

Significado de las Calizas Negras de la Formación Las Tienditas (Ediacarano-Cámbrico inferior) en el Noroeste Argentino.

Susana B. ESTEBAN¹ y Florencio G. ACEÑOLAZA¹

Abstract: *A SIGNIFICANCE OF THE BLACK LIMESTONES OF LAS TIENDITAS FORMATION (EDIACARAN-LOWER CAMBRIAN) IN NORTHWEST ARGENTINA.*- Black limestone facies cropping out at Las Tienditas Locality (Salta) have been studied by means of organic matter content. 11 samples collected along the section display that the dark color is partially due to the organic carbon content. The samples from the upper part of the section have provided high levels of organic carbon (4% TOC), while the middle and lower part display values below 1% TOC. Data allows to identify these limestone as organic-related carbon-rich facies associated to a explained by elevate bioproductivity in marine platform. The fine lamination observed in part of the sequence has been interpreted as tidal rhythmites developed on a shallow marine environment.

Resumen: *SIGNIFICADO DE LAS CALIZAS NEGRAS DE LA FORMACIÓN LAS TIENDITAS (EDIACARANO-CÁMBRICO INFERIOR) EN EL NOROESTE ARGENTINO.*- Se estudian las calizas negras aflorantes en la localidad de Las Tienditas (Salta). Análisis de materia orgánica realizados en 11 muestras obtenidas a lo largo del perfil demuestran que el color oscuro de las mismas se debe en parte al contenido de carbono orgánico presente. Las muestras del tramo superior de la secuencia han proporcionado altos valores de carbono orgánico (4% COT), en tanto que el resto muestra valores por debajo de 1% COT. Esto permite identificar a estas calizas como facies ricas en carbono orgánico y asignarles un origen mayormente biogénico relacionado al desarrollo de una elevada productividad en plataformas marinas. La fina laminación observada en parte de la secuencia ha sido interpretada como ritmitas, de ambientes marinos someros dominados por mareas.

Key words: Ediacarano-Cámbrico Inferior. Formación Las Tienditas. Salta. Calizas Negras. Significado Paleambiental.

Palabras clave: Ediacaran-Lower Cambrian. Las Tienditas Formation. Salta. Black Limestones. Paleoenvironmental Significance.

Introduction

Es ampliamente conocido que en las provincias de Salta y Jujuy afloran rocas carbonáticas intercaladas en una secuencia siliciclástica de edad ediacarana-cámbrica inferior. Estas calizas forman parte del basamento cristalino del norte argentino y han sido descritas como integrantes de la Formación Puncoviscana *s.l.* (Turner, 1960) o del Grupo Lerma (Salfity *et al.*, 1975). A pesar de los problemas de correlación estratigráfica existentes entre los distintos afloramientos del basamento, los bancos calcáreos de Las Tienditas (Salta) y León-Volcán-Tumbaya (Jujuy) originalmente fueron considerados como correspondientes a un mismo nivel estratigráfico, principalmente basado en la similitud de sus características petrográficas (Salfity *et al.*, 1975; Baldis y Omarini, 1984).

¹ INSUGEO.- Universidad Nacional de Tucumán-CONICET. Miguel Lillo 205. 4000 San Miguel de Tucumán.
susana_esteban2003@yahoo.com.ar; facenola@infovia.com.ar

La necesidad de mejorar los elementos de correlación que permitieran dar una interpretación cronoestratigráfica de las mismas, motivó diferentes autores a aplicar nuevas tecnologías que pudieran orientar cual es su posicionamiento temporal. Es así que trabajos quimioestratigráficos desarrollados por Sial *et al.* (2001, a y b) trataron de aportar nuevos elementos de juicio para este objetivo, teniendo en consideración la isotopía de O, C y Sr. Tal fue así que a Toselli *et al.* (2005) los datos obtenidos les permitió observar diferencias de isotopía entre los distintos afloramientos, las cuales posiblemente se debían a distintas posiciones cronoestratigráficas de estas rocas. Particularmente llamó la atención que en el perfil relevado por estos autores, el límite Ediacarano-Cámbrico podría tentarse en la zona del camino que lleva a dicha localidad. Recientemente, López de Azarevich *et al.* (2010a y b) han realizado un estudio isotópico detallado en las calizas de la Formación Las Tienditas, el cual ha permitido establecer que la signatura isotópica la posicionaría en el lapso Neoproterozoico tardío-Cámbrico inicial.

No obstante los numerosos estudios realizados en las calizas de la Formación Puncoviscana *s.l.*, es relativamente poco lo que se ha dicho acerca del significado paleoambiental de las mismas. Aceñolaza y Esteban (2007) postulan para los carbonatos de las Tienditas un ambiente marino pobre en oxígeno que permitió la preservación de la materia orgánica. Por otra parte, Omarini *et al.* (2008) consideran que estas calizas corresponden a depósitos de ritmitas tidales, acumulados en plataformas someras influenciadas por mareas.

En el presente trabajo se trata de interpretar el origen y las implicancias paleoambientales de las calizas negras de la Formación Las Tienditas, en la provincia de Salta, para lo que se realizó un muestreo en el perfil aflorante a la vera del camino que llega a la zona, el cual ya fuera relevado anteriormente para la obtención de los datos isotópicos que estudiaran Sial *et al.* (2001a y b)

Marco Geológico y Ubicación del Area de Estudio

Las rocas carbonáticas de la Formación La Tienditas han sido estudiadas y referidas por diversos autores, entre otros tales como Ortiz (1962), Salfity *et al.* (1975), Baldis y Omarini (1984), Omarini y Baldis (1984), Sial *et al.* (2001a y b), Toselli *et al.* (2005), Aceñolaza y Esteban (2007), López de Azarevich y Omarini (2008b) y López de Azarevich *et al.* (2010a y b) en el sector NW de la sierra del Castillejo, a 31 km al SE de la ciudad de Salta en el Valle de Lerma.

En el perfil que va entre el Río Arias y el camino a Las Tienditas se estima que la columna estratigráfica está constituida por 250 m de calizas negras de grano fino que hacia arriba se hacen algo margosos, estratificadas en bancos homogéneos y niveles de calizas brechosas (Figura 1). Si bien no está clara la relación estratigráfica se considera que dicha formación se apoya en concordancia sobre la Formación Sancha y hacia el techo pasa a niveles cuarzo arenosos atribuibles a la Formación Puncoviscana *s.s.* (Baldis y Omarini, 1984). En el perfil de Tumbaya Grande se puede observar una dominancia de bancos masivos de calizas y subordinados sectores finamente laminados (ritmitas) que se disponen en capas de espesores variables, desde pocos centímetros a decímetros.

Con el objeto de analizar el contenido de materia orgánica se obtuvieron muestras del perfil las que fueron analizadas químicamente para comprobar su contenido en C orgánico y las variaciones que se observan a lo largo del mismo.

Características Petrográficas y Geoquímicas

La sección estudiada con rocas carbonáticas de la Formación Las Tienditas corresponden predominantemente a calizas micríticas de colores gris oscuro a negro (Figura 2A y B). Presentan principalmente calcita microcristalina (micrita) aunque es posible observar

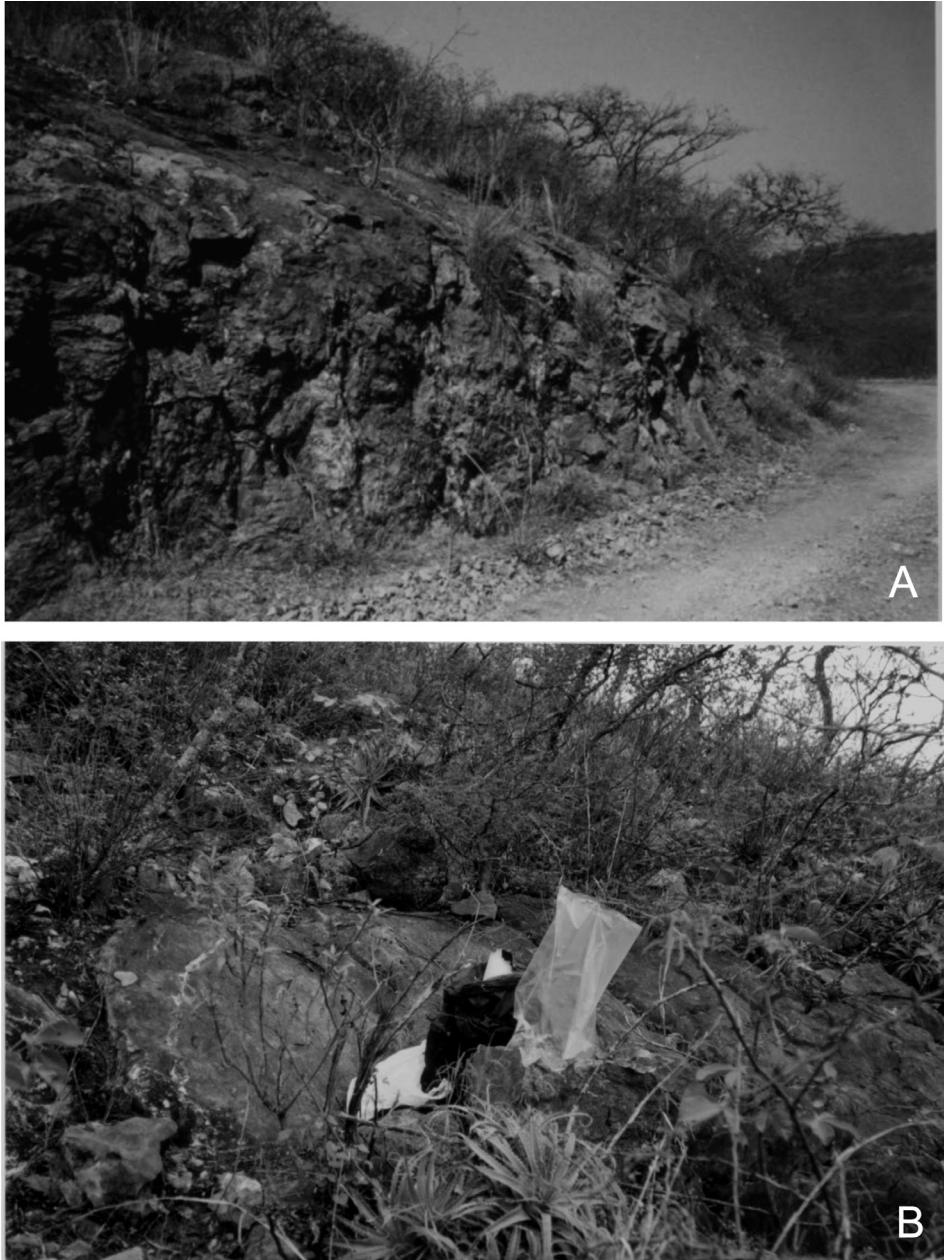


Figura 1. A. Vista del afloramiento de la Formación Las Tienditas a la vera del camino que conduce a la localidad homónima. B. Vista de los niveles de calizas negras de grano fino homogéneas con venas de calcita.

microesparita y cristales de calcita esparítica (Figura 2C y D). La esparita ocupa los espacios porales constituyendo el cemento de la roca. Son cristales ecuanter, poikilotópicos, por lo general limpios, que han cristalizado en continuidad óptica sobre los granos minerales. En forma subordinada hay cuarzo que se encuentran dentro de la matriz micrítica y rellenando algunas venas. Son cristales anhedrales, con muchas impurezas, que en ocasiones constituyen mosaicos policristalinos.

Los minerales opacos se presentan constituyendo cuerpos esféricos de color negro (Figura 2E) que a veces pueden estar dentro de los cristales de micro o pseudoesparita o

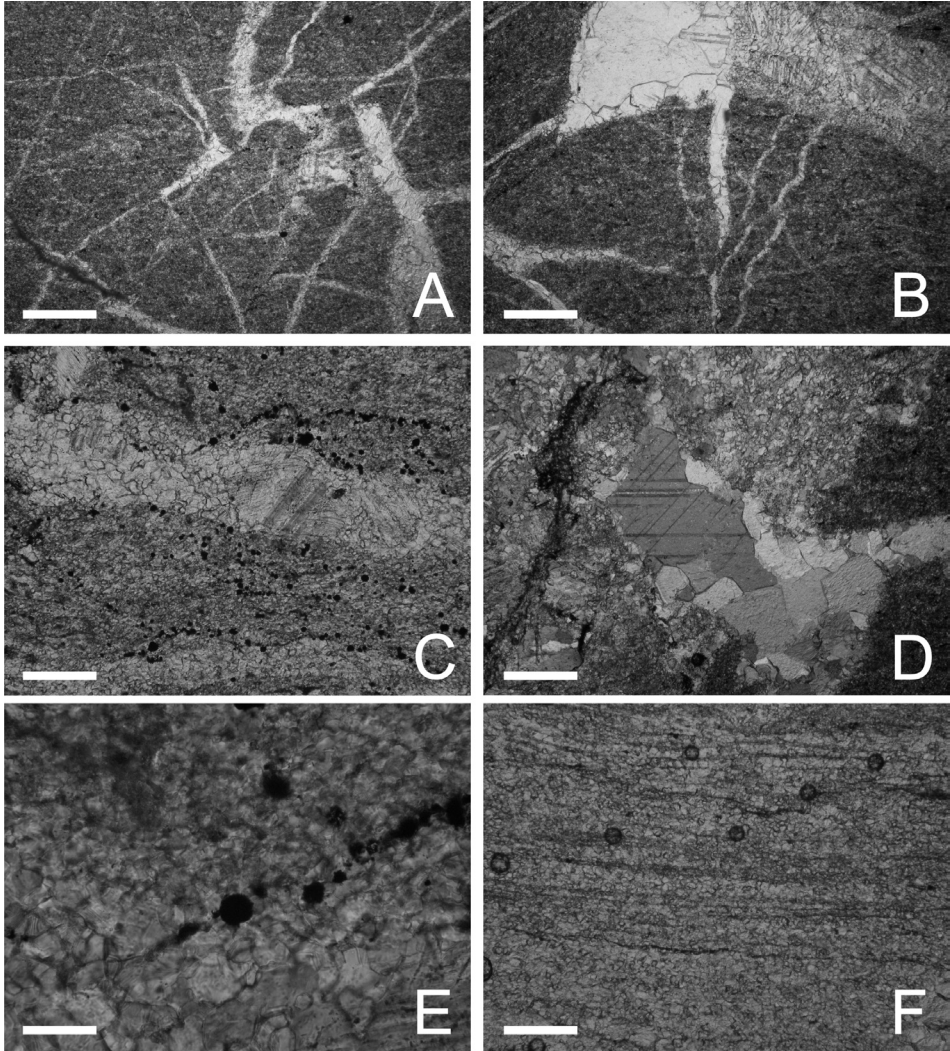


Figura 2. A y B. Microfotografía de las calizas negras de la Formación Las Tienditas donde se puede observar la abundancia de micrita y las numerosas venillas, algunas de ellas rellenas de carbonato secundario, que atraviesan a las mismas. La escala representa 0.3 mm. C y D. Cristales de microesparita y esparita. La escala en C representa 0.2 mm y en D representa 0.3 mm. E. Granos de minerales opacos constituyendo cuerpos a veces muy redondeados. La escala representa 0.04 mm. Observe la presencia abundante de estos granos de opacos en la figura 2C. F. Fina laminación la cual puede se observada en algunos bancos de calizas. Observe el aspecto ondulado que muestran algunas de las láminas. La escala representa 0.3 mm.

también a lo largo de las paredes de las venas. Otras veces los opacos se presentan como manchas irregulares de distintos tamaños. Normalmente las calizas micríticas presentan un aspecto brechoso (Figura 2A) con numerosas venas micrométricas a centimétricas rellenas de carbonato de calcio en cristales de tamaños que varían desde microesparita a pseudoesparita (Figura 2B y C). Sial *et al.* (2001a) menciona además la presencia de materia orgánica recristalizada, granos de pirita y fragmentos líticos.

Internamente algunos bancos de calizas presentan una fina laminación, la cual puede ser plano paralela o bien suavemente ondulosa (Figura 2F), cuyo origen puede encontrarse en tapetes microbiales u algales de naturaleza cianobacterial (*Laminites* ?). Se menciona que este tipo de estructuras tienen origen cianobacterial (sustancias exopoliméricas, filamentosas y bacterias coccoideas) (Pacton *et al.*, 2006).

La presencia de microesparita y pseudoesparita en las calizas de la Formación Las Tienditas se debe a un proceso de neomorfismo que actuó sobre la micrita original. Teniendo en cuenta que esta última es susceptible a la alteración diagenética, fue reemplazada en algunos sectores por mosaicos de cristales más grandes de calcita a partir de la recristalización de la misma.

La fina laminación ha sido interpretada por algunos autores como ritmitas tidales (Omarini *et al.*, 2008). No obstante, un origen orgánico algal (Baldis y Omarini, 1984) o microbioalgal (López de Azarevich *et al.*, 2010b) fue propuesto por distintos autores.

Las múltiples venas que atraviesan a las calizas, dando a las mismas un aspecto brechoso, son consideradas producto del proceso de deformación que afectó a toda la Formación Puncoviscana *s.l.*

En cuanto a los datos geoquímicos e isotópicos de las rocas carbonáticas de la Formación Puncoviscana *s.l.*, los mismos eran escasos y provenían de las secuencias aflorantes en Jujuy, las cuales eran explotadas económicamente en la cantera Bárcena (Porto *et al.*, 1990). En los últimos años se han llevado a cabo diversos trabajos isotópicos en los carbonatos de la provincia de Salta (Las Tienditas) y de Jujuy (León, Volcán y Tumbaya) (Sial *et al.*, 2001a y b; Toselli *et al.*, 2005). Los análisis realizados por Sial *et al.* (2001a y b) en el perfil de Las Tienditas

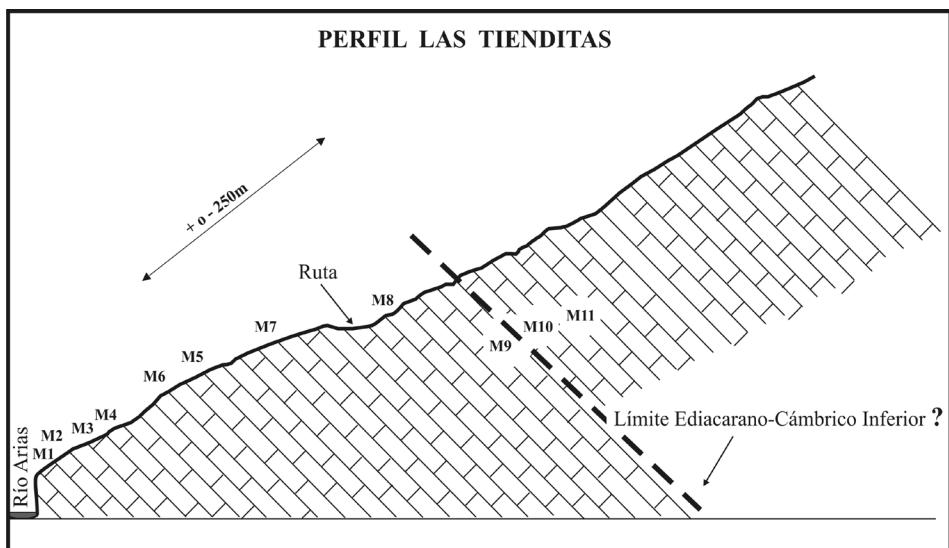


Figura 3. Perfil de la Formación Las Tienditas entre el Río Arias y el camino a la localidad homónima donde se indica la ubicación de las muestras analizadas para la determinación de materia orgánica con posible ubicación del límite ediacarano-cámbrico.

indican valores de $\delta^{13}\text{C}$ altamente positivos para la base de la secuencia y un decrecimiento gradual hacia el techo. Para dichos autores $\delta^{13}\text{C}$ varía entre -1.6 y +3.4‰PDB.

Mientras tanto, los isótopos de oxígeno exhiben un comportamiento opuesto, con fuertes oscilaciones en la base de la unidad y un incremento gradual hacia la parte superior de la secuencia, alcanzando un máximo de -5 ‰PDB aproximadamente a 15 m del techo de la sección. Sin embargo, para López de Azarevich *et al.* (2010a y b) los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en Las Tienditas son regularmente positivos (+ 1.0 ‰) con una excursión negativa (- 2,16‰PDB) aproximadamente a 48 m de la base de la secuencia, que representaría la excursión negativa global del Neoproterozoico terminal.

Teniendo en cuenta el color oscuro de las calizas de Las Tienditas, se llevaron a cabo estudios de materia orgánica en 11 muestras tomadas a lo largo del perfil. En la mayoría de estas muestras, el contenido de materia orgánica no supera el 1%, sin embargo en los puntos de muestreo identificados como 10 y 11 correspondientes a la parte superior del perfil (Figura 3) los valores llegan a alcanzar hasta el 4% (ver Figura 4).

Muestra	Descripción de la muestra	Carbono Orgánico %	Materia Orgánica %	Calificación
1	Las Tienditas 6000	0.4	0.68	Pobre
2	Las Tienditas 6001	0.4	0.68	Pobre
3	Las Tienditas 6002	0.22	0.38	Extremadamente Pobre
4	Las Tienditas 6003	0.12	0.20	Extremadamente Pobre
5	Las Tienditas 6004	0.16	0.27	Extremadamente Pobre
6	Las Tienditas 6005	0.24	0.41	Extremadamente Pobre
7	Las Tienditas 6006	0.20	0.34	Extremadamente Pobre
8	Las Tienditas 6007	0.04	0.07	Extremadamente Pobre
9	Las Tienditas 6008	0.02	0.034	Extremadamente Pobre
10	Las Tienditas 6009	0.74	1.27	Moderadamente Pobre
11	Las Tienditas 6010	2.25	3.88	Rica

Figura 4. Cuadro de valores de materia orgánica de las calizas oscuras de la Formación Las Tienditas. Para calificar las muestras se ha utilizado el Método de Walkley-Black.

Interpretación Paleoambiental

Durante muchos años, se consideró que la Formación Puncoviscana correspondía a depósitos marinos profundos relacionados a abanicos submarinos (turbiditas) (Durand, 1988, 1990, 1993; Jezek, 1990). Dentro de este modelo paleoambiental, las rocas carbonáticas eran consideradas como depósitos precipitados sobre una dorsal dentro del ámbito de sedimentación clástica (Jezek, 1990). Asimismo, Camacho *et al.* (1993) en un estudio sobre las dolomitas de Tumbaya interpretan que las mismas corresponderían a una plataforma calcárea alejada de la costa, dispuesta sobre un cuerpo volcánico de tipo pilar submarino.

Recientes investigaciones han postulado para la Formación Puncoviscana dos ambientes depositacionales: uno de plataforma y otro de talud vinculado a la formación de abanicos submarinos (Buatois y Mángano 2003; López de Azarevich y Omarini, 2008a y b; Omarini *et al.*, 2008). Dentro de este esquema, las calizas del basamento del norte argentino corresponderían a facies de ritmitas intermareales, depositadas sobre plataformas estables y en condiciones de baja profundidad (Omarini *et al.*, 2008), en las cuales se habrían desarrollado tapetes algales (Baldís y Omarini, 1984, Aceñolaza y Toselli, 2009).

Teniendo en cuenta la ubicación paleogeográfica del margen occidental del Gondwana durante el Neoproterozoico-Cámbrico inferior, las rocas carbonáticas de la Formación Puncoviscana corresponderían a carbonatos de aguas frías, de latitudes medias a altas. Actualmente, este tipo de depósitos tiene lugar a temperaturas inferiores a los 20° C en los océanos del mundo y corresponden a carbonatos de tipo “heterozoa” caracterizados por la asociación de partículas carbonáticas producidas por organismos que son más o menos independientes de la luz y por algas calcáreas rojas (James, 1997). Las investigaciones actuales en carbonatos de agua fría de latitud media del hemisferio sur, está centradas en depósitos costa afuera de Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica, aquí se ha podido observar que a diferencia de lo que ocurre en zonas tropicales, los carbonatos de agua fría están altamente influenciados por patrones climáticos estacionales (James, 1997).

El color oscuro de las calizas de la Formación Las Tienditas puede ser atribuido a la presencia de abundante calcita microcristalina (micrita) y también al contenido de materia orgánica que hacia los tramos superiores del perfil presentan valores tan elevados como 4% COT (Aceñolaza y Esteban, 2007). Es sabido que la micrita puede tener un origen biogénico y formarse de la desintegración de algas calcáreas, o bien un origen inorgánico por precipitación de fango carbonático (Tucker, 1991). Teniendo en cuenta que se ha mencionado para las calizas de la Formación Puncoviscana *s.l.*, la presencia de tapetes algales (Baldis y Omarini, 1984) se podría inferir para las micritas de la Formación Las Tienditas un origen orgánico. No obstante, no debe descartarse la posibilidad de un origen inorgánico para las mismas.

Una alta productividad cianobacterial tiene lugar en zonas de *upwelling* y es allí donde se pueden desarrollar calizas oscuras como las observadas en el perfil de Las Tienditas. Esto ocurre principalmente en latitudes media y alta, donde los patrones climáticos son marcadamente estacionales, al igual que la circulación oceánica y los procesos biológicos. Sin embargo, se ha estimado que ciertos factores globales, como los asociados a períodos de deglaciación, han influenciado las corrientes de *upwelling*. Estas corrientes aportan abundantes nutrientes a las aguas de superficie, generando ciclos de florecimiento cianobacterial. La superproducción orgánica influye marcadamente en el contenido de oxígeno disuelto en el agua, el cual sufre una importante disminución. De esta manera, podemos establecer que las calizas negras, ricas en carbono orgánico de la Formación Las Tienditas, documentan condiciones oceanográficas únicas caracterizadas por aguas oceánicas relativamente pobres en oxígeno.

En este sentido, teniendo en cuenta los datos isotópicos obtenidos en la Formación Las Tienditas por Aceñolaza y Toselli (2009) y López de Azarevich *et al.* (2010a y b), que muestran que el registro de $\delta^{13}\text{C}$ permite inferir que durante la mayor parte de la depositación de las calizas hubo una productividad biológica importante y un ligero enriquecimiento del agua del mar en ^{13}C . Esto podría estar relacionado con el evento post-glacial Gaskier propuesto por Aceñolaza y Toselli, (2009) y López de Azarevich *et al.* (2010a y b) para quienes la acumulación de los carbonatos de Las Tienditas y Tumbaya sería coincidente con la aparición de la vida ediacarana. En este punto hay que destacar que ya Loss y Giordana (1952) y Toselli *et al* (2005), han mencionado la presencia de niveles aparentemente várvidos en las nacientes de Tumbaya Grande y conglomerados en la serranía del Castillejo (Omarini y Baldis, 1984) que bien pueden tener un origen similar.

Conclusión

Las características petrográficas y de contenido de carbono que se observan en los carbonatos de la sección de Las Tienditas nos hacen pensar que éstos se habrían formado en aguas poco profundas bajo una fuerte influencia de condiciones paleoambientales de tipo *upwelling*. El alto contenido de material de origen orgánico señala que en el área de proveniencia se daba una alta productividad de cianobacterias y que la circulación oceánica era limitada, propia de aguas relativamente frías generadas bajo condiciones propias de latitudes medias a altas. En este caso no habría que descartar el hecho de que este tipo de carbonatos tuvo su origen en una etapa posglacial de fines de Ediacarano.

Se destaca que la existencia de aguas relativamente frías están relacionadas a movimientos de masas de aguas provenientes de sectores de mayor profundidad, ricas en materia orgánica, que circulaban hacia sectores de condiciones litorales, tal como en conjunto se presenta el desarrollo de la Formación Puncoviscana *s.l.*. Esto bien pueden darse en ambientes limitados, como lo son los afloramientos de Las Tienditas, Volcán y Tumbaya, los que se habrían originado en una estructura aulacogénica tal como es propuesta por autores que conceptualmente interpretan la cuenca de la Formación Puncoviscana *s.l.* como autóctona y desarrollada sobre el borde gondwánico.

Bibliografía

- Aceñolaza, F.G. y Esteban, S.B. 2007. Black carbonates in the Ediacaran-Lower Cambrian outcrops in Northwest Argentina. *European Geosciences Union 2007, Geophysical Research Abstracts*, 9: A-10679.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A. 2009. The Pampean Orogen: Ediacaran-Lower Cambrian evolutionary history of Central and Northwest region of Argentina. In: Gaucher, C., Sial, A.N., Halverson, G.P., Frimmel, H.E. (Eds): Neoproterozoic-Cambrian Tectonics, Global Change and Evolution: a focus on southwestern Gondwana. *Developments in Precambrian Geology*, 16, Elsevier, 239-254.
- Baldis, B. y Omarini, R. 1984. El Grupo Lerma (Precámbrico-Cámbrico) en la comarca central salteña y su posición en el borde pacífico americano. *IX Congreso Geológico Argentino, Actas* 1: 64-78.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G. 2003. La icnofauna de la Formación Puncoviscana en el noroeste argentino: Implicancias en la colonización de fondos oceánicos y reconstrucción de paleoambientes y paleoecosistemas de la transición precámbrica-cámbrica. *Ameghiniana*, 40: 103-117.
- Camacho, M.; Díaz, A.; Bossi, G.; Chiliguay, W. y Otaiza, M. 1993. Dolomita de Tumbaya, diagénesis y vulcanismo sinsedimentario, Jujuy, Argentina. *XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* 1: 274-280.
- Durand, F.R. 1988. Los depósitos psefiticos del basamento metamórfico en el noroeste argentino. *V Congreso Geológico Chileno, Actas* 2: 105-119.
- Durand, F.R. 1990. Los conglomerados del Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino: En. Aceñolaza, F.G.; Miller, H. y Toselli, A.J. (eds.) *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Serie Correlación Geológica, 4: 61-69.
- Durand, F.R. 1993. Las icnofacies del basamento metasedimentario en el Noroeste Argentino: significado cronológico y aspectos paleogeográficos. *XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* 2: 260-267.
- James, N.P. 1997. The cool-water carbonate depositional realm. En: James, N.P. and Clarke, J.A.D. (eds.) *Cool-water carbonates*. SEMP Special Publication, 56: 1-20.
- Jezek, P. 1990. Análisis sedimentológico de la Formación Puncoviscana entre Tucumán y Salta. In: Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J. (eds.) *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Serie Correlación Geológica, 4: 9-36.
- López de Azarevich, V. y Omarini, R. 2008a. Tidal rhythmites in the Puncoviscana Formation (s.l.): The lost Precambrian-Eocambrian coast of NW Argentina. *XII Reunión Argentina de Sedimentología, Actas*. pp. 100. Buenos Aires.
- López de Azarevich, V. y Omarini, R. 2008b. Mixed paleotidal system for the Proterozoic-Cambrian carbonate platform in NW Argentina. *XII Reunión Argentina de Sedimentología, Actas*, p. 99. Buenos Aires.

- López de Azarevich, V.; Santos, R.; Omarini, R. y Azarevich, M. 2010a. Isotopía de los carbonatos de la Formación Las Tienditas (Neoproterozoico-Cámbrico), NO argentino: implicancias de la dinámica de deposición. *VII SSAGI South American Symposium on Isotope Geology, Actas*, 301-304.
- López de Azarevich, V.; Omarini, R.; Santos, R.; Azarevich, M. y Sureda, R. 2010b. Nuevos aportes isotópicos para secuencias carbonáticas del Precámbrico superior (Formación Las Tienditas) del NO de Argentina, su implicancia en la evolución de la Cuenca Puncoviscana. *Serie Correlación Geológica* 26 (este tomo).
- Loss, R. y Giordana, A. 1952. Osservazioni sul Proterozoico di Jujuy (Argentina). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, 92: 189 pp.
- Omarini, R. y Baldi, B. 1984. Sedimentología y mecanismos deposicionales de la Formación Puncoviscana (Grupo Lerma, Precámbrico-Cámbrico) del Norte argentino. *IX Congreso geológico Argentino, Actas* 1, 383-398.
- Omarini, R.; Sureda, R.; López de Azarevich, V. y Hauser, N. 2008. El basamento Neoproterozoico- Cámbrico Inferior en la provincia de Jujuy. *XVII Congreso Geológico Argentino, Relatorio*, 17-28.
- Ortiz, A. 1962. Estudio geológico de las Sierras de Castillejo y Sancha. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales de Salta, Tesis Doctoral, inédita.
- Pacton, M., Fiet, N. y Gorin, G.-2006 Revisiting amorphous organic matter in Kimmeridgian laminites: what is the role of the vulcanization process in the amorphization of organic matter?. *Terra Nova* 186, 380-387.
- Porto, J.C.; Fernández, R.I. y Carrión, M.H. 1990. Calizas y dolomías de la Formación Puncoviscana s.l. En: Aceñolaza, F.; Miller, H. y Toselli, A. (eds.) *El Ciclo Pampeano en el Noroeste Argentino*. Serie Correlación Geológica 4: 37-52.
- Salfity, J.; Omarini, R.; Baldi, B. y Gutiérrez, W. 1975. Consideraciones sobre la evolución geológica del Precámbrico y Paleozoico del norte argentino. *II Congreso Iberoamericano de Geología. Económica, Actas* 4: 341-361.
- Sial, A.; Ferreira, V.; Toselli, A. Aceñolaza, F.; Pimentel, M.; Parada, M. y Alonso, R. 2001a. C and Sr isotopic composition of probable Vendian-Tommotian carbonate sequences in NW Argentina. *III Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, Actas*, 433-436.
- Sial, A.; Ferreira, V.; Toselli, A. Aceñolaza, F.; Pimentel, M.; Parada, M. y Alonso, R. 2001b. C and Sr isotopic evolution of carbonate sequences in NW Argentina: implications for a probable Precambrian-Cambrian transition. *Carbonates and Evaporites*, 16 (2): 141-152.
- Tucker, M. E. 1991. *Sedimentary petrology*. Blackwell scientific Publications, 260 pp.
- Turner, J.C.M. 1960 Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 41 (2): 163-196.
- Toselli, A.; Aceñolaza, F.; Sial, A.; Rossi, J.; Ferreira, V. y Alonso, R. 2005. Los carbonatos de la Formación Puncoviscana s. l.: Correlación quimioestratigráfica e interpretación geológica. *XVI Congreso Geológico Argentino, Actas* 2: 327-333.

Recibido: 2 de agosto de 2010
Aceptado: 5 de octubre de 2010

Este libro fue editado por



San Miguel de Tucumán

Se terminó de imprimir el mes de Noviembre de 2010

Tel.: (0381) - 4232208

E-mail: editmagna@hotmail.com

