. andinus* (Gerth); Aguirre-Urreta, 1993; Mourgues, 2002; Mourgues, en prensa]. Si bien los ancylocerátidos eran organismos de aguas profundas (Westermann, 1990, 1996), *Crioceratites* puede llegar a ser común en facies de plataforma externa (Bulot, 1993). Esta conexión por mares probable-

mente someros, apoya la probable afinidad sistemática entre *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer), de la Región de Atacama, y *Cymatoceras perstriatum* (Steuer), de la Cuenca Neuquina. En el Barremiano-Aptiano, en cambio, predominaron en la zona de Neuquén los ambientes continentales, y por lo tanto, no se han registrado cefalópodos. Tampoco éstos se han encontrado en el Cretácico Superior, donde aparecen nuevamente las facies marinas, con lo cual, a partir del Barremiano, las comparaciones entre Chile y Argentina deben realizarse con taxones de la Cuenca Austral.

Por encima de las capas que representan el pulso regresivo del Hauteriviano superior en la Cuenca de Atacama (Cisternas y Díaz, 1990), con el que habría finalizado el ciclo marino en Chile central y centro oeste de Argentina (Mourgues, en prensa), el Barremiano inferior de Atacama se caracteriza por una abundancia de ammonites crioceratiticónicos (*Crioceratites* aff. *emerici* (Léveillé); *Shasticioceras*; Mourgues, en prensa) y ancyloconos (*Acrioceras*). Las facies que los contienen revelan condiciones de acumulación estables de plataforma marina abierta a borde de plataforma profunda ('open sea shelf' a 'deep shelf margin'; Cisternas y Díaz, 1990).

Sobre estas faunas sigue un intervalo sin ammonites, exceptuando la presencia de un horizonte con abundantes aconecerátidos (*Sanmartinoceras africanum insignicostatum* Riccardi, Aguirre-Urreta y Medina; Mourgues, en prensa) del Barremiano tardío, los que habrían sido buenos nadadores y con una amplia movilidad lateral (Westermann, 1990). Este último nivel evidenciaría una conexión con la Cuenca Austral y representaría un alza del nivel marino durante el cual habrían invadido el dominio de Atacama las faunas australes de Aconeceratidae (Riccardi *et al.*, 1987). Rawson (1995) señaló, también, un alzamiento del nivel marino en el Barremiano más tardío, con la invasión del dominio boreal por faunas tethysianas de *Heteroceras* y, posiblemente pacíficas de *Aconeceras*. Este evento transgresivo habría generado, en el borde pacífico, un eventual pasaje migratorio para las faunas nectobentónicas de aguas relativamente someras, como *Cymatoceras*. A un

metro sobre este horizonte con *S. africanum insignicostatum* Riccardi, Aguirre-Urreta y Medina, se encuentra la capa de donde proviene *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer).

En la sucesión estudiada, ca. 30 m más arriba, reaparecen los nautilidos, con *Cymatoceras* sp., en la Zona de *Parancyloceras*? gr. *domeykanus* (Figs. texto 2 y 3). Las facies que los contienen representan ambientes similares a los anteriores, aunque con una fuerte componente silíceo, la cual proveniría de la actividad volcánica en la cuenca (Cisternas y Díaz, 1990).

La ornamentación de *Cymatoceras* sp. es muy particular, y hasta el momento no ha sido observada en otras especies de edades cercanas. A pesar de que se desconoce su ornamentación, los nautilidos de edad equivalente de la Cuenca Austral se diferencian claramente en otros aspectos. No obstante, la información disponible no es suficiente como para asignar afinidades.

Los antecedentes aquí aportados, señalan que en el borde pacífico de América del Sur se manifestó un engrosamiento de la costulación en representantes del género *Cymatoceras*, a fines del Barremiano tardío. *Cymatoceras perstriatum* (Steuer) (Jurásico tardío-Hauteriviano tardío de Argentina) y *Cymatoceras* cf. *perstriatum* (Steuer) (Barremiano tardío de Chile), muestran una costulación muy fina, y es posible que estos organismos correspondan al mismo taxón o a taxones diferentes, pero estrechamente relacionados.

Finalmente, mediante la transgresión marina del Barremiano más tardío, podría haber ocurrido la llegada de nuevos taxones, con costillas gruesas, que habían ido habitando las diferentes cuencas de este margen. En este momento apareció, en la Cuenca de Atacama, el taxón de costillas gruesas *Cymatoceras* sp. En el Aptiano tardío de Colombia se encuentra *C. colombiana* (Durham, 1946), también con costulación gruesa. En la Cuenca Austral, por otra parte, las especies más antiguas conocidas no conservan la conchilla. Sin embargo, con seguridad, durante el Albiano tardío existieron, también, taxones con ornamentación gruesa (*Cymatoceras* sp. C; Cichowolski, 2003).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a M.B. Aguirre-Urreta (Universidad de Buenos Aires, UBA), por sus comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito y a A. Folguera (UBA) y A. Rubilar (Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile, SERNAGEOMIN) por transportar el material de estudio desde Santiago, Chile. A la 'Paleontological Research Institution' (Nueva York) por financiar parte de este estudio a través del 'PRI Award in Systematic Paleontology' a uno de los autores (MC).

Se agradecen las sugerencias de los evaluado-

res H. Leanza (Servicio Geológico Minero Argentino), A. Checa (Universidad de Granada, España) y A. Rubilar (SERNAGEOMIN). El trabajo de campo fue realizado gracias al Proyecto 'Levantamiento Hoja Vallenar' del (SERNAGEOMIN)

Se extienden, también, estos agradecimientos a los estudiantes de geología C. Salazar (Universidad de Concepción) y J. Salinero (Universidad de Chile), quienes colaboraron en la recolección de parte del material fosilífero.

## REFERENCIAS

- Agassiz, L. 1847. An introduction to the study of Natural History. *In a series of lectures delivered in the Hall of the College of Physicians and Surgeons*, 58 p. New York.
- Aguirre-Urreta, M.B. 1993. Neocomian Ammonite Biostratigraphy of the Andean Basin of Argentina and Chile. *Revista Española de Paleontología*, Vol. 8, No. 1, p. 57-74.
- Biese, W. 1942. La distribución del Cretácico Inferior al sur de Copiapó. *In Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología*, No. 1, *Anales, Geología*, Primera parte, Vol. 2, p. 427-466.
- Bulot, L.G. 1993. Stratigraphical implications of the relationships between ammonites and facies: examples taken from the Lower Cretaceous (Valanginian-Hauterivian) of the western Tethys. *In The Ammonoidea: environment, ecology, and evolutionary change* (House, M.R.; editor). *Systematics Association*, Special Volume, No. 47, p. 243-266. Oxford.
- Calzada, S.; Viader, J.M. 1980. Sobre dos nautilídeos aptienses hallados en el nordeste español. *Estudios Geológicos*, Vol. 36, p. 163-167.
- Chirat, R.; Rioult, M. 1998. Occurrence of early post-hatching Jurassic Nautilida in Normandy, France: palaeobiologic, palaeoecologic and palaeobiogeographic implications. *Lethaia*, Vol. 31, p. 137-148.
- Cichowski, M. 2003. The nautiloid genus *Cymatoceras* from the Cretaceous of the Neuquén and Austral basins, Argentina. *Cretaceous Research*, Vol. 23, No. 4, p. 375-390.
- Cisternas, M.E.; Díaz, L.L. 1990. Geologic evolution of the Atacama Basin during the Lower Cretaceous. *In Stratabound Ore Deposits in the Andes* (Fontboté, L.; Amstutz, G.C.; Cardozo, M.; Cedillo, E.; Frutos, J.; editors). *Society for Geology Applied to Mineral Deposits*, Special Publication, Vol. 8, p. 495-504.
- Collignon, M. 1949. Recherches sur les Faunes Albiennes de Madagascar. *Annales Géologiques du Service des Mines*, Vol. 16, p. 41-44.
- Corvalán, J. 1974. Estratigrafía del Neocomiano marino de la región al sur de Copiapó, Provincia de Atacama. *Revista Geológica de Chile*, No. 1, p. 13-36.
- Corvalán, J.; Pérez, E. 1958. Fósiles guías de Chile. Titiánico-Neocomiano. *Instituto de Investigaciones Geológicas*, Manual No. 1, 48 p. Chile.
- Crick, R.R. 1993. Biogeography of Early and Middle Paleozoic nautiloid cephalopods: evidence for barriers dispersal and evolution. *Geobios, Mémoire*, Spécial No. 15, p. 91-105.
- Cuvier, G. 1797. Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. *Baudouin*, 710 p. Paris.
- De Blainville, H.M.D. 1825. Manuel de Malacologie et de Conchyliologie. *F.G. Levrault*, 664 p. Paris.
- Durham, J. W. 1946. Upper Aptian nautiloids from Colombia. *Journal of Paleontology*, Vol. 20, p. 428-434.
- Dzik, J. 1984. Phylogeny of the Nautiloidea. *Palaeontologia Polonica*, No. 45, 219 p.
- Gerth, E. 1925. La fauna neocomiana de la Cordillera Argentina en la parte meridional de la Provincia de Mendoza. *In Contribuciones a la Estratigrafía y Paleontología de los Andes Argentinos. Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina*, No. 9, *Actas*, p. 57-132.
- Gradstein, F.M.; Agtenberg, F.P.; Ogg, J.G.; Hardenbol, J.; Van Veen, P.; Thierry, J.; Zehui, H. 1996. A Triassic, Jurassic and Cretaceous time scale. *Society of Economic Petroleum and Mineralogy*, Special Publication, Vol. 54, p. 95-126.
- Hoffstetter, R.; Fuenzalida, H.; Cecioni, G. 1957. Léxico Stratigraphique International. *Amérique Latine*, Vol. 5, No. 7, 444 p. Chile.

- Hyatt, A. 1883-84. Genera of fossil cephalopods. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, Vol. 22, p. 253-338.
- Kabamba, M. 1983. Les Nautilus du Crétacé supérieur de Madagascar; contribution à l'étude des Nautiloïdés du Crétacée. *Thèse de 3ème cycle Dijon*, 136 p.
- Kummel, B. 1956. Post-Triassic Nautiloid Genera. *Bulletin of Museum of Comparative Zoology*, No. 114, p. 224-494. Harvard.
- Kummel, B. 1964. Nautilida. In *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part K. Mollusca 3 (Moore, R.C.; editor). *Geological Society of America and University of Kansas Press*, p. K286-337. New York and Lawrence.
- Landman, N.H.; Rye, D.M.; Shelton, K.L. 1983. Early ontogeny of *Eutrephoceras* compared to Recent *Nautilus* and Mesozoic ammonites: evidence from shell morphology and light stable isotopes. *Paleobiology*, Vol. 9, p. 269-279.
- Matsumoto, T.; Muramoto, K. 1983. Cretaceous nautiloids from Hokkaido-II. Three nautiloids species from the Santonian and Campanian of Hokkaido. *Transactions and Proceedings of the Society of Japan, New Series*, No. 130, p. 85-95.
- Matsumoto, T.; Miyachi, T.; Kanie, Y.; Miyata, Y.; Ueda, Y. 1984. Cretaceous nautiloids from Hokkaido-V. *Transactions and Proceedings of the Society of Japan, New Series*, No. 134, p. 335-346.
- Mourgues, F.A. 2002. Biostratigraphy of the marine Chañarcillo Basin (Lower Cretaceous), Atacama Region, northern Chile, and its relationship with the Neuquén-Mendoza Basin (Tithonian-Lower Cretaceous), Argentina. In *European Meeting on the Paleontology and Stratigraphy of Latin America*, No. 3, *Actas*, p. 73-76. Toulouse.
- Mourgues, F.A. (En prensa). Advances in Ammonite biostratigraphy of the marine Atacama Basin (Lower Cretaceous), northern Chile, and its relationship with the Neuquén Basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Neuenschwander, C. R.; Tavera, J. 1942. Yacimientos de plomo y Neocomiano de 'Las Cañas' en el Departamento de Vallenar. In *Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología*, No. 1, *Anales*, Vol. 3, p. 1094-1109. Santiago.
- Orbigni, A.d'. 1840. Paléontologie Française. Terrains Crétacés, Vol. 1. Céphalopodes. *Masson et Cie*, p. 1-120. Paris.
- Pérez, E.; Cooper, M.; Covacevich, V. 1990. Aptian ammonite-based age for the Pabellón Formation, Atacama Region, northern Chile. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 17, No. 2 p. 181-185.
- Pictet, F.J. 1847. Description des Mollusques Fossiles qui se trouvent dans les Grès Verts des environs de Genève. I. Céphalopodes. *Mémoire de la Société Physique d'Histoire Naturelle*, Vol. 11, No. 2, p. 257-412.
- Pindell, J.L.; Tabbutt, K.D. 1995. Mesozoic-Cenozoic Andean Paleogeography and Regional Controls on Hydrocarbon Systems. In *Petroleum basins of South America* (Tankard, A.J.; Suárez, R.; Welsink, H.J.; editors). *American Association of Petroleum Geologists, Memoir*, No. 62, p. 101-128.
- Rawson, P.F. 1995. Biogeographical affinities of NW European Barremian ammonite faunas and their palaeogeographical implications. *Memoria Descrittiva de la Carta Geologica d'Italia*, Vol. 51, p. 131-136
- Riccardi, A.C.; Aguirre-Urreta, M.B.; Medina, F.A. 1987. Aconeceratidae (Ammonitina) from the Hauterivian-Albian of Southern Patagonia. *Palaeontographica*, Vol. 196, Part A, p. 105-185.
- Saunders, W.B.; Ward, P.D. 1987. Ecology, distribution, and population characteristics of *Nautilus*. In *Nautilus, the biology and paleobiology of a living fossil* (Saunders, W.B.; Landman, N.H.; editors). *Plenum Press*, p. 137-161. New York and London.
- Segerstrom, K. 1963. Engranaje de sedimentos calcáreos con rocas volcánicas y clásticas en el Neocomiano del Geosinclinal andino. In *Symposium sobre el Geosinclinal Andino*. *Sociedad Geológica de Chile*, Vol. 1, p. 1-8.
- Segerstrom, K.; Parker, R.L. 1959. Cuadrángulo Cerrillos, Provincia de Atacama. *Instituto de Investigaciones Geológicas, Carta Geológica de Chile*, Vol. 1, No. 2, 33 p.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). 1982. Mapa Geológico de Chile, 1:1.000.000 (Escobar, F.; editor). Hoja 2/6 24°-30°30' S. *Talleres gráficos del Instituto Geográfico Militar*. Santiago.
- Shimansky, V.N. 1975. Cretaceous Nautiloids. Academy of Sciences of the USSR. *Transactions of the Palaeontological Institute*, Vol. 150, 208 p. (In Russian).
- Spath, L. F. 1927. Revision of the Jurassic Cephalopod Fauna of Kachh (Cutch). *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica (New Series)*, Vol. 9, No. 2, p. 1-71.
- Steinmann, G. 1895. Die Cephalopoden der Quiriquina-Schichten. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, No. 10, p. 64-68.
- Steuer, A. 1897. Argentinische Jura-Ablagerungen. Ein Beitrag zur Kenntniss der Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Anden. *Palaeontologische Abhandlungen 7, Neue Folge*, Vol. 3, No. 3, 222 p.
- Stinnesbeck, W. 1986. Zu den Faunistischen und Palökologischen Verhältnissen in der Quiriquina Formation (Maastrichtium) Zentral-Chiles. *Palaeontographica*, Vol. 194, Parte A, p. 99-237.
- Tavera, J. 1956. Fauna del Cretáceo inferior de Copiapó. *Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, Publicación No. 9, Vol. 13, p. 205-216.
- Tavera, J. 1978. Nautiloideos Chilenos del Senoniano Superior y Terciario. *Monografía, Departamento de Minas y Combustibles del Estado, Instituto de Geología, Universidad de Chile*, 30 p. Santiago.
- Tintant, H. 1993. L' évolution itérative des nautilus post-

- Triasiques. *Geobios, Mémoire Spécial*, No. 15, p. 359-372.
- Tintant, H.; Kabamba, M. 1983. Le Nautilé, fossile vivant ou forme cryptogène? Essai sur l'évolution et la classification des nautilacés. *Bulletin de la Société Zoologique de la France*, No. 108, p. 569-579.
- Tintant, H.; Lang, J.; Moussa, B.; Alzouma, K.; Dikouma, M. 2001. Nautilés paléocènes du Niger. *Geobios*, Vol. 34, No. 6, p. 629-656.
- Uliana, M.A.; Biddle K.T. 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociencias*. Vol. 18, No. 2, p. 72-190.
- Weaver, C. E. 1931. Paleontology of the Jurassic and the Cretaceous of West Central Argentina. *Memoirs of the University of Washington*, No. 1, 594 p.
- Westermann, G.E.G. 1990. New developments in ecology of Jurassic-Cretaceous ammonoids. In *Convegno Internazionale Fossili, Evoluzione, Ambiente*, No. 2, *Actas*, p. 459-478. Pergola.
- Westermann, G.E.G. 1996. Ammonoid life and habitat. In *Ammonoid Paleobiology* (Landman, N.; Tanabe, K.; Davis, R.A.; editores). *Plenum Press*, p. 607-707. New York.
- Wiedmann, J. 1960. Zur Systematik Jungmesozoischer Nautiliden. *Palaeontographica*, Vol. No. 115, Part A, p. 144-206.

**LAMINA 1*****Cymatoceras* sp.**

p. 121

## Figuras

- 1 Ejemplar No. SNGM 1519. Vista lateral.
- 2 Ejemplar No. SNGM 1192 (2). Vista lateral.
- 3 Ejemplar No. SNGM 1520. Vista de un septo incompleto, donde se aprecia la posición del sífúnculo.
- 4 Ejemplar No. SNGM 1044 (2). Detalle de la costulación gruesa.
- 5-6 Ejemplar No. SNGM 1044 (1). 5. Vista lateral. 6. Vista ventral.



1 cm