



Cianobacterias renalciiformes en el Cámbrico Medio de la Precordillera argentina: morfología, posición estratigráfica y significado paleoambiental

Fernando J. GÓMEZ¹ y Ricardo A. ASTINI¹

Abstract. RENALCIFORM CYANOBACTERIAS IN THE MIDDLE CAMBRIAN OF THE ARGENTINE PRECORDILLERA: MORPHOLOGY, STRATIGRAPHIC POSITION AND PALEOENVIRONMENTAL MEANING. *Renalcis* group cyanobacteria are recorded in La Laja Formation, the lowermost unit of the Cambro-Ordovician passive-margin carbonate succession of the Argentine Precordillera, considered to be an exotic terrane derived from Laurentia. This is the first finding of this group in lower Paleozoic deposits of South America. Two distinct meter-scale beds within the carbonate section in the uppermost Las Torres Member (upper Middle Cambrian) in the La Laja Formation yield abundant *Renalcis*, appearing as dispersed aggregates with dominant saccate and chambered morphologies within a micrite matrix. These beds can be considered as biostromes and the internal fabric and scarcity of broken and reworked forms suggest that they are essentially *in situ* deposits. According to the textural and geometric features, these bodies would classify as "cluster reefs" and may be interpreted as formed in relatively quiet subtidal environments. The finding of *Renalcis* in these deposits emphasizes the differences in between the Cambrian of the Precordillera and the coeval surrounding successions in Gondwana.

Resumen. Agregados compuestos por cianobacterias del grupo *Renalcis* han sido documentados en diferentes niveles dentro de la Formación La Laja. Dicha formación constituye la unidad basal de la extensa sucesión carbonática de margen pasivo con afinidad lauréntica que caracteriza a la Precordillera Oriental de San Juan, Argentina. Este constituye el primer hallazgo de este grupo morfológico en depósitos del Paleozoico inferior de América del Sur. Dos niveles métricos dentro de la sección carbonática del Miembro Las Torres (Cámbrico Medio alto) contienen abundantes agregados de *Renalcis* flotando en matriz micrítica y dominan morfotipos en sacos o cámaras. Estos cuerpos pueden ser considerados como biostromas y de acuerdo a sus características texturales, escasez de fragmentación, ausencia de retrabajo y geometría de estos bancos se trataría de arrecifes por agrupamiento (*cluster reefs*), donde *Renalcis* se encontraría esencialmente *in situ*, representando etapas tranquilas en ambiente subtidal. La presencia de *Renalcis* en depósitos del Cámbrico de la Precordillera remarca las diferencias entre la estratigrafía cámbrica de esta región y la de regiones adyacentes del Gondwana.

Key words. *Renalcis*. Cyanobacteria. Middle Cambrian. La Laja Formation. Argentine Precordillera.

Palabras clave. *Renalcis*. Cianobacteria. Cámbrico Medio. Formación La Laja. Precordillera Argentina.

Introducción

Se documenta el primer hallazgo de *Renalcis* en la Precordillera argentina, en depósitos carbonáticos del Cámbrico Medio correspondientes a la Formación La Laja, aflorante en la Precordillera Oriental, provincia de San Juan. Dicha unidad constituye la base de la sucesión carbonática que caracteriza el Paleozoico Inferior de la Precordillera.

Renalcis Vologdin, 1932 junto a otras "algas" (generalmente consideradas cianobacterias o algas cianofíceas verde-azules) como *Epiphyton* Bornemann, 1886 y *Girvanella* Nicholson y Etheridge, 1880 han jugado un papel destacado en la construcción de arrecifes paleozoicos (Riding, 1991 y 2000; Pentecost y Riding, 1986). Estas cianobacterias han sido halladas en depósitos del Paleozoico Inferior de Laurentia (Pfeil y Read, 1980; James, 1981; Pratt y James, 1982; Markello y Read, 1982; Osleger y Read, 1991), en Siberia (Rowland y Gangloff, 1988; Rees *et al.*, 1989; Kruse *et al.*, 1995), en el Cámbrico Inferior de Australia (Brasier, 1976; Haslett, 1976; James y Gravestock, 1990), Cámbrico Inferior-Medio de España (Álvaro *et al.*, 2000) entre otros.

Debido a que para el Paleozoico Inferior no hay registros de *Renalcis* en América del Sur, este hallazgo

¹CONICET. Cátedra de Estratigrafía y Geología Histórica, FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba, Pabellón de Geología, 2º Piso, Of. 7, Ciudad Universitaria, Av. V. Sarsfield 1611, X5016GCA Córdoba, Argentina.

fgomez@efn.uncor.edu

rastini@efn.uncor.edu

go, en adición a su importancia paleontológica y sedimentológica, es de cierto interés desde el punto de vista paleogeográfico. Esto se debe a que la Precordillera argentina es actualmente considerada como un terreno exótico de origen Lauréntico (Ramos *et al.*, 1986; Astini *et al.*, 1995; Dalziel *et al.*, 1996, entre otros), que previo a una etapa de *rifting* y deriva por el océano de Iapetus se habría acreccionado al margen occidental de América del Sur. La presencia en la Precordillera argentina de algas calcáreas, ampliamente reconocidas en depósitos paleozoicos laurénticos, resulta lógica dada la gran afinidad que presentan ambas cuencas desde el punto de vista de su evolución tectosedimentaria (Astini *et al.*, 1995 y 1996; Thomas y Astini, 1996; Astini, 1998; Keller, 1999; Cañas, 1999).

Este hallazgo constituye un elemento que, sumado a las evidencias ya mencionadas, remarca las similitudes existentes entre ambas regiones, destacando a su vez las notables diferencias que hay entre el Cámbrico de la Precordillera y el de las restantes sucesiones paleozoicas del margen occidental de América del Sur. El objetivo de esta contribución es describir y documentar la presencia de *Renalcis* en la Precordillera Argentina, adelantada en Gómez *et al.* (2003) y discutir aspectos paleoambientales.

Antecedentes y marco geológico general

La Formación La Laja (Borrello, 1962) constituye la unidad basal de la sucesión carbonática cambro-ordovícica que tipifica a la Precordillera argentina (figura 1.A). Además presenta intervalos discretos con sedimentación mixta silicoclástica-carbonática (dentro de los miembros El Estero, Soldano y Juan Pobre), en ocasiones con abundante glauconita y estratofábrica nodular. La misma aflora casi ininterrumpidamente a lo largo del margen occidental de la Precordillera Oriental (figura 1.B) y es sucedida por depósitos dolomíticos correspondientes a la Formación Zonda, ambas agrupadas en el Grupo Marchesini (Bordonaro, 1980).

Aspectos bioestratigráficos de la Formación La Laja fueron tratados por Stelzner (1923-1924), Kayser (1923), Harrington y Leanza (1943), Poulsen (1958), Borrello (1963, 1965, 1967 y 1971), Borrello y Pernas (1965), Bordonaro (1980, 1986, 1999 y 2000), Keller (1999). En un reciente trabajo de síntesis Bordonaro (2003) la ubica entre el Cámbrico Inferior alto y el Cámbrico Medio. Estudios litofaciales y petrográficos han sido realizados por Baldi y Bordonaro (1981, 1985), Bercowski *et al.* (1990), Bercowski y Bordonaro (1987) y Keller (1999).

El estratotipo de la unidad fue definido por Borrello (1962) y corresponde al perfil de la quebrada de Zonda, en la sierra Chica de Zonda (figura 1.C), ubicado sobre el trazado de la ruta nacional 20. Los cuatro miembros definidos originalmente por Bordonaro (1980) y formalizados en Baldi y Bordonaro (1981 y 1984) son: El Estero, Soldano, Rivadavia y Juan Pobre. Gómez *et al.* (2002) revisaron la estratigrafía de la formación en la quebrada La Laja, definiendo un nuevo miembro en el tramo superior de la unidad que se suma a los cuatro miembros anteriormente definidos. Este se ubica entre el Miembro Juan Pobre y la Formación Zonda y si bien ha sido definido en la sección de referencia de la quebrada La Laja (figuras 1.C y 2), puede ser claramente reconocido y cartografiado en el resto de las secciones de la Formación La Laja aflorantes en la sierra Chica de Zonda. Es precisamente en este nuevo miembro, denominado Las Torres, donde se reconocieron los principales niveles portadores de *Renalcis*. El límite entre las Formaciones La Laja y Zonda tradicionalmente se ubica en coincidencia con el de las biozonas de *Bolaspidea* y *Cedaria* (Bordonaro, 1999, 2003; Keller, 1999). Por esta razón, la edad del Miembro Las Torres sería no más joven que cámbrica media alta.

Renalcis se reconoce en menor importancia en niveles de *packstones* y *grainstones* intraclásticos-bioclásticos pertenecientes a los Miembros El Estero y Soldano (Cámbrico Inferior alto-Cámbrico Medio bajo) (Gómez *et al.*, 2003). En adición a *Renalcis*, otros grupos de cianobacterias como *Girvanella* y algas rojas de la familia de las solenoporáceas han sido hallados y descriptas previamente (Bercowski y Bordonaro, 1987) en la Formación La Laja. Asimismo, estructuras microbálticas trombolíticas han sido recientemente mencionadas en los niveles basales de la unidad aflorantes en la sierra de Villicum (Banchig y Bordonaro, 2002).

La sección de la quebrada La Laja (figura 1.C) se halla a 13 km al sur del estratotipo en la quebrada de Zonda. Expone un espesor total de 500 m (figura 2) sobre la vertiente occidental de la sierra Chica de Zonda y se ubica aproximadamente a 990 m s.n.m. (31°33'36,5" S - 68°44'10,3" O) entre la quebrada de Mogotes Negros por el norte y la quebrada Alegre al sur (figura 1.C).

Estudios paleoambientales realizados sobre la Formación La Laja (Baldi y Bordonaro, 1981; Bercowski *et al.*, 1990; Keller, 1999) la consideran como depositada en ambientes carbonáticos someros, con predominio de depósitos submareales en la sección inferior y media y depósitos intermareal a supramareal en su sección superior. Un análisis paleoambiental detallado es objeto de una contribución separada.

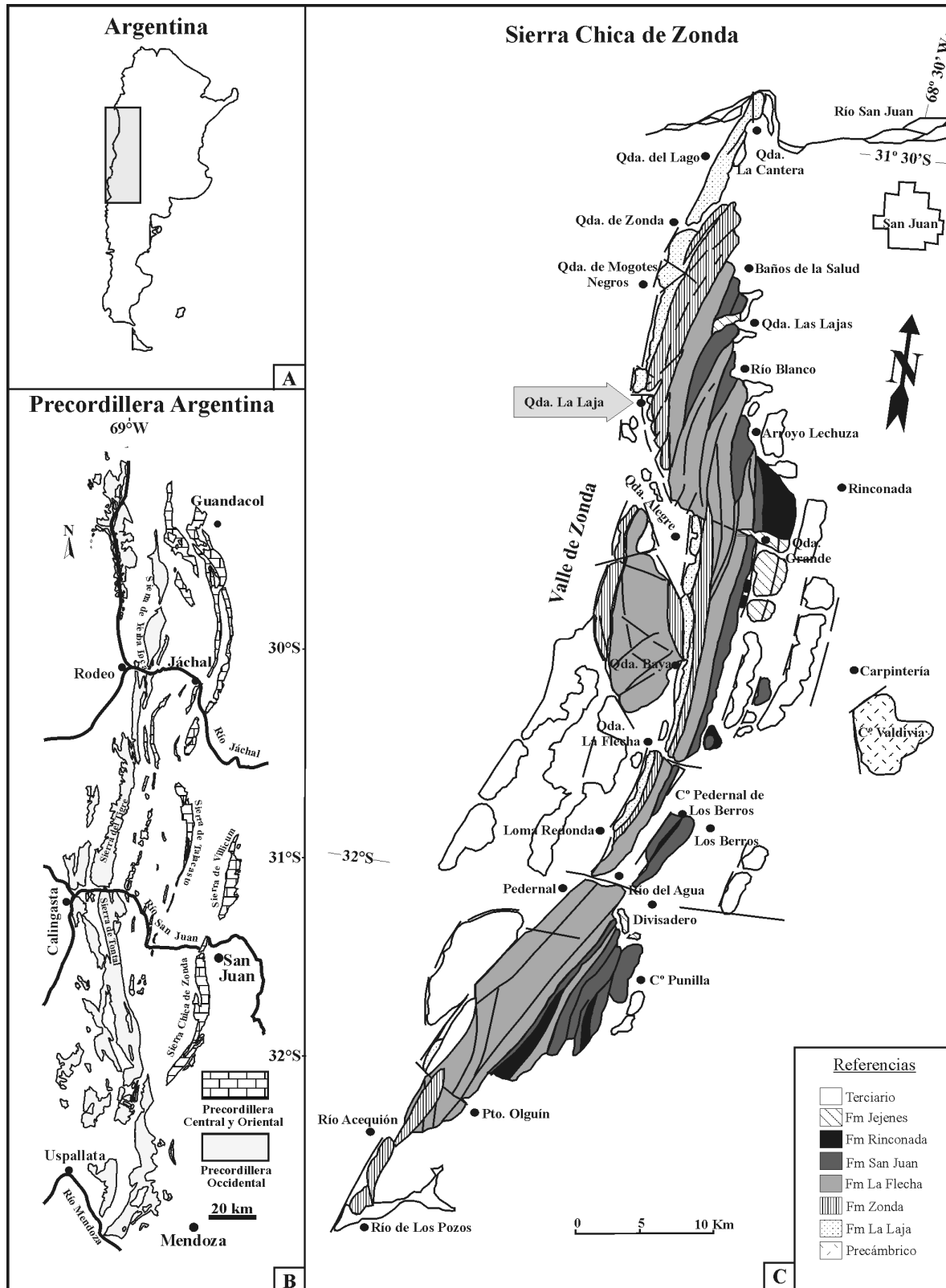


Figura 1. A, Mapa de ubicación de la Precordillera argentina; B, detalle de la subdivisión en dominios carbonáticos y clásticos (modificado de Astini, 1992) y C, detalle de la sierra Chica de Zonda (tomado de Baldi y Bordonaro, 1981) donde se observa la distribución de los afloramientos de la formación La Laja y demás unidades involucradas en la sierra. Nótese la ubicación de la sección de referencia sobre la vertiente occidental / A, Location map of the Argentine Precordillera; B, Detail with division in carbonate and clastic domains (modified from Astini, 1992) and C, Detailed map of the Sierra Chica de Zonda (taken from Baldi and Bordonaro, 1981) showing the distribution of the La Laja Formation and younger units outcropping in the range. Note the location of the studied section in the western side.

Características del principal intervalo portador de *Renalcis*

Los principales niveles que contienen *Renalcis* se encuentran en el tramo medio del Miembro Las Torres (Gómez *et al.*, 2002 y 2003). Este miembro (figura 2), de ~60 m de espesor, se caracteriza por su coloración gris oscura a negra y afloramientos con topografía sobresaliente con respecto a los intervalos infra y suprayacentes. El mismo está formado por calizas bandeadas grises oscuras, representadas por *mudstones* y *wackestones* peloidales finamente estratificados que alternan con limos calcáreos dolomitizados (*ribbon limestones* e.g. Demicco y Hardie, 1994), presentando grados variables de bioturbación. Son comunes capas tabulares con bases netas de *packstones* y *rudstones* intraclásticos, oolíticos y en menor medida bioclásticos. Brechas intraformacionales lenticulares de entre 5-30 cm de espesor con clastos de hasta 3 cm de diámetro y superficies microkársticas son comunes y afectan a las calizas bandeadas grises oscuras. Se observan además potentes bancos (~ 2,5 m) de *grainstones* oolíticos, intraclásticos y peloidales con estratificación cruzada de tipo *herringbone* con que culmina la unidad. Estos últimos están afectados por procesos de recrystalización y dolomitización incipiente que se intensifican dentro de la Formación Zonda, representada por ciclos de somerización perimareales de escala métrica a decamétrica.

Dos horizontes de escala métrica y apariencia biostrófica son los que presentan agregados de *Renalcis* (figura 3.A), pudiendo ser reconocidos en diferentes afloramientos por más de 14 km a lo largo del margen occidental de la sierra Chica de Zonda. Se trata de niveles con contactos basales netos, de 2 y 0,5 m respectivamente, intercalados entre *wackestones* bioclásticos bioturbados con estratificación muy delgada (figura 3.A). Internamente los bancos con *Renalcis* presentan un bandeo centimétrico (figura 3.B) con alternancia de niveles fangosostenidos (*wackestones*) y otros en los que agregados de *Renalcis* (figura 3.C) están en contacto y poseen abundante micrita intersticial (*packstones-boundstones*?). Si bien hay escasos fragmentos de trilobites, los agregados de *Renalcis* constituyen el aloquímico dominante. Además se intercalan bandas de *mudstones* de entre 1-5 cm con escasos fragmentos de trilobites que, ocasionalmente, presentan tubos cementados de hasta 3 mm de diámetro. La estratofábrica del intervalo que incluye los niveles con *Renalcis* es delgada a mediana siendo los límites de estratos coincidentes con superficies de presión disolución (pseudoestratificación).

El Miembro Las Torres es interpretado como correspondiente a ambientes submareales muy someros a intermareales, con evidencias recurrentes de exposición subaérea y ocasionalmente afectados por

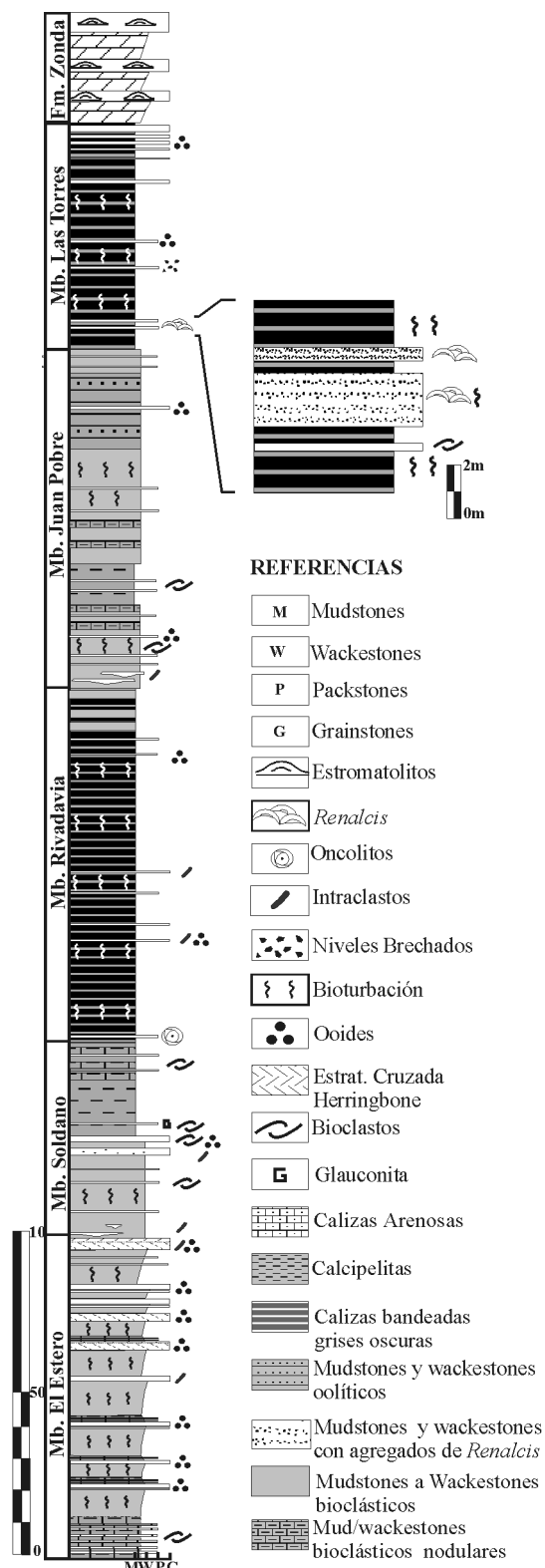


Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación La Laja con subdivisión en miembros correspondiente a la sección de referencia en la quebrada La Laja. En la parte inferior del Mb. Las Torres se observa un detalle del nivel estudiado que contiene los agregados de *Renalcis* / Stratigraphic log of the La Laja Formation with the subdivision into members as observed in the reference section at Quebrada La Laja. A detailed section of the lower part of the Las Torres Member is pointed out where the *Renalcis* aggregates were studied.

episodios de tormentas que generan *packstones* y *rudstones* intraclásticos y menos comúnmente oolíticos. Los niveles de *grainstones* peloidales y oolíticos con estratificación cruzada en la parte superior del miembro representan ambientes submareales someros y de alta energía. Estos corresponden a sistemas de barras o *shoals* sometidos a la acción del oleaje y mareas.

Descripción sistemática

Género *Renalcis* Vologdin, 1932

Especie tipo. *Renalcis granosus* Vologdin, 1932.

Comentario. La afinidad de *Renalcis* como de otras algas calcáreas permanece en discusión. Vologdin (1962) y Korde (1973) la ubicaron dentro de las algas rojas (*Rhodophyta*), asimismo Johnson (1966) ubicó a *Renalcis* en algas rojas de posición sistemática incierta. Otros autores propusieron su afinidad con cianobacterias (Maslov y Korde, 1963; Saltovskaya, 1975 y Luchinia, 1975). Riding y Brasier (1975) consideraron a estos fósiles, basándose en su morfología y tamaño, como los primeros foraminíferos ya que suponían que las cámaras internas eran demasiado grandes para representar células individuales de algas verdes. Hofman (1975) apoyó la interpretación "algal", sugiriendo que *Renalcis* representaría colonias de algas verde-azules en las que la parte externa de estas colonias ha sufrido calcificación por diagénesis temprana. Pratt (1984) propuso para *Renalcis* y *Epiphyton* un origen diagenético, producto de calcificación de cianobacterias cocoides. Revisiones más recientes, Chuvashov y Riding (1984), Riding y Voronova (1985), y Riding (1991) consideran a *Renalcis* como posibles cianobacterias que intergradan con otras formas.

Los esquemas de clasificación de algas calcáreas fósiles se han basado principalmente en estudios de morfología comparativa y afinidad con algas actuales (Riding y Voronova, 1985 y referencias allí citadas). Debido a que muchas algas fósiles no tienen una posición sistemática clara y a que, por problemas de preservación, ciertos criterios utilizados para la taxonomía de algas recientes no son aplicables en algas ya extintas (Wray, 1977), los esquemas de clasificación propuestos han resultado inestables. Por estas razones, en el presente trabajo se utiliza la clasificación de Riding y Voronova (1985), particularmente desarrollada para algas calcáreas cámbricas. Así, distintos grupos son reconocidos sobre la base de su morfología externa, organización interna y otras características morfológicas, evitándose así la utilización de elementos subjetivos como afinidad con algas actuales.

Las diferencias entre distintos grupos de algas cámbricas (particularmente los grupos de *Renalcis* y *Epiphyton*) a veces no son del todo claras, ya que en ocasiones éstas forman intercrecimientos y gradaciones de aparentemente un mismo talo (Pratt, 1984). Saltovskaya (1975) fue el primero en considerar a *Renalcis* y *Epiphyton* como miembros de un único grupo. Riding (1991) simplifica el anillo *Renalcis-Epiphyton* que propusieron Riding y Voronova (1985) para englobar a una serie morfológica de algas cámbricas. Reconoce una serie parcialmente discontinua para *Epiphyton* y una serie continua *Renalcis-Angulocellularia*. En esta última, *Angulocellularia* grada a *Renalcis* con formas intermedias como *Tarthinia*.

Recientemente, Stephens y Sumner (2002) aportan detallada evidencia textural y geoquímica que permite considerar al grupo de *Renalcis* como producto de actividad microbiana heterótrofa. Una génesis microbialítica explicaría la gradación morfológica existente con los otros grupos mencionados en Pratt (1984) y Riding (1991).

Morfología

En general *Renalcis* es descripta como agregados compuestos por cámaras de forma irregular, botroidal, a reniforme con tamaños de 50-500 µm, presentando una cavidad interna rellena de cemento carbonático. Las paredes se hallan compuestas de calcita microcristalina o micrita de color oscuro, presentando bordes netos y tienen entre 20-100 µm de espesor. Pueden formar simples colonias de unas pocas cámaras hasta agregados botroidales complejos, a veces ramificados o en cadena (Johnson, 1966; Wray 1977; Riding y Voronova, 1985). Según Wray (1977), *Renalcis* es similar y probablemente se halle relacionada a otros géneros como *Chabakovia*, *Izhella* y *Shuguria*, aunque estos dos últimos se hallan representados sólo en el Devónico. *Izhella* se diferencia en que tiene paredes muy gruesas con fisuras en forma de "V" hacia el interior (Riding, 1991). Sin embargo, en las formas lobuladas o en sacos de *Renalcis* también se han observado tales grietas, por ejemplo en *Renalcis turbitus* (Pratt, 1984). *Shuguria*, a su vez, presenta mayor número de cámaras que *Renalcis* e *Izhella* (Riding, 1991). En tanto que *Chabakovia* presenta paredes más delgadas y ramificación más desarrollada y regular que *Renalcis* (Pratt, 1984; Riding y Voronova, 1985) con septos internos de geometría convexa. Dentro del esquema de Riding y Voronova (1985), *Renalcis* se agrupa en las algas de morfología botroidal junto a *Tarthinia* y *Gemma*, diferenciándose de éstas en que las mismas tienen paredes de estructura fibrosa y peloidal respectivamente, mientras que *Renalcis* presenta paredes micríticas. Pratt (1984) con fi-

nes descriptivos, separó a *Renalcis* y *Epiphyton* en 5 grupos morfológicos: dendríticos (*Dendritic*), septados o tabicados (*Septate*), en grumos (*Clotted*), en cámaras (*Chambers*) y en sacos (*Saccate*). *Renalcis* está representada por los tres últimos hábitos.

Renalcis sp. indet.

Figuras 4.A-H

Material y procedencia. Secciones delgadas y pulidos de ejemplares están depositadas en la colección de la Cátedra de Estratigrafía y Geología Histórica de la Universidad Nacional de Córdoba (CEGH-UNC 21724-21728). Las muestras pertenecen principalmente al Miembro Las Torres (Gómez *et al.*, 2002, sección superior de la Formación La Laja. Si bien algunos ejemplares provienen también de los Miembros El Estero y Soldano, pertenecientes a los miembros inferiores de la unidad, éstos se hallan subordinados en abundancia con respecto a los del Miembro Las Torres.

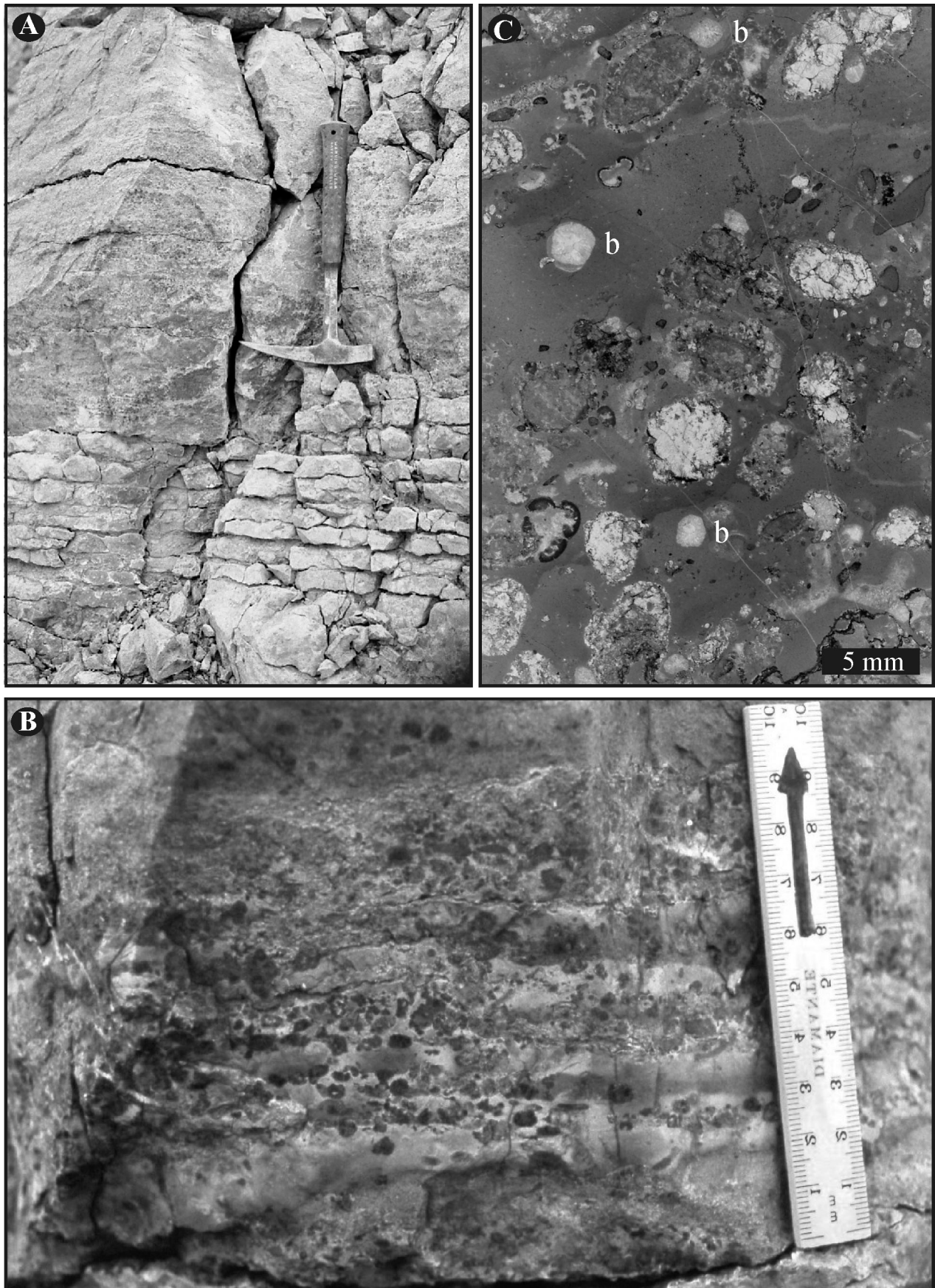
Descripción. Los ejemplares de *Renalcis* hallados en el Miembro Las Torres se presentan en forma de agregados botroidales a reniformes, de formas simples, generalmente equidimensionales y sin desarrollo de ramificaciones (figuras 4.A-C). Formas festoneadas con pared externa convexa e interna cóncava poseen un claro desarrollo (figuras 4.D-E). La cavidad interna se encuentra rellena por esparita equigranular y en ocasiones drúsica, generalmente desprovista de inclusiones (figuras 4.C, G). Las paredes poseen un espesor que varía entre 100-300 µm representando ~1/4 - 1/8 del diámetro de los sacos (figuras 4.B, C). Son de composición micrítica, presentando un borde externo neto, de color oscuro, y un borde interno ligeramente más difuso (figuras 4.B, C). La superficie interna de las paredes posee morfología irregular representada por engolfamientos y grietas a veces en forma de "V" (figuras 4.B, D). La superficie externa, en cambio, presenta bordes lisos y forma lobulada. No se observaron subdivisiones internas, ni desarrollo de numerosas cámaras agrupadas, sino más bien cámaras simples. *Renalcis* se dispone en individuos aislados o agrupados "flotando" dentro de un fango micrítico (figuras 2.B, C y figuras 4.E-G) donde, como componente muy subordinado, participan fragmentos de trilobites. Los fangos calcáreos poseen desde texturas de micrita densa hasta microesparita (figuras 4.C, E, F, G). A su vez, *Renalcis* se concentra en bandas milimétricas discontinuas don-

de alcanzan proporciones elevadas permitiendo describirlas como *packstones*. Macroscópicamente, los agregados de *Renalcis* llegan a tener 3 mm de diámetro (figura 2.C) y por sus formas subredondeadas semejan oncoides. No obstante, estrictamente, no forman cubiertas como las que caracterizan en general a estos componentes. En ocasiones tales agregados se hallan parcial o totalmente recrystalizados (figuras 2.C y 4.E, F, G).

Los ejemplares provenientes de los miembros El Estero y Soldano se presentan aislados y conformando sacos botroidales simples con pobre desarrollo de cámaras. Los mismos participan como aloquímicos o dentro de intraclastos (figura 4.H) en *grainstones* y *packstones* y poseen bordes netos de micrita densa. Sus tamaños y espesores de paredes son similares a los descriptos para el miembro superior.

Discusión. De acuerdo a la clasificación de Riding y Voronova (1985), los elementos descriptos en este trabajo se incluirían en el grupo morfológico de "algas" botroidales de pared micrítica, asignables al grupo de *Renalcis*. Según el hábito, de acuerdo con la propuesta de Pratt (1984), se trataría de morfotipos organo-diagenéticos en saco o cámaras con algunas particularidades afines con *Izhella* y *Chabakovia*. Los ejemplares de la Formación La Laja no poseen ramificaciones como los de *Chabakovia* y sus paredes son sensiblemente más delgadas que las de *Izhella*. Desde el punto de vista morfológico las formas aquí descriptas poseen una fuerte similitud con *Renalcis* cf. *R. tuberculatus* Korde, 1973 que también han sido comparada con formas del Silúrico por Riding y Watts, (1983). Pratt (1984, figuras 8a y 12a) grafica formas devónicas comparables que asigna a *R. turbitas*, de las que no se describe su morfología específica. Stephens y Sumner (2003) revisan formas devónicas y consideran a *Izhella* Antropov como equivalente de *R. turbitus* Wray, 1977. Asimismo, grafican en su figura 7 ejemplares muy similares a los aquí descriptos como representantes de *Izhella*. Estos autores explican el crecimiento de *Renalcis* como producto de crecimiento discontinuo de biolaminas bacterianas por variaciones en el aporte de nutrientes y en las condiciones ambientales. Según Stephens y Sumner (2003), el crecimiento episódico sería el responsable de la morfología en cámaras y del mayor o

Figura 3. A, Banco con bandeamiento interno dado por una alternancia de *mudstones* y *wackestones* muy delgados con agregados de *Renalcis*. Obsérvese el contacto neto con la sedimentación de fondo de *mudstones* y *wackestones* bioclásticos con fina estratificación estilonodular. **B,** detalle del bandeo interno en A. **C,** sección delgada en la que se observan agregados de *Renalcis* de 3 mm de diámetro en promedio. En ocasiones estos agregados se hallan parcial o totalmente recrystalizados. Nótese rasgos nítidos de bioturbación (b) sobreimpuesta, representada por secciones circulares de tubos rellenos con esparita de hábito drúsico o relleno geopetal. A esta escala aún se observa el bandeo / **A,** Thick bed with internally banded *mudstones* and *wackestones* with *Renalcis* aggregates. Note the sharp boundary with the underlying thin-bedded stylonodular *mudstones* and bioclastic *wackestones*. **B,** detail of the internal banding in A. **C,** Thin section showing *Renalcis* aggregates with 3 mm in diameter. Randomly this aggregates are partially or totally recrystalized. Note the superimposed bioturbation given by circular sections of tubes cemented with sparite with drusic habit and geopetal features. At this scale the banding is still present.



menor desarrollo de los bordes micríticos con signatura isotópica diferente a la del cemento esparítico de las cavidades. Si bien esta última explicación resulta congruente con el hábito críptico de *Renalcis* en arrecifes devónicos no implica que deba tomarse como válida para tiempos geológicos precedentes, ya que es conocido el hecho de que diferentes comunidades sufrieron adaptaciones y desplazamientos por competencia durante la radiación de los diferentes grupos a partir de inicios del Fanerozoico (Wood, 1999). Esto no permitiría afirmar que consorcios de bacterias heterótrofas sean las únicas formadoras de *Renalcis*.

Geometría y génesis de los depósitos

Tanto en biohermos devónicos (Stephens y Sumner, 2003 y trabajos en él citados) como triásicos (Lehrmann, 1999) y también probablemente durante el Silúrico (e.g., Riding y Soja, 1993; Soja y Riding, 1993) *Renalcis* tuvo un importante desarrollo en cavidades arrecifales, creciendo con hábito críptico (criptobiontes). En el Cámbrico sin embargo, durante su éxtasis, fueron fundamentalmente junto con *Epiphyton* y *Girvanella* conspicuos constructores con anterioridad y posterioridad al corto intervalo de dominio de los arqueociátidos (Wood, 1999; Pratt *et al.*, 2000). Durante este reducido intervalo del Cámbrico Inferior *Renalcis* se habría desarrollado en cavidades, posiblemente como parte de comunidades crípticas (Zhuravlev y Wood, 1995). Sin embargo, también han sido claramente definidos y documentados como constituyentes principales del armazón arrecifal (*boundstones* de *Renalcis*) (Rees *et al.*, 1989; Wood, 1999).

La forma en la que *Renalcis* se encuentra en la Formación La Laja es inusual de acuerdo con la revisión bibliográfica efectuada, ya que los bancos portadores de *Renalcis* pertenecientes al Miembro Las Torres poseen una notable continuidad lateral entre las quebradas de La Laja y Zonda. *Renalcis* no ha sido observada formando asociaciones junto a otros grupos de algas o cianobacterias, ni constituyendo, al menos de manera evidente, biohermos. Se trata más bien de biostromas tabulares (cf. Cummings, 1932) carentes de estructuración rígida con abundante fango intersticial. Su bandeo interno permite, al menos localmente, sugerir que estos depósitos se produjeron debido a una alternancia de episodios con tasa de sedimentación variable, donde *Renalcis* creció con mayor o menor densidad, permitiendo que durante momentos de menor sedimentación relativa forme agregados coalescentes. Las causas de variación en la tasa de crecimiento de *Renalcis* pueden deberse a varios factores (e.g., fluc-

tuaciones de nutrientes, luminosidad, salinidad, temperatura, etc.). Dentro de la Formación La Laja no han sido aún observados verdaderos biohermos (cf. Riding, 2002), hecho que concuerda con la ausencia de fábricas esparíticas intersticiales. No obstante, indirectamente su posible existencia se documenta en un nivel polimíctico-poligenético del Miembro Soldano que presenta clastos fragmentarios retrabajados con fábricas de tipo *boundstone* (figura 4.H) dentro de una asociación de *packstones-grainstones-floatstones* y escaso contenido arenoso (extraclastos).

La posibilidad de que los niveles con *Renalcis* del Miembro Las Torres correspondan a niveles resedimentados de naturaleza alóctona es improbable, dado que carecen de estructura caótica o desorganizada, de composición heterogénea y fragmentación física evidente como comúnmente exponen los depósitos resedimentados. Es asimismo llamativa la naturaleza monocomposicional de estos niveles que contrasta con los depósitos resedimentados. Estas características podrían parcialmente explicarse a través de una naturaleza parautóctona. En este caso, *Renalcis* podría no hallarse estrictamente *in situ*, sino redepositado en la proximidad de arrecifes, habiéndose producido disgregación y escaso transporte de los restos esqueléticos. En esta alternativa, la elevada proporción de matriz en los *packstones* con *Renalcis* sería el producto de procesos de infiltración, representando el bandeo interno una alternancia de episodios de acumulación rápida y momentos de menor energía. No obstante, de acuerdo con el conjunto de las características expuestas, en especial la ausencia de fragmentación y abrasión de individuos, la ausencia de fragmentos de *boundstones* y el carácter monoespecífico de estas acumulaciones, concuerda mejor con la reciente definición de arrecifes por agrupamiento (*cluster reefs*) propuesta por Riding (2002). En estos últimos, los elementos esqueléticos (agregados de *Renalcis* en nuestro caso) se encuentran esencialmente *in situ* siendo, junto al importante contenido de matriz intersticial, las características sobresalientes de estos arrecifes. Los restos esqueléticos se disponen adyacentes unos a otros pero espaciados y no necesariamente en contacto. La elevada proporción de matriz intersticial (> matriz/esqueleto) y muy bajos volúmenes de cemento (en nuestro caso sólo en el interior de las cámaras) son compatibles con una posición submareal de relativa baja energía (figura 5, adaptada de Riding, 2002). Esto es consistente con las litofacies de *mudstones* y *wackestones* bioturbados entre las que estos bancos se desarrollan. De acuerdo con Riding (2002) la ausencia de una estructura rígida posibilitaría el desarrollo de un bandeo interno, limitando además el relieve de estos depósitos.

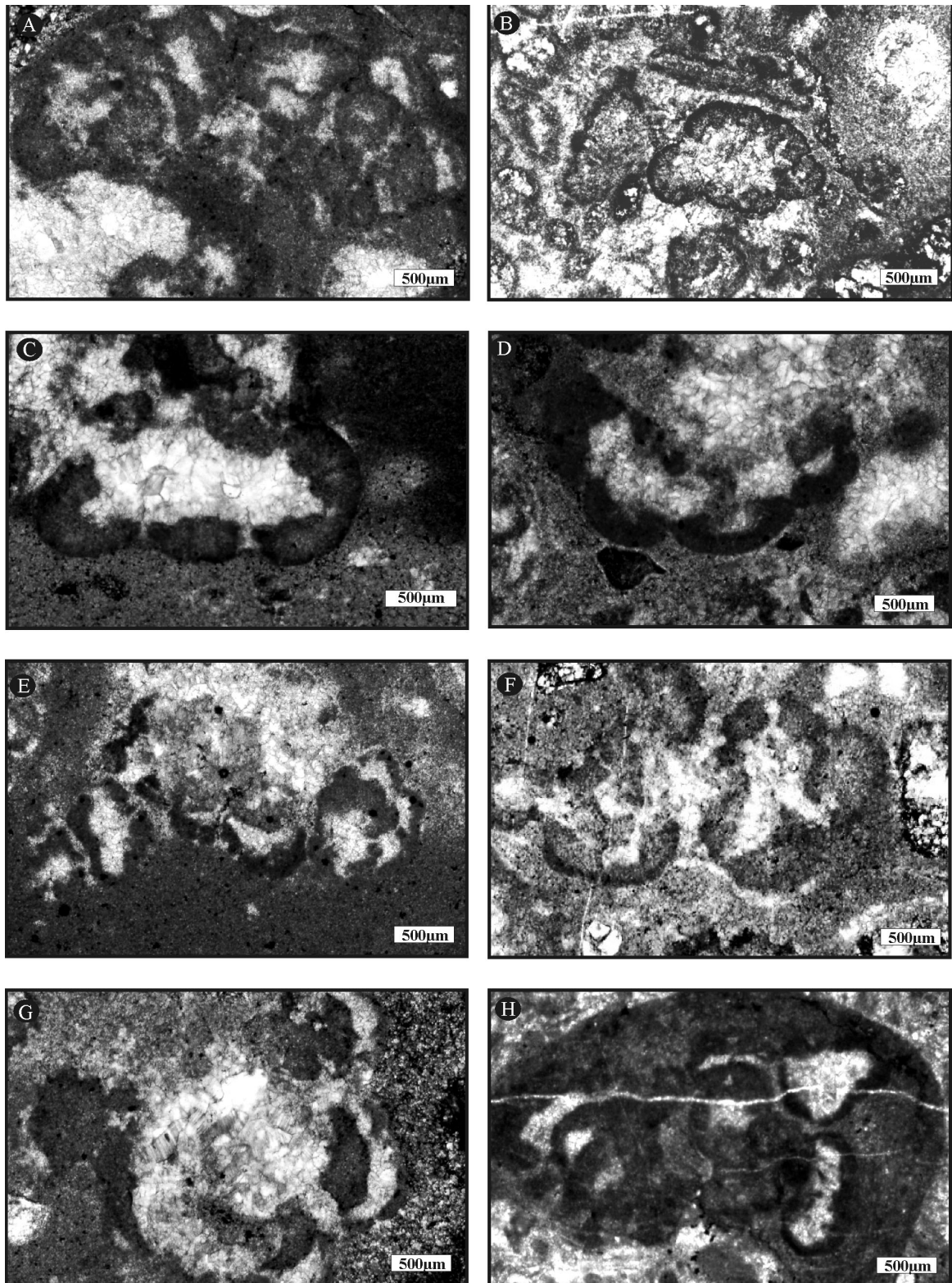


Figura 4. Secciones delgadas de agregados de *Renalcis*: **A**, agregados con buen desarrollo de cámaras; **B**, **C** y **D**, individuos más simples con morfologías reniformes o en sacos. Nótese que internamente las cámaras están rellenas de cemento esparítico. **E**, **F** y **G**, Agregados con grados variables de recristalización. **H**, intraclasto conteniendo *Renalcis* dentro de *grainstones*. **A**, **C**, **D**, **E**, **F** y **G** corresponden a ejemplares pertenecientes al Mb. Las Torres, el ejemplar de la figura **B** pertenece al Mb. El Estero, y el de la figura **H** al Mb. Soldano, todos pertenecientes a la Formación La Laja / Thin sections of *Renalcis* aggregates: **A**, aggregates with good development of chambers; **B**, **C** and **D**, simple individuals with saccate and botryoidal morphologies. Note the internal sparite cement within the chambers. **E**, **F** and **G**, aggregates with variable degrees of recrystallization. **H**, intraclast containing *Renalcis* within grainstones. **A**, **C**, **D**, **E**, **F**, and **G**, are from samples from the Las Torres Member, **B** is from the El Estero Member and **H** is from the Soldano Member.

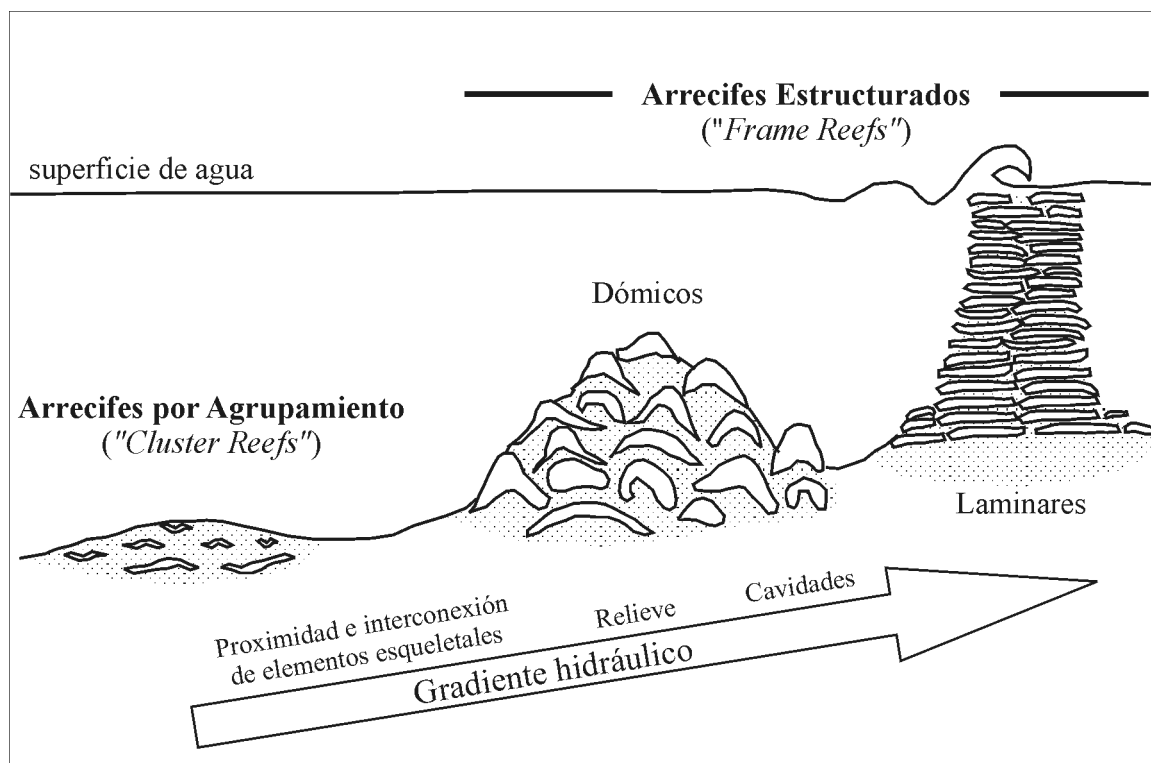


Figura 5. Distribución de arrecifes en función del gradiente hidráulico. Nótese la similitud entre los arrecifes por agrupamiento con importante contenido de matriz y las acumulaciones de *Renalcis* descritos en este trabajo (adaptada de Riding, 2002) / Reef distribution as a function of hydraulic gradient. Note the similarities between the cluster reefs with important amounts of matrix and the *Renalcis* accumulations herein described (adapted from Riding, 2002).

Consideraciones paleogeográficas

La presencia de *Renalcis* en la Precordillera argentina constituye el primer hallazgo documentado de las mismas en el Paleozoico inferior de América del Sur, siendo una nueva evidencia de las diferencias que presenta el terreno de Precordillera con su entorno actual. Durante el Paleozoico, particularmente en el Cámbrico Medio y Superior, construcciones algales y microbianas se desarrollaron predominantemente en bajas latitudes (Kiessling, 2001). La presencia de comunidades de *Renalcis* en el Cámbrico de la Precordillera confirma su ubicación paleogeográfica en latitudes ecuatoriales o subecuatoriales, en consistencia con información paleomagnética (Rapalini y Astini, 1998).

Conclusiones

Se documenta la presencia de *Renalcis* en la Formación La Laja (Cámbrico Inferior alto-Cámbrico Medio) en la sierra Chica de Zonda, Precordillera Oriental. Este hallazgo es el primer registro de estos organismos en depósitos del Paleozoico Inferior de

América del Sur. *Renalcis* se dispone tanto en niveles basales de la unidad (correspondientes posiblemente al intervalo Cámbrico Inferior alto-Cámbrico Medio bajo) como dentro del Miembro Las Torres en la parte superior de la Formación La Laja, próximo al límite con la Formación Zonda (Biozona *Bolaspidella*, Cámbrico Medio alto). En este último caso, los morfotipos dominantes se corresponden con morfologías en saco o cámaras que conforman agregados dispersos dentro de biostromas con abundante matriz. De acuerdo con las características texturales y geometría de estos bancos se trataría de arrecifes por agrupamiento (*cluster reefs*) donde *Renalcis*, se encontraría esencialmente *in situ* representando etapas tranquilas en ambiente submareal.

Agradecimientos

Agradecemos los valiosos comentarios efectuados por los revisores Brian Pratt (Universidad de Saskatchewan) y Ricardo Palma (Universidad de Buenos Aires) que contribuyeron a mejorar el trabajo. Asimismo, se agradece a Fernando Cañas (Universidad Nacional de Río Cuarto) las discusiones sobre aspectos paleoambientales. CONICET (PIP 2000-02971) y FONCYT (PICT 2002/07-11741) apoyaron estas investigaciones.

Bibliografía

- Álvaro, J.J., Vennin, E., Moreno-Eiris, E., Perejón, A. y Bechstädt, T. 2000. Sedimentary patterns across the Lower-Middle Cambrian transition in the Esla nappe (Cantabrian Mountains, northern Spain). *Sedimentary Geology* 137: 43-61.
- Astini, R.A. 1992. Tectofacies ordovícicas y evolución de la cuenca eopaleozoica de la Precordillera Argentina. *Estudios Geológicos* 48: 315-327.
- Astini, R.A. 1998. Stratigraphical evidence supporting the rifting, drifting and collision of the Laurentian Precordillera terrane of western Argentina. En: R.J. Pankhurst y C.W. Rapela, (eds.), *The proto-Andean margin of Gondwana*. Geological Society, London, Special Publications 142: 11-33.
- Astini, R.A., Benedetto J.L., y Vaccari, N.E. 1995. The early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted and collided terrane: A geodynamical model. *Geological Society of America Bulletin* 107: 253-273.
- Astini, R.A., Ramos V.A., Benedetto J.L., Vaccari N.E., y Cañas, F.L. 1996. La Precordillera: Un terreno exótico a Gondwana. *13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), *Actas* 5: 293-324.
- Baldis, B.A y Bordonaro, O. 1981. Evolución de facies carbonáticas en la cuenca cámbrica de la Precordillera de San Juan. *8º Congreso Geológico Argentino* (San Luis), *Actas* 2: 385-397.
- Baldis, B.A y Bordonaro, O. 1984. Cámbrico y Ordovícico en la sierra Chica de Zonda y Cerro Pedernal, Provincia de San Juan. Génesis del margen continental en la Precordillera. *9º Congreso Geológico Argentino* (San Carlos de Bariloche), *Actas* 4: 190-207.
- Baldis, B.A y Bordonaro, O. 1985. Variaciones de facies en la cuenca cámbrica de la Precordillera Argentina y su relación con la génesis del borde continental. *6º Congreso Latinoamericano de Geología* (Bogotá), *Actas*: 31-42.
- Banchig, A. L., y Bordonaro, O. L. 2002. Hallazgo de trombolitos en el límite Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio de la Precordillera de San Juan. Descripción e interpretación. *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate), *Actas*: 556-561.
- Bercowski, F. y Bordonaro, O. 1987. Algas calcáreas cámbricas en la Formación La Laja, San Juan, Argentina. *10º Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), *Actas* 3: 57-60.
- Bercowski, F., Keller M. y Bordonaro O. 1990. Litofacies de la Formación La Laja (Cámbrico) en la sierra Chica de Zonda, Precordillera Sanjuanina, Argentina. *2º Reunión Argentina de Sedimentología* (San Juan), *Actas*: 31-36.
- Bordonaro, O.L. 1980. El Cámbrico en la quebrada de Zonda, Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 35: 26-40.
- Bordonaro, O. 1986. Bioestratigrafía del Cámbrico Inferior de San Juan. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 19-27.
- Bordonaro, O. 1999. Hiatus faunístico (Evento Hawke Bay?) entre el Cámbrico Inferior y Medio en la Formación La Laja, Precordillera de San Juan. *14º Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Actas* 1: 45.
- Bordonaro, O. 2000. Review of the Argentine Precordillera Cambrian system. En: G.F. Aceñolaza y S. Peralta (eds.), *Cambrian from the southern edge*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Miscelánea 6: 80-81. Tucumán.
- Bordonaro, O. 2003. Review of the Cambrian stratigraphy of the Argentine Precordillera. *Geologica Acta* 1:11-21.
- Bornemann, J. G. 1886. Die Versteinerungen des Cambrischen Schichten-systems der Insel Sardinien nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommnisse aus andern Ländern. *Nova Acta Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher* 51:147 pp.
- Borrello, A.V. 1962. Caliza La Laja (Cámbrico Medio de San Juan). *Notas Comisión de Investigación Científica*, La Plata, 2: 3-8.
- Borrello, A.V. 1963. *Fremontella inopinata* n. sp. del Cámbrico de Argentina. *Ameghiniana* 3: 51-55.
- Borrello, A.V. 1965. Sobre la presencia del Cámbrico Inferior olenellidiano en la sierra de Zonda, Precordillera de San Juan. *Ameghiniana*, 3: 313-318.
- Borrello, A.V. 1967. El género *Elrathina* en el Cámbrico de San Juan. *1ª Reunión de Comunicaciones de la Sociedad Paleontológica Argentina* (Buenos Aires).
- Borrello, A.V. 1971. The Cambrian of South America. En: C.H. Holland (ed.), *Cambrian of the New World*. Lower Paleozoic Rocks of the World. 1: 385-438. Wiley Science, New York.
- Borrello, A.V. y Pernas, R.D. 1965. Sobre la presencia del género *Kootenia* en el Cámbrico de San Juan. *2º Jornadas Geológicas Argentinas* (Buenos Aires) *Actas* 1: 57-62.
- Brasier, M.D. 1976. Early Cambrian intergrowths of archaeocyathids, *Renalcis*, and pseudostromatolites from South Australia. *Palaeontology* 19: 223-245.
- Cañas, F.L. 1999. Facies and sequences of the Late Cambrian-Early Ordovician carbonates of the Argentine Precordillera: a physical stratigraphic comparison with Laurentian platforms. En: D. Keppie y V.A. Ramos (eds.), *Gondwana Laurentia connections before Pangea*, Geological Society of America, Special Paper 133: 43-54.
- Chuvashov, B. I. y Riding, R. 1984. Principal floras of Paleozoic marine calcareous algae. *Palaeontology* 27: 487-500.
- Cummings, E.R. 1932. Reefs or bioherms? *Geological Society of America Bulletin* 43: 331-352.
- Dalziel, I. W. D., Cingolani C. A. y Palmer, A. R. 1996. The Argentine Precordillera: A Laurentian Terrane? Penrose Conference Report. *GSA Today* 6: 16-18.
- Demico, R. V. y Hardie, L. A. 1994. *Sedimentary structures and early diagenetic features of shallow marine carbonate deposits*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Atlas Series 1, 265 pp.
- Gómez, F.J., Foglia D.R. y Astini, R.A. 2002. Litofacies del perfil tipo de la Formación La Laja y su transición con la Formación Zonda, Precordillera Oriental de San Juan. *9º Reunión Argentina de Sedimentología* (Córdoba), *Actas*: 25.
- Gomez, F.J., Foglia, R.D., y Astini, R.A. 2003. *Renalcis* in the Laurentian derived Middle Cambrian rocks of the Argentine Precordillera: Morphologies, distribution and stratigraphic position. *3º Congreso Latinoamericano de Sedimentología* (Belém), pp. 209-210.
- Harrington, H.J. y Leanza, A. 1943. Las Faunas del Cámbrico Medio de San Juan. *Revista del Museo de La Plata* 2: 207-223.
- Haslett, P. G. 1976. Lower Cambrian stromatolites from open and sheltered intertidal environments, Wirrealpa, South Australia. En: M.R. Walter (ed.), *Stromatolites*. Elsevier, Amsterdam, pp. 565-584.
- Hofmann, H.J. 1975. Stratiform Precambrian stromatolites, Belcher Islands, Canada: relations between silicified microfossils and microstructure. *American Journal of Science* 275: 1121-1132.
- James, N.P. 1981. Megablocks of calcified algae in the Cow Head Breccia, western Newfoundland: vestiges of a Cambro-Ordovician platform margin. *Geological Society of America Bulletin* 92: 799-811.
- James N. P. y Gravestock, D. I. 1990. Lower Cambrian shelf margin buildups, Flinders Ranges, South Australia. *Sedimentology* 37: 455-480.
- Johnson, J. H. 1966. A review of the Cambrian algae. *Quarterly of the Colorado School of Mines* 61: 162 pp.
- Kayser, A. 1923. Fósiles primordiales e infrasilurianos de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*. 8, Entrega 1-2: 297-332.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera: Sedimentary and Plate tectonic History of a Laurentian Crustal Fragment in South America. *Geological Society of America, Special Paper* 341: 131 pp.
- Kiessling, W. 2001. Paleoclimatic significance of Phanerozoic reefs. *Geology* 29: 751-754.
- Korde, K.B. 1973. Cambrian algae. USSR Academy of Sciences, *Transactions of the Paleontological Institute* (Moscow), 139: 349 pp. (en Ruso).

- Kruse, P.D. Zhuravlev A. Yu. y James, N.P. 1995. Primordial metazoan-calcimicrobial reefs: Tommotian (Early Cambrian) of the Siberian Platform. *Palaaios* 10: 291-321.
- Lehrmann, D.J. 1999. Early Triassic calcimicrobial mounds and biostromes of the Nanpanjiang basin, south China: *Geology* 27: 359-362.
- Luchinia, V. A. 1975. Palaeoalgological characteristics of the Early Cambrian of the Siberian platform. *Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Institute of Geology and Geophysics*, Issue 216. Nauka, Novosibirsk, 98 pp (en ruso).
- Markello J. R. y Read, J. F. 1982. Carbonate ramp-to-deeper shelf transitions of an Upper Cambrian intrashelf basin, Nolichucky Formation, southwest Virginia Appalachians. *Sedimentology* 28: 573-597.
- Maslov, V.P. y Korde, K.B. 1963. Cyanophyta. In: Yu A. Orlov (ed.), *Principles of palaeontology*. USSR Academy of Sciences, Moscow. pp. 29-54 (en ruso).
- Nicholson H.A. y Etheridge, R. Jr. 1880. *A monograph of the Silurian fossils of the Girvan district of Ayrshire with special reference to those contained in the "Gray Collection"*, 1(1). Blackwood, Edinburgh.
- Osleger, D. y Read, J.F. 1991. Relation to eustasy to stacking patterns of meter-scale carbonate cycles, Late Cambrian, U.S.A. *Journal of Sedimentary Petrology* 61: 1225-1252.
- Pentecost, A. y Riding, R. 1986. Calcification in cyanobacteria. En: B.S.C. Leadbeater, y R. Riding, (eds.), *Biominalization of lower plants and animals*. Clarendon, Oxford, pp. 73-90.
- Pfeil, R.W. y Read, J.F. 1980. Cambrian carbonate margin facies, Shady Dolomite, southwestern Virginia, U.S.A. *Journal of Sedimentary Petrology* 50: 91-116.
- Poulsen, V. 1958. Contributions to the Middle Cambrian paleontology and stratigraphy of Argentina. *Muséum de Minéralogie et de Géologie de l'Université de Copenhague, Communications Paléontologiques* 103: 1-22, Copenhagen.
- Pratt, B.R. 1984. Epiphyton and *Renalcis*-diagenetic microfossils from calcification of coccooid blue-green algae. *Journal of Sedimentary Petrology* 54: 948-971.
- Pratt, B.R. y James, N.P. 1982. Cryptalgal-metazoan bioherms of Early Ordovician age in the St. George Group, western Newfoundland. *Sedimentology* 29: 543-569.
- Pratt, B.R., Spincer, B.R., Wood, R. y Zhuravlev, A.Y. 2000. Ecology and evolution of Cambrian reefs. En: *The ecology of the Cambrian radiation*, A.Y. Zhuravlev y R. Riding (eds.), Columbia University Press, 593 p.
- Ramos, V.A., Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Mpodozis, C., Kay, S.M., Cortes J.M. y Palma, M.A. 1986. Paleozoic terranes of the central Argentine Chilean Andes. *Tectonics* 5: 855-880.
- Rapalini, A.E. y Astini, R.A. 1998. Paleomagnetic confirmation of the Laurentian origin of the Argentine Precordillera. *Earth and Planetary Science Letters* 155: 1-14.
- Rees, M.N., Pratt, B.R., y Rowell, A.J. 1989. Early Cambrian reefs, reefs complexes, and associated lithofacies of the Shackleton Limestone, Transantarctic mountains. *Sedimentology* 36: 341-361.
- Riding, R. 1991. Calcified cyanobacteria. En: R. Riding (ed.), *Calcareous Algae and Stromatolites*. Springer-Verlag, Berlín, pp. 55-87.
- Riding, R. 2000. Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial-algal mats and biofilms. *Sedimentology* 47 (Suppl. 1): 179-214.
- Riding, R. 2002. Structure and composition of organic reefs and carbonate mudmounds: concepts and categories. *Earth-Science Reviews* 58: 163-231.
- Riding, R., y Brasier, M. 1975. Earliest calcareous foraminifera. *Nature* (London) 257: 208-210.
- Riding, R. y Soja, C. M. 1993. Silurian calcareous algae, cyanobacteria, and microprolema from the Alexander terrane, Alaska. *Journal of Paleontology* 67: 710-728.
- Riding, R. y Voronova, L. 1985. Morphological groups and series in Cambrian calcareous algae. En: D.F., Toomey y M.H., Nitecki (eds.), *Paleoalgology: Contemporary Research and Applications*. Springer, Berlin Heidelberg, New York, Tokyo, pp. 56-78.
- Riding, R., y Watts, N. 1983. Silurian *Renalcis* (? Cyanophyta) from reefs facies in Gotlan, (Sweden). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte* 4: 242-248.
- Rowland, S.M., y Gangloff, R.A. 1988. Structure and paleoecology of Lower Cambrian reefs. *Palaaios* 3, Reefs Issue: 111-135.
- Saltovskaia, V.D. 1975. Genus Epiphyton Bornemann (probable synonyms and stratigraphic significance). In: *Questions of paleontology of Tadzhikistan*. USSR Academy of Sciences, Dushanbe, pp. 70-88 (en ruso).
- Soja, C.M. y Riding, R. 1993. Silurian microbial associations from the Alexander terrane, Alaska. *Journal of Paleontology* 67: 728-738.
- Stelzner, A. 1923-1924. Contribuciones a la geología de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*. Córdoba 1-2: 228 pp.
- Stephens, N.P. y Sumner, D.Y. 2002. Renalcids as fossilized biofilm clusters. *Palaaios* 17: 225-236.
- Thomas, W.A. y Astini, R.A. 1996. The Argentine Precordillera: A traveler from the Ouachita embayment of North America Laurentia. *Science* 273: 752-757.
- Vologdin, A. G. 1932. *Archaeocyaths of Siberia, part 2. Cambrian fauna Altai limestones*. State Science and Technology Geological Publication, Leningrad, 106 pp. (en ruso).
- Vologdin, A. G. 1962. *The oldest algae of the USSR*. USSR Academy of Sciences, Moscow, 656 pp. (en ruso).
- Wood, R. 1999. *Reef evolution*. Oxford University Press, New York. 414 pp.
- Wray, J. L. 1977. *Calcareous algae. Developments in palaeontology and stratigraphy*, 4. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Oxford, New York. 185 pp.
- Zhuravlev, A. Y. y Wood, R. 1995. Lower Cambrian reefal cryptic communities. *Palaeontology* 38: 443-470.

Recibido: 27 de noviembre de 2003.

Aceptado: 24 de junio de 2004.