

Los estromatolitos del cerro Pan de Azúcar, Sierras Pampeanas Occidentales, San Juan, Argentina. Correlaciones y significado estratigráfico.

Silvio H. PERALTA¹ y Brígida CASTRO de MACHUCA²

Abstract: *THE STROMATOLITES FROM THE PAN DE AZÚCAR HILL, WESTERN SIERRAS PAMPEANAS, SAN JUAN, ARGENTINA. CORRELATIONS AND STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE.* The occurrence of stromatolites (“bowl-shaped”, *Conocollenia?* and planar cryptalgal laminites), in limestone beds exposed at the Pan de Azúcar hill (31° 25' S - 67° 27' W), Western Sierras Pampeanas, San Juan province, Argentina, is reported. The stromatolite-bearing rocks are interlayered within retrograde greenschist facies metamorphic rocks related to the crystalline basement (Valle Fértil Complex) of the nearby Sierra de La Huerta. The stromatolitic structures are described and interpreted as domal-laminated, bowl-shaped and planar stromatolites. Stratigraphic correlations with the Upper Cambrian stromatolite levels of the La Flecha and Zonda formations and the Upper Cambrian-Early Tremadocian La Silla Formation of Eastern and Central Precordillera, and with the crystalline limestones of the Cambrian Angaco Formation, and the Neoproterozoic Difunta Correa Metasedimentary Sequence at the Pie de Palo range, are discussed herein. Also, the correlation with the Neoproterozoic stromatolite levels from the Tandilia System are considered. On the basis of the geochronologic and biostratigraphic correlation, a probable Late Proterozoic (Ediacaran)-Lower Cambrian age is suggested for the Cerro Pan de Azúcar stromatolitic limestones.

Resumen: *LOS ESTROMATOLITOS DEL CERRO PAN DE AZÚCAR, SIERRAS PAMPEANAS OCCIDENTALES, SAN JUAN, ARGENTINA. CORRELACIONES Y SIGNIFICADO ESTRATIGRÁFICO.* Se da a conocer la presencia de estromatolitos en rocas metacarbonáticas aflorantes en el cerro Pan de Azúcar (31° 25' S - 67° 27' O), Sierras Pampeanas Occidentales, provincia de San Juan. Los bancos carbonáticos se intercalan en rocas metamórficas retrógradas de bajo grado atribuidas al basamento cristalino de la sierra de La Huerta (Complejo Valle Fértil). Las estructuras estromatolíticas se interpretan como de tipo cóncavo-laminadas, tentativamente asignadas a formas de tipo *Conocollenia*, globulares, (“bowl-shaped”), y planares. Se analizan las posibilidades de correlación con niveles portadores de estructuras similares del Cámbrico Superior de Precordillera, formaciones La Flecha y La Silla, con las calizas cristalinas de la Formación Angaco, referida al Cámbrico y expuestas en el borde occidental de la sierra de Pie de Palo, con las rocas carbonáticas de la Secuencia Metasedimentaria Difunta Correa, asignadas al Neoproterozoico y expuestas en el sector sur de la sierra de Pie de Palo, y con los niveles estromatolíticos del Neoproterozoico del Sistema de Tandilia. De acuerdo con el análisis de correlación realizado, se sugiere para los estromatolitos del cerro Pan de Azúcar una probable edad Neoproterozoico superior (Ediacarano)-Cámbrico inferior.

Key words: Stromatolites. Stratigraphic correlations. Western Sierras Pampeanas. San Juan.

Palabras claves: Estromatolitos. Correlaciones estratigráficas. Sierras Pampeanas Occidentales. San Juan.

Introducción

El cerro Pan de Azúcar está situado en el borde oriental de la depresión del río Bermejo, aproximadamente en las coordenadas 31° 25' S y 67° 27' O, a unos 14 km al norte de la localidad de Marayes, sobre el camino que une esta localidad con la de Las Chacras, en la provincia de San Juan (Fig.1). Por su proximidad con la sierra de La Huerta, se lo considera como un bloque de basamento cristalino proterozoico desmembrado de ésta, y separado al

¹ INGENIO - FCEF - UNSJ, CONICET, e-mail: speralta@unsj-cuim.edu.ar

² INGENIO - FCEF - UNSJ, CONICET, e-mail: bcastro@unsj-cuim.edu.ar

estructurarse la cuenca triásica de Marayes-El Carrizal que se interpone entre ambos (Castro de Machuca *et al.* 2002 y referencias allí insertas).

La primera mención de calizas en el basamento cristalino entre Marayes y Las Chacras corresponde a Bodenbender (1911, 1912; en Vujovich 1992), quien destaca el parecido de las mismas con las calizas de Precordillera. Bastías *et al.* (1984) describen en un área que abarca al cerro Pan de Azúcar, escamas tectónicas de rocas calcáreas alternantes con metamorfitas, a las que homologan con las calizas cambro-ordovícicas de Precordillera. Bossi (1976) considera al cerro Pan de Azúcar como parte del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas Occidentales, sin hacer mención específica de su geología.

Vujovich (1992, 1995) describe en la Loma de Las Chacras, unos 13 km al norte del cerro Pan de Azúcar, una unidad meta-carbonática a la que denomina Mármol Pan de Azúcar por su semejanza con las rocas carbonáticas aflorantes en el cerro homónimo. Esta unidad integrada por calizas, margas y cuarcitas con metamorfismo en facies de esquistos verdes y altamente deformada (Vujovich 1998), es incluida en el basamento cristalino (Grupo o Complejo Valle Fértil) y se la correlaciona con los metasedimentos del Grupo Cauçete en la sierra de Pie de Palo, asignándosele una edad proterozoica superior dudosa (Ramos y Vujovich 2000).

Castro de Machuca *et al.* (2002) identificaron en el complejo basamental del cerro Pan de Azúcar rocas metamórficas en facies de esquistos verdes a facies de anfibolitas, intensamente retrogradadas y deformadas, que incluyen mayoritariamente a filitas, metacuarcitas, esquistos cuarzo-feldespático-micáceos y anfibolitas. A las mismas se asocia una secuencia carbonática de edad incierta, probablemente Proterozoico superior-Paleozoico inferior (?), representada por las rocas carbonáticas objeto de este estudio. La relación de éstas con las restantes litologías que componen el Complejo Valle Fértil no es clara y, de acuerdo con Bastías *et al.* (1984) y Vujovich (1995), podría interpretarse como de carácter tectónico, mientras que Castro de Machuca *et al.* (2002) sugieren una probable discordancia angular (relación estratigráfica primaria) entre los bancos carbonáticos y el basamento fuertemente milonitizado y plegado.

A partir del estudio detallado de las estructuras estromatolíticas presentes en las rocas carbonáticas del cerro Pan de Azúcar, se analizan sus posibilidades de correlación con niveles portadores de estructuras similares en el ámbito de la Precordillera (Formaciones La Flecha y La Silla), con las calizas cristalinas del borde occidental de la sierra de Pie de Palo (Formación Angaco), con rocas carbonáticas de la Secuencia Metasedimentaria Difunta Correa (sierra de Pie de Palo), y con los niveles estromatolíticos neoproterozoicos del Sistema de Tandilia.

Aspectos geológicos del área de estudio

El cerro Pan de Azúcar (Fig. 1) está constituido por un basamento metamórfico que se correlaciona con el Complejo Valle Fértil de edad proterozoica, y por la secuencia carbonática objeto de este estudio. El basamento está integrado por tres unidades rocosas principales dispuestas en fajas subparalelas y elongadas con rumbo N-S, con contactos netos entre ellas, denominadas unidad cuarcítica (metacuarcitas, filitas cuarzosas y esquistos cuarzo-moscovítico-cloríticos); unidad de esquistos cuarzo-feldespático-micáceo±granatíferos y unidad de rocas anfibólicas (anfibolitas, esquistos hornbléndico-biotíticos, actinolítico-epidóticos y clorítico-epidóticos) (Castro de Machuca *et al.* 2002).

Las rocas carbonáticas conforman cuerpos tabulares discontinuos elongados con rumbo NNO a NNE y buzantes al este, que se destacan en el terreno como crestones (Fig. 2A).

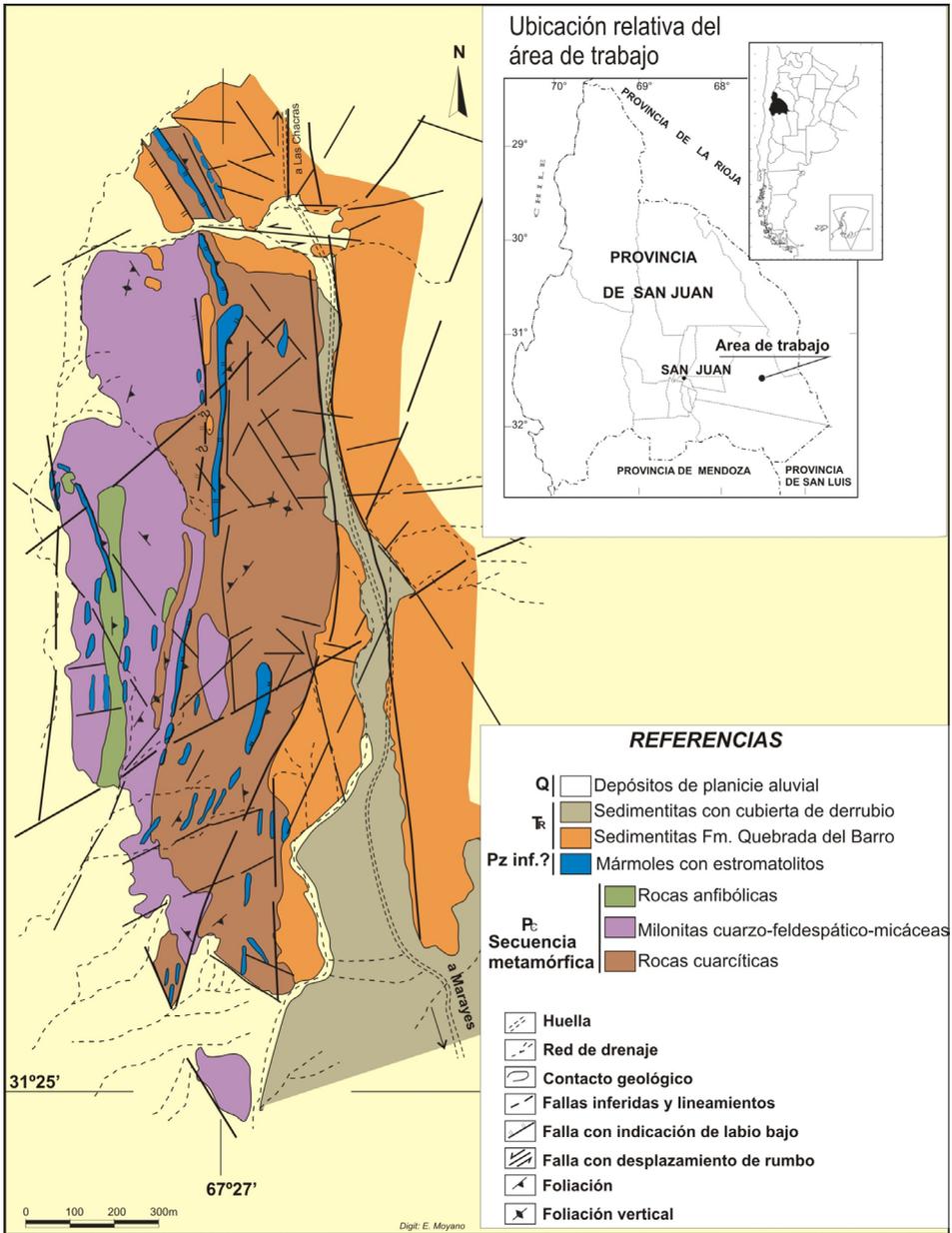


Figura 1. Ubicación del área de estudio y de los niveles de mármoles con estromatolitos (tomado de Castro de Machuca *et al.* 2002).

La disposición actual de los afloramientos es producto de la reactivación de estructuras del basamento a partir del Paleozoico Superior, lo que provocó su ascenso a niveles corticales superficiales con dominio de la deformación frágil, y la repetición por imbricación de escamas tectónicas de metamorfitas y rocas carbonáticas. Estas últimas, siguiendo a Castro de Machuca *et al.* (2002), apoyan sobre las metamorfitas en probable relación de discordancia angular, observándose en ocasiones microbrecha en el contacto caliza-metacuarcita. Es factible que

dicha superficie de discordancia haya favorecido el desarrollo de corrimientos, teniendo en cuenta que las rocas carbonáticas a bajas tasas de deformación son muy dúctiles y sirven como elemento de despegue, hecho éste que dificulta el reconocimiento preciso del tipo de contacto. Las características texturales y composicionales de las rocas carbonáticas del cerro Pan de Azúcar sugieren, por la presencia de láminas algales, un ambiente depositacional de mar somero y de baja a moderada energía, ya que se observan relictos de la matriz micrítica fina oscura original (Castro de Machuca *et al.* 2002). Los rasgos primarios están enmascarados por los procesos diagenéticos y metamórficos incipientes que actuaron durante el soterramiento, obliterando la textura original.

Las observaciones de campo y el análisis petrográfico-estructural, confirman las diferencias entre las rocas carbonáticas y las demás litologías que componen el cerro Pan de Azúcar. No se evidencia en las rocas carbonáticas la intensa deformación dúctil (milonítica) de las metamorfitas, aunque en algunas muestras se aprecia recristalización incipiente con contactos suturales entre granos y un sutil estiramiento de los mismos, que puede atribuirse a la compactación, diagénesis y metamorfismo de grado bajo a muy bajo (anquimetamorfismo). Por lo señalado, el conjunto metamorfitas-rocas carbonáticas no debe ser considerado una unidad formacional (Vujovich 1992, 1995). Bastías *et al.* (1984), Vujovich (1992, 1995) y Castro de Machuca (2002), sobre la base de los datos obtenidos, sugieren una posible conexión entre las rocas carbonáticas del cerro Pan de Azúcar (Mármol Pan de Azúcar *sensu* Vujovich 1995), y aquéllas del margen oriental de Precordillera (formaciones Zonda y/o La Flecha).

Las calizas cristalinas y las estructuras estromatolíticas asociadas

Es un hecho reconocido que las calizas experimentan con facilidad deformación plástica bajo la mayor parte de las condiciones metamórficas imperantes en la corteza, con cambios texturales notorios. De acuerdo con las observaciones efectuadas, las rocas carbonáticas del cerro Pan de Azúcar no presentan la intensa deformación dúctil que caracteriza al basamento cristalino, reconociéndose las texturas sedimentarias originales aunque obliteradas por los procesos diagenéticos y metamórficos experimentados con posterioridad. Los rasgos más conspicuos producidos en las diferentes etapas de estos procesos son: recristalización parcial (excepcionalmente total) de la matriz de las calizas a un mosaico calcítico con leve aumento del tamaño de grano, contactos intergranulares suturales, planos de maclas ligeramente flexurados, orientación de las escasas folias micáceas presentes, y formación de estilolitas y al menos dos generaciones de fracturas, una con relleno calcítico esparítico y otra con óxidos de hierro (Castro de Machuca *et al.* 2002).

Las calizas cristalinas del cerro Pan de Azúcar son macizas, ásperas al tacto, de color gris mediano y grano fino, con típica textura paquidérmica superficial. En su mayoría exhiben bandeamiento por alternancia de capas subparalelas claras y oscuras, de espesor centimétrico a milimétrico, generalmente microplegadas y con microfallas que las cortan y desplazan (Fig. 2B). Las muestras analizadas corresponden a calizas del tipo mudstone laminado algal y calizas con recristalización leve con litología original fango-sostén. Están compuestas por calcita (95-100%) y escaso material silicoclástico ($\leq 5\%$) en el que predominan clastos de cuarzo monocristalino tamaño arena media (0,25-0,35 mm), plagioclasa y folias de mica blanca irregularmente distribuidas. Como minerales accesorios hay pirita limonitizada y grafito microgranular pulverulento en guías o constituyendo bandas. Poseen una matriz de naturaleza micrítica y color gris oscuro, con cemento de microesparita que conforma un

mosaico equigranular. En algunas muestras se observan laminitas micríticas oscuras planas y onduladas continuas que alternan con otras más claras y de textura más gruesa, que se interpretan como de probable naturaleza algal (criptoalgal). Son comunes las venillas de calcita esparítica clara de grano medio rica en hierro y las juntas estilolíticas y microestilolíticas en las que se dispone material pelítico, óxidos de hierro (goethita) y/o grafito.

Los estromatolitos se encuentran asociados a los bloques carbonáticos, los que exhiben un marcado fracturamiento como resultado del tectonismo que afectó la zona. En algunos casos, las estructuras estromatolíticas se presentan dispersas, o bien formando bancos continuos que se intercalan con el material metasedimentario de origen siliciclástico. Los estromatolitos presentan distintos tipos de estructuras:

- a) Globulares (“Bowl-shaped”), equidimensionales (Fig. 2B), con base cóncava y desarrollo de una marcada convexidad hacia la parte superior, con un ancho a la base de unos 20 cm y una altura no superior a los 20 cm. A simple vista se observa una marcada alternancia de láminas delgadas (<1 mm), de coloraciones claras y oscuras, interpretadas como de probable naturaleza criptoalgal.
- b) Dómico-laminadas, tipo C de Kumar (1981), tentativamente asignadas a formas de tipo *Conocollenia* (Maslov, 1960) (Fig. 2 C y E).
- c) Planares (“Planar Cryptalgal laminites”) (Fig. 2F).

En el terreno no ha sido posible verificar la continuidad lateral ni la extensión vertical de los niveles estromatolíticos debido al desmembramiento tectónico extremo que ha afectado a los niveles carbonáticos a los cuales se asocian. Asimismo, las modificaciones diagenéticas y metamórficas experimentadas por estas rocas dificultan el reconocimiento de algunas de las estructuras biogénicas.

Consideraciones regionales y bioestratigráficas

La presencia de rocas carbonáticas de aspecto similar al de las calizas de Precordillera al este de la sierra de Pie de Palo, y su relación con el basamento de las Sierras Pampeanas Occidentales, plantea numerosos interrogantes cuyo esclarecimiento permitirá elaborar modelos paleogeográficos coherentes con la historia geológica de los terrenos de Sierras Pampeanas Occidentales y Cuyania, y con la evolución geotectónica del margen proto-Pacífico de Sudamérica (Gondwana Occidental).

Los niveles carbonáticos del Cámbrico Superior de Precordillera, como es el caso de las formaciones Zonda y La Flecha, y del Cámbrico Superior-Tremadociano de la Formación La Silla, estas dos últimas caracterizadas por la ocurrencia habitual de niveles de estromatolitos, constituyen el punto más próximo de correlación con las calizas del cerro Pan de Azúcar. Si bien la edad de las mencionadas formaciones está claramente definida en base a su contenido paleobiológico (trilobites y conodontes), no ocurre lo mismo con los niveles estromatolíticos del cerro Pan de Azúcar, en los que la falta de registro de elementos paleobiológicos diagnósticos, como así también de dataciones geocronológicas, no permite definir su edad de forma fehaciente. Bastías *et al.* (1984), Vujovich (1995) y Castro de Machuca *et al.* (2002), sugieren la correlación de las calizas del cerro Pan de Azúcar con sus equivalentes homotácicos del banco carbonático cámbrico de Precordillera Central y Oriental.

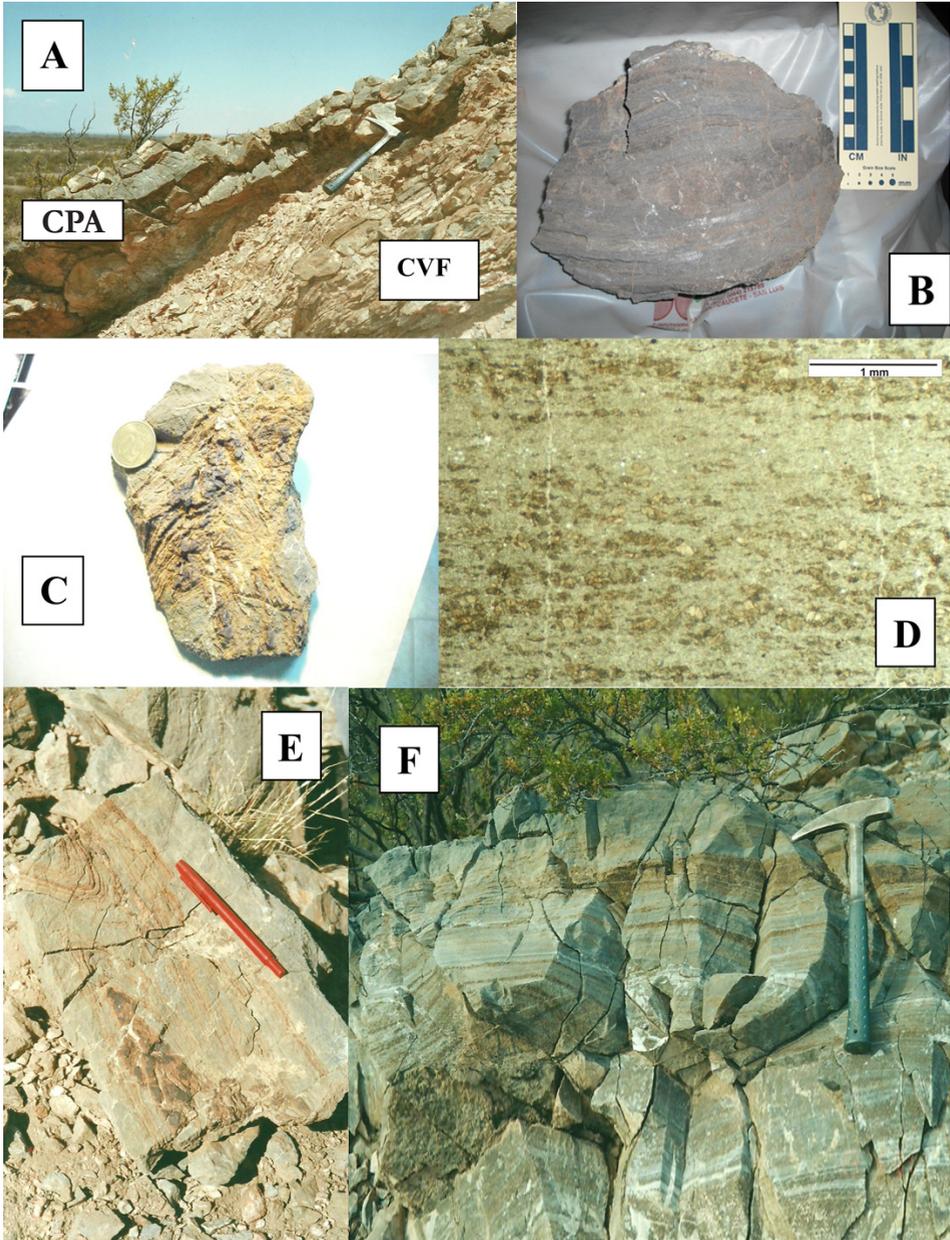


Figura 2. A) Bancos de calizas anquimetamórficas con estromatolitos del cerro Pan de Azúcar (CPA), en contacto (tectónico?) sobre filitas y esquistos cuarzo-micáceos del Complejo Valle Fértil (CVF). La piqueta como escala. B) Muestra de estromatolito de forma globular (“bowl-shaped”) de los metasedimentos carbonáticos del cerro Pan de Azúcar, Sierras Pampeanas Occidentales, provincia de San Juan. C, E) Estromatolito de forma domal-laminado, tentativamente asignado a *Conocollenia?*. En E, la estructura estromatolítica es resaltada por pigmentos limoníticos y nódulos de chert. D- Mudstone laminada algal. Láminas paralelas y continuas, planas a suavemente onduladas de micrita oscura rica en materia orgánica (?) y micrita clara de grano algo más grueso. Fotomicrografía con nicols paralelos. F) Nivel de estromatolitos planares (“planar cryptoalgal laminite”), el bandeamiento es debido a recristalización incipiente en mármol.

Las calizas cristalinas de la Formación Angaco, asignadas al Cámbrico en base a dataciones isotópicas en granos detríticos de circón (Galindo *et al.* 2004, Naipauer *et al.* 2010), carecen hasta el presente del registro de estructuras estromatolíticas, por lo cual su correlación bioestratigráfica con las calizas del cerro Pan de Azúcar resulta difícil de establecer. Sin embargo, se destaca en estos carbonatos la presencia de trazas fósiles descritas por Bordonaro *et al.* (1992), que permiten asignarlos al Cámbrico. La correlación con las calizas cristalinas del cerro Salinas, homologadas con sus equivalentes del Grupo Caucete (Comínguez y Ramos 1991, Cingolani *et al.* 2003), muestra un grado de incertidumbre similar al de las calizas de la Formación Angaco. Por otra parte, en el sector sur de la sierra de Pie de Palo, afloran rocas carbonáticas de la Secuencia Metasedimentaria Difunta Correa que constituyen la cubierta de rocas del basamento Grenvilliano. Estudios de naturaleza isotópica (relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y valores de δC^{13}) indican para estas rocas una edad neoproterozoica (Pampeano), entre 720 y 580 Ma (Galindo *et al.* 2004; Rapela *et al.* 2007). Estas rocas, al igual que las de la Formación Angaco, carecen de registro bioestratigráfico como así también de estructuras estromatolíticas, lo que también dificulta su correlación con los estromatolitos del cerro Pan de Azúcar. A lo expuesto se suma la falta de datos sobre la edad del Complejo Valle Fértil y su relación cronoestratigráfica con las calizas cristalinas aquí estudiadas, en función de los argumentos expuestos precedentemente.

A nivel interregional, cabe destacar la ocurrencia de niveles carbonáticos con estromatolitos en la Formación Villa Mónica, en el Sistema de Tandilia, cuya edad es asignada por Gaucher *et al.* (2005) al Precámbrico Superior (Ediacariano: 542-630 Ma, International Stratigraphic Chart 2008; Ogg *et al.* 2008), en base a relaciones estratigráficas y contenido paleobiológico (palinomorfos). Pese al grado de incertidumbre que existe sobre la edad de las calizas del cerro Pan de Azúcar, no debería descartarse una posible correlación con los niveles estromatolíticos de Tandilia.

Análisis isotópicos preliminares de C y O realizados sobre las calizas cristalinas del cerro Pan de Azúcar en la Universidad Federal de Pernambuco (Brasil), arrojaron valores de $\delta\text{O}^{18}_{\text{SMOW}}$ que oscilan entre +9,93 y +12,15 ‰, de $\delta\text{O}^{18}_{\text{PDB}}$ entre -20,30 y -18,15 ‰ y de $\delta\text{C}^{13}_{\text{PDB}}$ entre -1,13 y +0,80 ‰. Estos valores se encuentran fuera de los límites establecidos para muestras no alteradas por procesos post-depositacionales, lo que indica que las relaciones isotópicas $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ en las rocas carbonáticas estudiadas sufrieron modificaciones post-depositacionales debidas principalmente a los cambios diagenéticos y metamórficos ya especificados, y a las perturbaciones tectónicas. En coincidencia, valores de δO^{18} y de Mn/Sr obtenidos por Naipauer *et al.* (2005) sobre dos muestras del Mármol Pan de Azúcar en la Loma de las Chacras y en el cerro Pan de Azúcar, también caen fuera de los límites establecidos para muestras no alteradas por procesos post-depositacionales. Según estos autores los valores de $\delta\text{O}^{18}_{\text{SMOW}}$ oscilan entre +11,78 y +12,56 ‰ y los de $\delta\text{C}^{13}_{\text{PDB}}$ (entre -1,3 y +0,3 ‰). Asimismo las relaciones isotópicas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de los mármoles del Cerro Pan de Azúcar son notoriamente radiogénicas y ninguna de las muestras analizadas tiene valores de Mn/Sr < 0,2 típicos de los carbonatos no alterados (Naipauer *et al.* 2005). Pese a la falta de registro paleobiológico y geocronológico en las calizas del cerro Pan de Azúcar, y a la ausencia de edades radimétricas en las rocas metamórficas a las cuales se asocian, se propone tentativamente asignar estas rocas carbonáticas al Precámbrico Superior-Cámbrico Inferior.

Conclusiones

- La presencia de estructuras estromatolíticas en los mármoles del cerro Pan de Azúcar, es coherente con el registro previo de estructuras microalgales realizada por Castro de Machuca *et al.* (2002)
- Las posibilidades de correlación de los estromatolitos del cerro Pan de Azúcar con depósitos carbonáticos de edad cámbrica superior expuestos en la Precordillera (formaciones Zonda y La Flecha), y de edad Cámbrico superior-Tremadociano (Formación La Silla), como así también con los metacarbonatos de la sierra de Pie de Palo (Caliza Angaco) y de la Loma de Las Chacras en la sierra de La Huerta, Sierras Pampeanas Occidentales, son inciertas debido a la falta de registros geomorfológicos y paleobiológicos diagnósticos en los metacarbonatos del cerro Pan de Azúcar.
- En los metacarbonatos de la sierra de Pie de Palo como en los del cerro Salinas, no se han reconocido hasta el presente estructuras estromatolíticas. Una excepción se presenta en las calizas metamórficas de la Formación Angaco, en el borde occidental de la sierra de Pie de Palo, donde se menciona la presencia de trazas fósiles que indicarían una edad cámbrica.
- A nivel interregional no se descarta la posible correlación cronológica, en sentido amplio, de las calizas anquimetamórficas del cerro Pan de Azúcar con los niveles de carbonatos portadores de estromatolitos de la Formación Villa Mónica (Neoproterozoico Superior), en el Sistema de Tandilía, haciendo notar el traslape geocronológico entre estas últimas y aquéllas incluidas en la Secuencia Metasedimentaria Difunta Correa, en el sector sur de la sierra de Pie de Palo.
- Pese a la ausencia de registros geocronológicos y paleobiológicos diagnósticos en las calizas estromatolíticas del cerro Pan de Azúcar, y a la incertidumbre en las relaciones de campo se sugiere, en base a los datos existentes, una posible edad neoproterozoica superior-cámbrica inferior para las mismas.

Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias al aporte de los proyectos “Olistostromas del Devónico de la Precordillera de San Juan. Parte 2”, financiado por CICITCA-UNSJ y “Petrogénesis y ambiente geotectónico del magmatismo gondwánico de las Sierras Pampeanas de la provincia de San Juan” subsidiado por CONICET. Los autores también expresan agradecimiento al Instituto de Geología (INGEO), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.

Bibliografía

- Bastías, H., Baraldo, J. y Pina, L. 1984. Afloramientos calcáreos en el borde oriental del valle del Bermejo, provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39 (1-2): 153-155, Buenos Aires.
- Bordonaro, O.L., Aceñolaza, F.G. y Pereyra, M.E. 1992. Primeras trazas fósiles de la sierra de Pie de Palo, San Juan, Argentina. *Revista Ciencias*, 1 (1): 7-14. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.
- Bossi, G. 1976. Geología de la cuenca de Marayes-El Carrizal. *6º Congreso Geológico Argentino*, Actas 1: 23-28, Bahía Blanca.
- Castro de Machuca, B., Conte-Grand, A., Pontoriero, S., Meissl, E. y Beresi, M. 2002. Geología del cerro Pan de Azúcar, Sierras Pampeanas Occidentales, San Juan, Argentina. *En* Cingolani, C., Cabaleri, N., Linares, E., López de Luchi, M., Ostera, H. y Panarello, H. (eds.). *15º Congreso Geológico Argentino*, Actas I: 129-135, El Calafate.

- Cingolani, C., Kawashita, K., Naipauer, M., Varela, R. y Chemale, F. 2003. Sr isotopic composition and Pb-Pb age of Neoproterozoic-Lower Paleozoic carbonate sequence at Salinas Hill and Pie de Palo Range, Western Argentina. 4° *South American Symposium on Isotope Geology*, Abstracts: 164-167.
- Comínguez, A. y Ramos, V.A. 1991. La estructura profunda entre Precordillera y Sierras Pampeanas de la Argentina: Evidencias de la sísmica de reflexión profunda. *Revista Geológica de Chile*, 18 (1): 3-14.
- Galindo, C., Casquet, C., Rapela, C., Pankhurst, R.J., Baldo, E. y Saavedra, J. 2004. Sr, C and O isotope geochemistry and stratigraphy of Precambrian and lower Paleozoic carbonate sequences from the Western Sierras Pampeanas of Argentina: tectonic implications. *Precambrian Research* 131: 55-71.
- Gaucher, C., Poiré, D.G., Gómez Peral, L. y Chigliano, L. 2005. Litoestratigrafía, bioestratigrafía y correlaciones de las sucesiones sedimentarias del Neoproterozoico-Cámbrico del Cratón del Río de la Plata (Uruguay y Argentina). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, 12 (2): 145-160.
- Kumar, A. 1981. Upper Krol Stromatolites from Nainital Hills, Kumaun Himalaya, India. In: C. Monty (ed.), *Proterozoic Stromatolites*. Case Histories, p. 36-44. Springer-Verlag.
- Maslov, V. P. 1960. Stromatolites: Their genesis, method of study, relationship to facies, and their geological importance based on examples from the Ordovician of the Siberian Platform. *Academy of Sciences of the USSR, Geological Institute Proceedings*, 41, 188 p. (In Russian).
- Naipauer, M., Cingolani, C.A., Valencio, S., Chemale Jr., F., Vujovich, G.I. 2005. Estudios isotópicos en carbonatos marinos del terreno Precordillera-Cuyania: ¿plataforma común en el Neoproterozoico - Paleozoico Inferior?. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 12: 89-108.
- Naipauer, M., Vujovich, G., Cingolani, C.A. and McClelland, W.C. 2010. Detrital zircon analysis from the Neoproterozoic Cambrian Sedimentary cover (Cuyania Terrane), Sierra de Pie de Palo, Argentina: Evidence of a Rift and Passive Margin System? *Journal of South American Earth Sciences*, 29 (2): 306-326.
- Ogg, J.G., Ogg, G. and Grandstein, F.M. 2008. The Concise Geologic Time Scale. International Global Stratigraphic Chart 2008. In: *International Commission on Stratigraphy (ICS, www.stratigraphy.org)*, International Union of Geological Sciences (IUGS), UNESCO.
- Ramos, V. y Vujovich, G. 2000. Hoja geológica 3169-IV San Juan, provincia de San Juan. *Servicio Geológico Minero Argentino*, Secretaría de Energía y Minería, Boletín 243. Buenos Aires.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Fanning, C.M., Baldo, E.G., González-Casado, J.M., Galindo, C., Dahlquist, J. 2007. Datación U-Pb SHRIMP de circones detríticos en parafibrolitas neoproterozoicas de la secuencia Difunta Correa (Sierras Pampeanas Occidentales, Argentina). *Geogaceta* 38: 227-230.
- Vujovich, G. 1992. Estudio petrológico y tectónico del metamorfismo de la sierra de La Huerta, provincia de San Juan. *Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata*, 300 págs. (inédito). La Plata.
- Vujovich, G. 1995. Geología del basamento ígneo-metamórfico de la Loma de Las Chacras, sierra de La Huerta, provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (3-4): 321-336, Buenos Aires.
- Vujovich, G. 1998. Hoja geológica 3166-III Chepes, provincias de San Juan y La Rioja. *Servicio Geológico Minero Argentino*, Secretaría de Energía y Minería, Boletín 251 (edición preliminar). Buenos Aires.

Recibido: 20 de abril de 2010

Aceptado: 15 de julio de 2010

