

Sobre algunas acumulaciones fosilíferas en el Ordovícico Inferior de la Cordillera Oriental Argentina

G. F. Aceñolaza y S. M. Nieva

INSUGEO – CONICET. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, 4000 Tucumán.
E-mail: insugeo@unt.edu.ar

RESUMEN

La presencia de acumulaciones bioclásticas en las sedimentitas del Ordovícico Inferior de la Cordillera Oriental Argentina es frecuente, disponiéndose por lo general irregularmente en el registro estratigráfico. Los niveles se presentan en facies arenoso-margosas y cuarcíticas incluidas en las formaciones Lampazar, Cardonal, Saladillo y equivalentes (Cámbrico Superior-Tremadociano). Las acumulaciones se diferencian en dos tipos: el Tipo A, constituye el más frecuente y se caracteriza por su aparición aleatoria en el perfil, la baja selección del material bioclástico y su desorganización interna. Se asocia a delgados niveles arenosos y margosos intercalados en areniscas finas y lutitas constituyendo acumulaciones tempestíticas. El tipo B, menos frecuente, se caracteriza por su persistencia en diferentes localidades en la misma posición estratigráfica, y denotar una mayor selección y retrabajo del material bioclástico. Éste último tipo está siempre asociado a areniscas cuarzosas y se interpreta como depósitos bioclásticos de canales y relieves negativos sobre la plataforma. Ambas acumulaciones se analizan desde un punto de vista tafonómico-descriptivo, haciéndose referencia a otros depósitos semejantes mencionados en el Paleozoico Inferior del margen gondwánico.

Palabras clave: acumulaciones fosilíferas, Cordillera Oriental Argentina, Ordovícico Inferior

On some bioclastic accumulations in the Lower Ordovician of the Argentine Eastern Cordillera

ABSTRACT

The existence of shell beds in Lower Ordovician strata of the Argentine Eastern Cordillera is recurrent. They appear in calcareous sandstones and quartzites, included in the Lampazar, Cardonal and Saladillo formations and equivalents. These bioclastic accumulations are here divided in two types: the type A, characterized by its frequent but random appearance within a section, scarce selection of materials and an unorganized internal structure. These are associated to thin layers of psamite and calcareous sandstone interbedded within fine sandstones and shales, being interpreted as tempestitic accumulations. The less frequent type B, is characterized by its repetitive record in the same levels among different localities, and shows a better selection of bioclastic remains. Always associated to quartzose sandstones, the second type is interpreted as shell beds deposited in channels and negative reliefs within the shallow sandy shelf. Both types are analyzed on descriptive and taphonomic grounds, being compared with other Lower Paleozoic bioclastic deposits within the western margin of Gondwana

Key words: Eastern Cordillera Argentina, Lower Ordovician, shell beds

Introducción

Las acumulaciones bioclásticas constituyen un elemento repetitivo en ambientes tanto antiguos como modernos, para el primer caso, han sido reconocidos como una importante fuente de información que contribuye a clarificar diferentes aspectos paleoambientales (Müller, 1951; Schäfer, 1972; Kidwell *et al.*, 1986, con referencias; Emig y Gutiérrez-Marco, 1997; Martín, 1999; Li y Droser, 1999 entre otros). En las dos últimas décadas se ha renovado el interés por los

estudios de este tipo de acumulaciones, focalizando en el carácter tafonómico de los mismos, al punto de haberse definido "tafacies" que relacionan ciertos tipos de acumulaciones bioclásticas a ciertos ambientes de sedimentación (Brett y Baird, 1986; Speyer y Brett, 1986, 1988).

En el caso del margen andino sudamericano y específicamente para el Paleozoico Inferior, Steinmann y Hoek (1912) son los primeros en mencionar la presencia de estratos portadores de acumulaciones de lingúlidos hallados en Bolivia. En

Argentina, los primeros trabajos que abordan en particular este tipo de depósitos son los de Leanza (1972, 1973), Mastandrea y Leanza (1975) y Fernández (1984, 1987), con un enfoque exclusivamente minero. Estas se enmarcaron en el "Plan Fosforitas" del Servicio Nacional Geológico y constituyen aportes sobre las formaciones Zanjón, Capillas, Labrado y Centinela (Arenigiano al Caradociano). Los trabajos de Fernández (1984, 1987 con referencias) son los únicos que focalizan sobre los niveles de la transición Cambro-Ordovícica y el Ordovícico más bajo, si bien su enfoque no es tafonómico-descriptivo, sino de neta índole minera, son rescatados ya que se infiere que algunos de los niveles analizados por éste último autor podrían corresponderse a los aquí tratados.

Desde un punto de vista tafonómico-genético, los antecedentes son recientes y se limitan a cuatro estudios: uno de Mángano y Buatois (1990) que trata sobre las acumulaciones bioclásticas en las sedimentitas volcanoclásticas de la Formación Suri (Arenigiano del Sistema de Famatina), y los otros tres, de Waisfeld (1993, 1997) y Astini y Waisfeld (1995), que focalizan en materiales de las formaciones Acoite y Sepulturas (Arenigiano de la Cordillera Oriental Argentina).

Tal como se aprecia en los trabajos anteriormente mencionados, los estudios fueron realizados sobre secuencias del Arenigiano, sin que se hayan analizado hasta el momento desde esta perspectiva, las acumulaciones que aparecen en forma repetitiva y menos conspicuamente en niveles que incluyen la transición Cambro-Ordovícica y el Tremadociano Inferior de la Cordillera Oriental Argentina (Fig. 1).

Los niveles portadores de las acumulaciones bioclásticas aquí descritas se incluyen mayoritariamente en la Formación Cardonal y base de la Formación Saladillo, mientras que menos frecuentemente son registrados en la subyacente Formación Lampazar (Fig. 2).

Actualmente el límite Cámbrico-Ordovícico se considera ubicado en la parte superior de la Formación Lampazar; sin embargo la presencia del conodonte *lapetognathus* (Ordovícico más bajo) en la suprayacente Formación Cardonal, indicaría que el límite Cambro-Ordovícico podría hallarse incluído dentro de los niveles arenosos de la Fm. Cardonal (Aceñolaza, 1998; Tortello *et al.*, 1999; Sánchez, 2000).

Marco geológico y distribución de los niveles bioclásticos

Los afloramientos del Ordovícico Inferior presentan una amplia distribución en la Cordillera Oriental

argentino-boliviana, siendo particularmente importantes en las provincias del norte Argentino de Salta y Jujuy. En términos generales, los depósitos tienen un desarrollo transgresivo sobre las sedimentitas Cámbricas del Grupo Mesón, y regularmente son cubiertas por las unidades mesozoicas-cenozoicas del Grupo Salta.

La sucesión cambro-ordovícica se interpreta como depositada sobre la plataforma, variando de zonas poco profundas y de cara de playa, con esporádicos períodos de exposición subaérea (Grupo Mesón y Formación Cardonal), a plataforma media y distal para las Formaciones Lampazar y Saladillo (Moya, 1988; Aceñolaza, 1996). En general las secuencias presentan un importante desarrollo de las icnofacies de Cruziana y Skolithos (Aceñolaza, 1996; Mángano *et al.*, 1996)

En las unidades anteriormente mencionadas, los fósiles son abundantes y se ven representados por distintos grupos tales como trilobites, graptolitos, conodontes, braquiópodos, equinodermos y moluscos entre otros. Los mismos aparecen distribuídos aleatoriamente en la estratificación o bien como acumulaciones fosilíferas, tal cual es el caso aquí analizado.

En el presente trabajo se han considerado niveles bioclásticos de las formaciones Lampazar, Cardonal y Saladillo (y equivalentes) de una quincena de localidades de la Cordillera Oriental. Los cortes y descripciones petrográficas fueron realizados sobre ocho muestras representativas de las localidades de Sierra de Cajas y Quebrada de Casa Colorada (Formación Lampazar); Quebrada de Moya, Quebrada de la Aguada y Quebrada de Lampazar (Formación Cardonal); el angosto de Chucalezna y las localidades de Rupasca y Volcán de Yacoraite (Formación Saladillo) (Fig. 1).

Tipos de acumulaciones bioclásticas

Los caracteres texturales, de composición y tafonómicos permiten diferenciar dos tipos principales de niveles lumaquéllicos, ambos caracterizados por la elevada fragmentación del material bioclástico constitutivo y diferenciados entre sí por la naturaleza y disposición sedimentaria de los mismos.

TIPO A: niveles arenoso-margosos de origen tempestítico

Las acumulaciones incluídas en el tipo A constituyen las más abundantes y se ubican dispersas en la

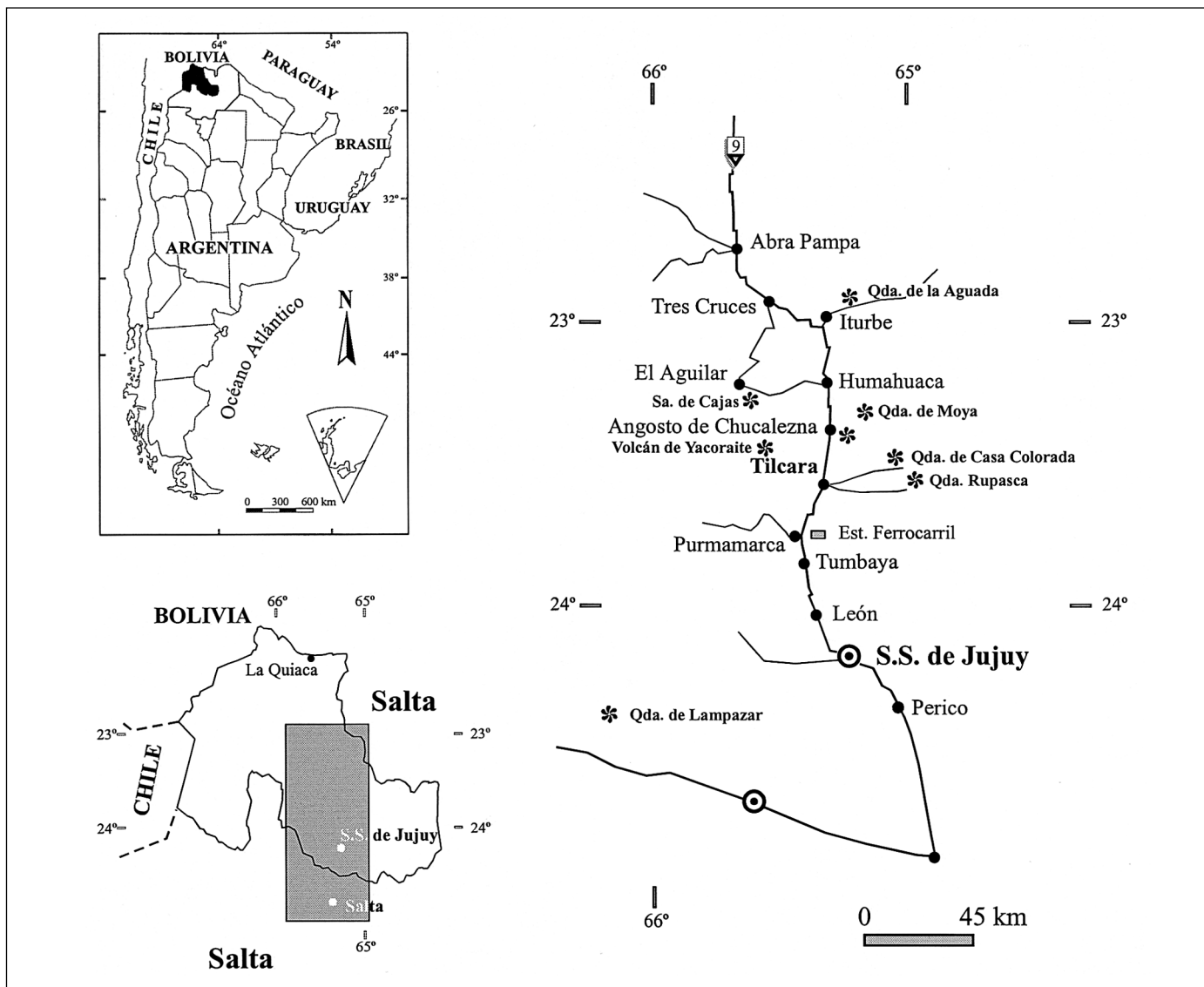


Fig. 1. Ubicación geográfica de las acumulaciones fosilíferas en las provincias de Salta y Jujuy (Cordillera Oriental Argentina).

* Localidades tratadas en el texto

Fig. 1. Locality map of northwestern Argentina (Eastern Cordillera), indicating fossiliferous sites analyzed in the text (*)

columna estratigráfica. Generalmente se encuentran asociadas a areniscas finas y lutitas y se presentan como niveles tempestíticos que no superan los 25-30 cm de espesor. Se caracterizan por presentar una escasa selección, abundante fragmentación y la desorganización interna de los bioclastos. Las capas poseen una base erosiva de granulometría más gruesa y un carácter granodecreciente hacia el techo. Estos niveles no siempre son los más ricos en material bioclástico, presentando variaciones laterales tanto en espesor como en dicha participación bioclástica. Asimismo, suelen presentar una cementación secundaria margosa, o con participación carbo-

nática, que le confiere, al nivel, tintes amarillentos y una apariencia no litificada al nivel. La composición taxonómica de las concentraciones es variada, existiendo participación de diferentes elementos que componían la biota de las plataformas cambro-ordovícicas, con trilobites, braquiópodos, equinodermos, moluscos y conodontes como elementos dominantes. Dada la naturaleza de este tipo de acumulaciones se considera al material como acumulaciones del tipo para-autóctonas.

Este tipo de concentración es clasificada bioestratigráficamente como de origen mixto (Kidwell *et al.*, 1986), y es el resultado de la conjunción de dos o más

tipos de procesos de acumulación (Fig. 3a). En ella se diferencia una primera etapa puramente sedimentaria y una segunda de tipo diagnética con enriquecimiento carbonoso o desilicificación de niveles lumaquéllicos. Esta acumulación se encuadra en un evento sedimentario único ("event concentration" de Kidwell, 1991). Dada la naturaleza margosa de algunos de los estratos portadores de este tipo de niveles, es muy probable que hayan podido sufrir un cierto grado de modificación química posterior. Por su

carácter de sedimentación violenta y repentina, las acumulaciones del tipo A son consideradas una excepcional fuente de información sobre fauna que de otra forma no se hubiera fosilizado.

Descripción petrográfica-mineralógica: Se analizaron cuatro muestras de mano con sus correspondientes cortes delgados provenientes de las localidades de Angosto de Chucalezna (Formación Rupasca, Tremadociense Superior alto), Rupasca (Formación Rupasca) y Volcán de Yacoraite (Formación Lampazar, Cámbrico Superior-Tremadociense Inferior) todas en la Provincia de Jujuy.

Los cortes se corresponden a areniscas cuarzo feldespáticas, con cementación calcárea y argilácea por sectores. Las rocas se muestran bastante inmaduras texturalmente, constituidas por clastos de cuarzo angulosos con extinciones normales. En numerosas oportunidades, los granos de cuarzo presentan bordes de contornos irregulares, que denotan procesos de disolución y en ciertos casos crecimiento autógeno.

Los feldespatos calcosódicos se presentan en granos angulosos zonados o maclados y alterados parcialmente a caolinita, pistacita y zoicita; en cuanto al feldespato potásico (que se halla muy subordinado), se suele presentar también en granos angulosos, a veces maclado, y otras alterado principalmente a caolinita y sericita. En algunos cortes se identificaron líticos plutónicos (de composición principalmente ácida), metamórficos (correspondientes a un bajo grado) y sedimentarios, los que presentan una composición principalmente calcárea íntimamente relacionadas a bioclastos de composición carbonática. Los mismos presentan una disposición subparalela a desordenada entre sí, y se corresponden mayoritariamente a fragmentos de caparzones de trilobites y conchillas de braquiópodos que sufrieron transporte.

En cuanto a los filosilicatos, se hallan moscovitas en finas láminas, biotita parda y clorita. Un accesorio bastante frecuente es el circón. La presencia de opacos es común y está referida principalmente a óxidos de hierro.

Como rasgos generales de estas rocas destacamos la angulosidad de los granos minerales, los contactos interpenetrativos y la presencia de una abundante matriz constituida principalmente por feldespatos, cuarzo y filosilicatos subordinados.

TIPO B: niveles lumaquéllicos en cuarcitas

Las acumulaciones del tipo B presentan una mayor fragmentación, parcial imbricación y mejor selección de los bioclastos, que en numerosas oportunidades

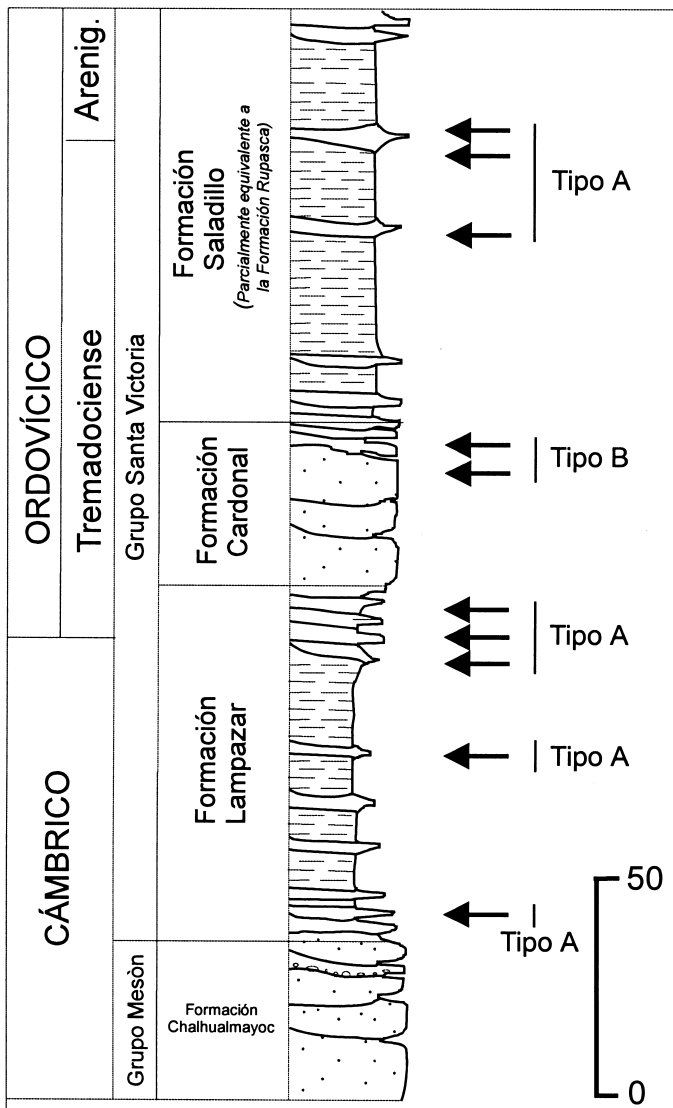


Fig. 2. Esquema estratigráfico de la secuencia del Cambro-Ordovícico en la Cordillera Oriental (noroeste de Argentina), indicando la posición estratigráfica de los niveles analizados (flechas horizontales). Se diferencian las acumulaciones tipo A y B
 Fig. 2. Schematic log of the Cambro-Ordovician sequences in the Eastern Cordillera (northwestern Argentina), showing the position of the analyzed beds (horizontal arrows). Accumulation type A and B are differentiated

constituyen acumulaciones exclusivamente bitáxicas (trilobites y braquiópodos) y, en menor proporción, monotáxicas referidas exclusivamente a fragmentos de trilobites. Las mismas se ubican en canales y surcos erosivos dentro de las cuarcitas litorales y con estratificación cruzada (Figura 3b). Genéticamente estos niveles son interpretados como acumulados en los relieves negativos producidos por eventos de tormenta esporádicos.

Dado el intenso retrabajo sufrido por este tipo de depósito, se observa una notoria selección de las partes más resistentes, así como una importante fragmentación del material. Bioestratinómicamente son clasificadas como "concentraciones sedimentológicas" (sensu Kidwell *et al.*, 1986), y constituyen el resultante de procesos de concentración que puramente se refieren a la hidráulica en la plataforma. En este tipo de concentración los exuvios se comportan como partículas sedimentarias, y terminan formando acumulaciones autóctonas o para-autóctonas sobre el fondo. A diferencia de lo que sucede en el tipo A, en estas acumulaciones se descartan modificaciones de carácter diagenético.

El tipo B se considera resultante de la remoción de exuvios en un medio de alta capacidad de retrabajo sedimentario. Si bien la fragmentación de los fósiles

es muy alta, y no permiten la asignación taxonómica de los mismos, se rescata la poca frecuencia de este tipo de preservación en el registro fosilífero de la Cordillera Oriental. A pesar de ello, se considera que pueden ser referidos como guías estratigráficas ya que, cuando aparecen, se ubican repetitivamente en la parte superior del perfil, incluidos en los últimos 10 metros de los niveles cuarcítico-arenosos que caracterizan a la Formación Cardonal y equivalentes.

Descripción petrográfico-mineralógica: Se analizaron cortes delgados de rocas provenientes de las Cumbres de Alfarcito (Formación Rupasca) y el Angosto de Chucalezna (Formación Rupasca) en la Provincia de Jujuy; y de la Quebrada de Lampazar en la Provincia de Salta.

Los cortes se corresponden a areniscas cuarzo feldespáticas de grano medio. La roca se constituye principalmente por cuarzo en pequeños granos subredondeados, con extinción normal y con ocasionales inclusiones de circón. El origen del cuarzo se considera plutónico. En cuanto a los feldespatos, los más abundantes son los calcosódicos, presentándose en algunos casos maclados o zonados. Suelen encontrarse parcialmente alterados a caolinita, carbonato, zoicita y clinozoicita. El feldespato alcalino presente se corresponde con ortosa y microclino.

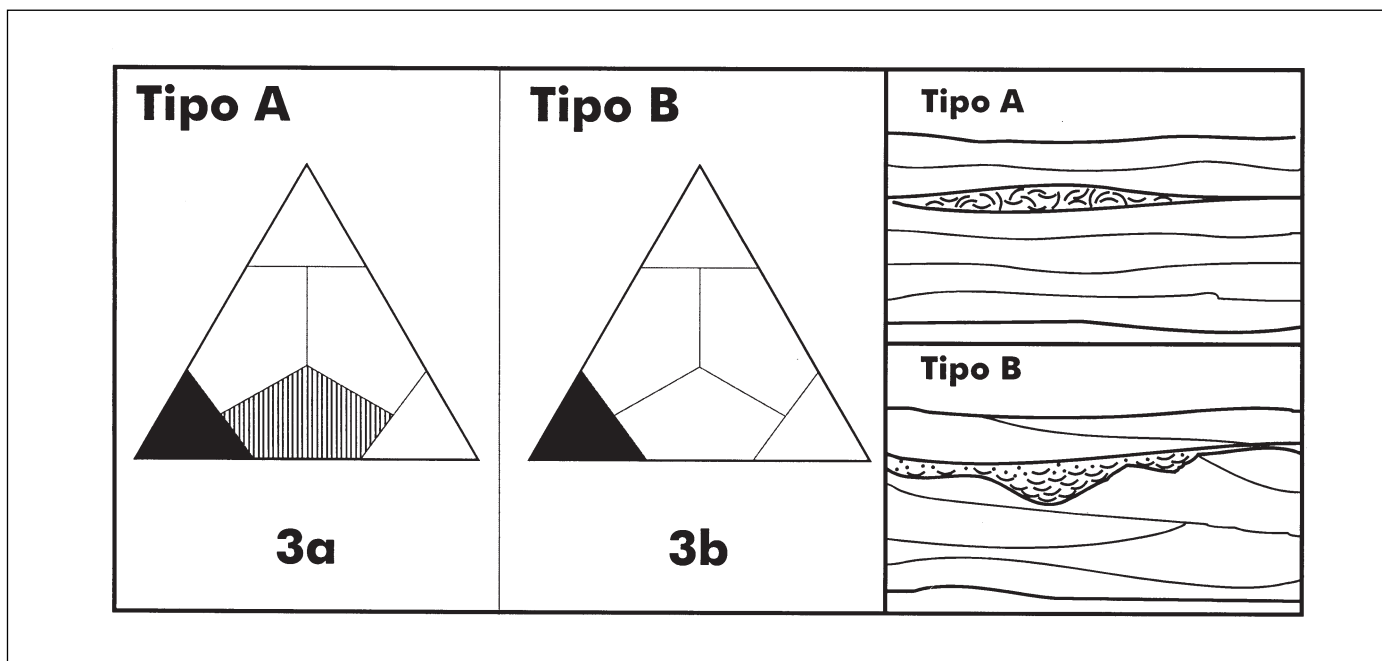


Fig. 3. Diagrama genético ternario y tipología morfológica de las acumulaciones bioclásticas en la Cordillera Oriental (adaptado de Kidwell *et al.*, 1986). 3a, acumulación mixta sedimentaria-diagenética correspondiente al tipo A; 3b, acumulación exclusivamente sedimentaria retrabajada, correspondiente al tipo B

Fig. 3. Genetic diagram and morphological sketch of the shell beds in the Eastern Cordillera of northwestern Argentina (adapted from Kidwell *et al.*, 1986). Type A: sedimentological-diagenetic accumulation (Fig. 3a); Type B: exclusively sedimentological accumulation (Fig. 3b)

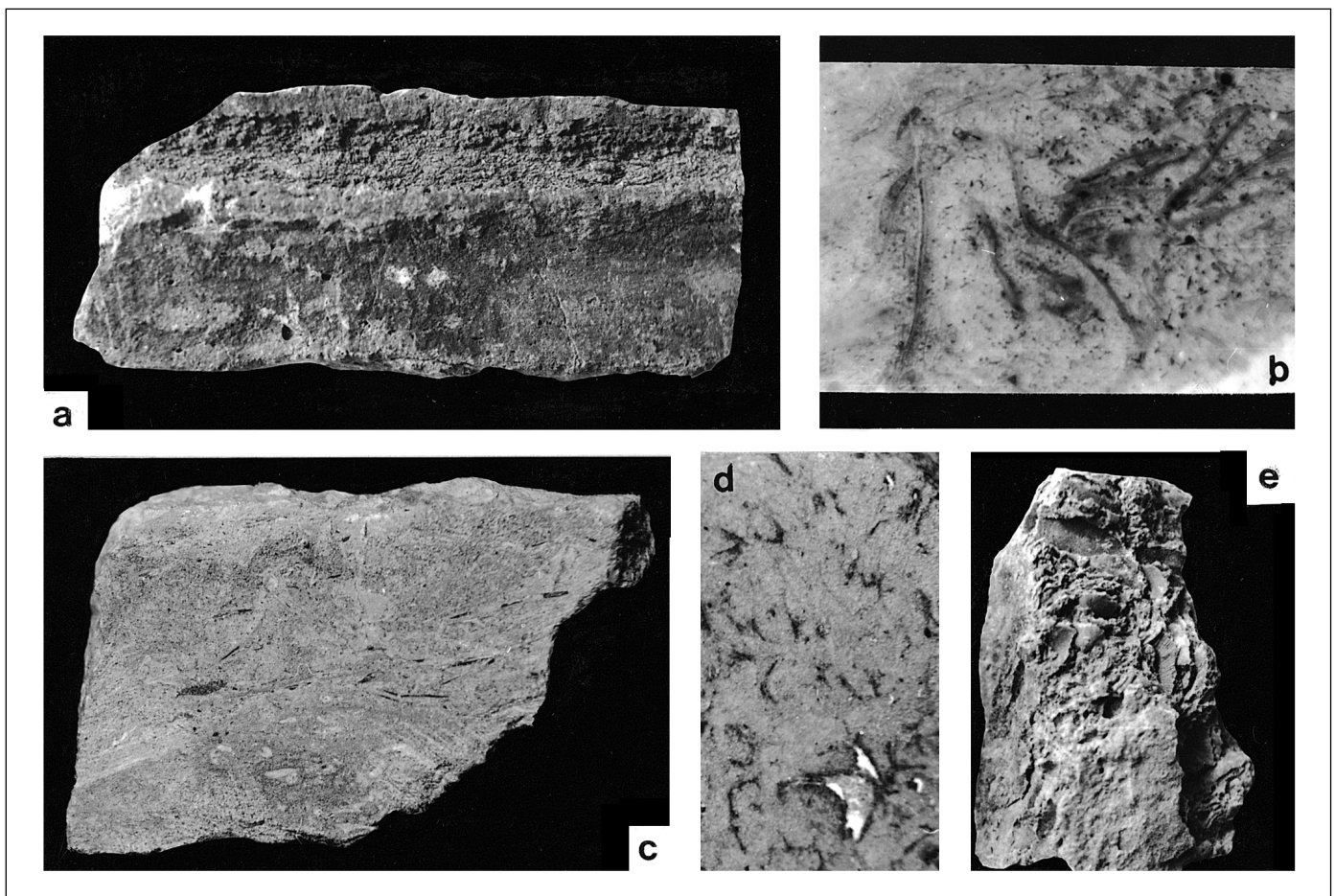
En lo que se refiere a componentes líticos se destacan los de origen metamórfico de bajo grado, seguramente provenientes de la formación Puncoviscana. En cuanto a los filosilicatos encontramos biotita con marcados procesos de desferrización originando moscovita.

El contenido de titanita y sobre todo de circón es notable. Asimismo es de destacar la presencia de clorita, producto de alteración de micas o líticos metamórficos, y de minerales del grupo del epidoto, producto de alteración principalmente de plagioclasas. También se observaron pseudomorfo con alteración principal a óxidos de hierro.

De las observaciones de los cortes, se menciona en particular la naturaleza subredondeada de los granos minerales, los contactos interpenetrativos, el contenido muy escaso de matriz y la ausencia de material cementante.

Consideraciones finales

Las acumulaciones del tipo A se interpretan como relacionadas a fenómenos episódicos y violentos, y se corresponden a depósitos de eventos tempestícos individuales. En el caso de las tipo B, se habrían



Lám. 1. a) Nivel tempestítico ligeramente margoso, tipo A, donde se aprecia acumulación biogénica en la parte superior del mismo (Angosto de Chucalezna, Jujuy, Formación Rupasca; x 0.8). b) Sección delgada donde se observa la desorganización interna de los bioclastos (Quebrada de Casa Colorada, Jujuy, Formación Lampazar; x12). c) Acumulación tipo B donde se observa la superficie erosiva del surco que contiene los bioclastos (Quebrada de Lampazar, Salta, Formación Cardonal; x 0.6). d) Sección pulida de la muestra anterior (x 1). e) Vista macroscópica de una cara paralela al plano de estratificación de una acumulación tipo B (Quebrada de Moya, Jujuy, Formación Cardonal; x 0.5)

Plate 1. a) Type A tempestitic slightly calcareous layer showing the biogenic accumulation on its upper part (Angosto de Chucalezna, Jujuy, Formation Rupasca; x 0.8). b) Thin section displaying the unorganized disposition of bioclasts (Casa Colorada Creek, Jujuy, Formation Lampazar; x 12). c) Type B accumulation with erosive surface and bioclast (Lampazar Creek, Salta, Formation Cardonal; x 0.6). d) Thin section of the last sample (x 1). e) Occurrence of bioclasts in type B accumulations (Moya Creek, Jujuy, Formation Cardonal; x 0.5)

formado en un período temporal más prolongado, donde el retrabajo de los bioclastos y la posterior acumulación responden exclusivamente al lavado del fondo en un determinado espacio temporal, sin constituir un depósito monoepisódico. Estas últimas se proponen como guías estratigráficas para la parte superior de la Formación Cardonal y unidades equivalentes.

La presencia de este tipo de niveles lumaquéllicos en el Paleozoico Inferior no sólo sucede en el noroeste argentino. Estas acumulaciones también son frecuentes en el registro del margen gondwánico, y en numerosas oportunidades han aportado información sobre la morfología de la plataforma marina, resultando útiles como guías de correlación en unidades escasamente fosilíferas. En ciertos casos se transforman en niveles de referencia a escala regional como guías estratigráficas, y tal como se mencionara anteriormente, como mena de fosfatos para aquellos niveles ricos en lingúlidos.

Por citar algunos registros del margen gondwánico, se puede hacer referencia a las acumulaciones arenigianas de la Cordillera Oriental boliviana (Aceñolaza *et al.*, 1999); aquellas de la Península Ibérica y Francia (Emig y Gutiérrez-Marco, 1992, 1997; Couto *et al.*, 1999; Coke y Gutiérrez-Marco, 2000), los potentes bancos de Marruecos (Destombes, 1960) y los escasamente conocidos de Serbia (Pavlovic, 1962). La totalidad de las menciones anteriores constituyen acumulaciones incluídas en estratos arenigianos, sin registrarse trabajos sobre materiales temporalmente anteriores y dentro del Ordovícico.

Agradecimientos

Se agradece a los Dres. F. Aceñolaza, S. Esteban y a los revisores anónimos la lectura crítica del manuscrito. A los Dres. J.C. Gutiérrez-Marco, G. Sarmiento y H. Leanza la bibliografía amablemente facilitada, y al Sr. Daniel Ruiz Holgado la confección de la parte gráfica de este artículo. Este trabajo se enmarca en investigaciones que se financian desde la Fundación Antorchas y el Instituto Superior de Correlación Geológica (CONICET-UNT).

Referencias

Aceñolaza, G.F. 1996. Bioestratigrafía del límite Cámbrico-Ordovícico y Ordovícico basal en la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, Rep. Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales e IML, Universidad Nacional de Tucumán, 1-245 (inédita).

- Aceñolaza, G.F. 1998. Graptolites, conodonts and trilobites of uppermost Cambrian and Lower Ordovician age from Jujuy Province, northern Argentina. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 145-147.
- Aceñolaza, G. F., Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. y Díaz Martínez, E. 1999. Las lumaquelas de la Formación Sella (Ordovícico de la Cordillera Oriental Boliviana) y su interés paleobiogeográfico. *Actas XIV Congreso Geológico Argentino, Salta 1*, 355-358.
- Astini, R.A. y Waisfeld, B.G. 1995. Estructuras de corte y relleno en secuencias de plataformas: su significado paleoecológico y tafonómico (Ordovícico de la Cordillera Oriental, Argentina). *Ameghiniana*, 32 (1), 41-55.
- Brett, C.E. y Baird, G.C. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaaios*, 1, 207-229.
- Coke, C. y Gutiérrez-Marco, J.C. 2000. Descubierta de lumaquelas con lingúlidos no Ordovícico da Serra do Marao (Norte de Portugal). *Ier Congreso Ibérico de Paleontología/ XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Evora*, 1, 189-190.
- Couto, H., Gutiérrez-Marco, J.C. y Roger, G. 1999. Níveis fosfatados com lingúlidos do Arenigiano (Ordovícico) do Anticlinal de Valongo (Portugal). *Temas Geológico-Mineros, ITGE*, 26, 546-548.
- Destombes, J. 1960. Stratigraphie de l'Ordovicien de la partie occidentale du Jbel Bani et du Jbel Zini. *Anti-Atlas occidental (Maroc.) Bulletin de la Société Géologique de France*, 7(2), 747-751.
- Emig, C.C. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1992. Las acumulaciones de lingúlidos en torno al límite Arenig/Llanvirn (Ordovícico) en el SO de Europa: discusión de sus factores genéticos. *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, 1, 68.
- Emig, C.C. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1997. Niveaux a lingulidés á la limite supérieur du Gres armoricain (Ordovicien: Arenigien) dans le SW de l'Europe: Analyse des facteurs responsables et signification paléogéographique. *Geobios*, 30 (4), 481-495.
- Fernández, R.I. 1987. Wavellita en fosfatos sedimentarios ordovícicos de la Provincia de Jujuy, República Argentina. *X Congreso Geológico Argentino, Actas 2*, 257-260.
- Fernández, R.I. 1984. Bioestratigrafía y mineralogía de nuevos descubrimientos de rocas fosfóricas en la Provincia de Jujuy. República Argentina. *I Conferencia Latinoamericana de rocas fosfóricas (GLIRF-AGID), Cochabamba*, 1, 61-70.
- Kidwell, S.M., Fursich, F.T. y Aigner, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaaios*, 1, 228-238.
- Kidwell, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentration. In Allison, P.A. y Briggs D.E.G. (eds.). *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*. Plenum Press, New York, 211-290.
- Leanza, A.F. 1972. Prospección de rocas fosfáticas en la Argentina para la fabricación de fertilizantes, Buenos Aires, *Idia* 291.

- Leanza, A.F. 1973. Materias primas minerales para la fabricación de fertilizantes: Plan Fosforita del Servicio Nacional Minero Geológico. *Revista Minería*. Buenos Aires, 122, 53-71.
- Li, X. y Droser, M.L. 1999. Nature and distribution of Cambrian shell concentrations: evidence from the Basin and Range province of the western United States (California, Nevada, and Utah), *Palaios*, 12, 111-126.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 1990. Análisis tafonómico de concentraciones fósiles en las sedimentitas volcánoclasticas ordovícicas del sur del río Chaschuil. Noroeste de la Sierra de Narváez, Catamarca, Argentina. *Insugeo, Correlación Geológica* 7, 51-57.
- Mángano, M.G., Buatois, L. y Aceñolaza, G.F. 1996. Trace fossils and sedimentary facies from a Late Cambrian - Early Ordovician tide dominated shelf (Santa Rosita Formation, northwest Argentina): Implications for ichnofacies models of shallow marine sucesions. *ICHNOS*, 5 (1), 53-88.
- Martin, R.E. 1999. Taphonomy a process approach. Cambridge, Paleobiology Series, 4, 508 p.
- Mastandrea, O. y Leanza, H.A. 1975. Los estratos con *Lingula* del norte argentino y su importancia como fuente de fosfatos. Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Buenos Aires, 2, 445-460.
- Moya, M.C. 1988. Lower Ordovician in the Southern Part of the Argentine Eastern Cordillera, In Bahlburg, H., Breitkreuz, Ch. y Giese, P. (eds.), *The Southern Central Andes. Lecture Notes in Earth Sciences*, 17, 55-69.
- Müller, A.H. 1951. *Grundlagen der biostratonomie. Abhandlungen der Deutschen Akademie der Wissenschaften Berlin, Klasse Mathematik und allgemeine Naturwissenschaften*, 3, 1-147.
- Schäfer, W. 1972. Ecology and palaeoecology of marine environments. *Oliver & Boyd, Edinburgh.*, 1-300.
- Pavlovic, P. 1962. O nekim ordovicijskim inartikulatnim brahiopodima u metamorfnim stenama kod Bosilegrada (jugoistocna, Srbija) i znacaju ovog nalaska. *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*, Beograd, 29, 99-109 (en ruso, con resumen en alemán).
- Sánchez, T.M. 2000. The oldest record of *Rostroconchia* (Mollusca) from western Gondwana (Cordillera Oriental, northwestern Argentina). *Ameghiniana*, 37 (3), 265-269.
- Speyer, S.E. y Brett, C.E. 1986. Trilobite taphonomy and middle Devonian taphofacies. *Palaios*, 1, 312-327.
- Speyer, S.E. y Brett, C.E. 1988. Taphofacies models for epeiric sea environments: Middle Palaeozoic examples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 63, 225-262.
- Steinmann, G. y Hoek, H. 1912. Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia und ihre fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie*. Stuttgart, 34, 176-252.
- Tortello, M.F., Rábano, I., Rao, R.I., Aceñolaza, F.G. 1999. Los trilobites de la transición Cámbrico-Ordovícico en la Quebrada Amarilla (Sierra de Cajas, Jujuy, Argentina). *Boletín Geológico y Minero*, 110-5, 555-572.
- Waisfeld, B.G. 1993. Concentraciones fosilíferas autóctonas y para-autóctonas en la Formación Acoite (Ordovícico temprano) Cordillera Oriental, Provincia de Jujuy. Consideraciones tafonómicas y paleoecológicas. XII Congreso Geológico Argentino. Mendoza, 2, 296-303.
- Waisfeld, B.G. 1997. Concentraciones fosilíferas ordovícicas en las formaciones Acoite y Sepulturas, Cordillera Oriental jujeña. Análisis tafonómico y paleoecológico. *Ameghiniana*, 34 (3), 317-332.

Recibido: Septiembre 2001
Aceptado: Noviembre 2001