EL SISTEMA ORDOVICICO EN SUDAMERICA (*)

por
FLORENCIO GILBERTO ACEÑOLAZA (**)

SUMMARY

The South American Ordovician System.- Deposits of Ordovician rocks in South America were controlled by the gradual cortical decrease that affected a great part of the Andean Cordillera and some pericratonic sectors of the Atlantic region since the end of the Upper Cambrian. The general distribution and litho-biocstratigraphic characteres of the outcrops aid to interpret the paleogeography and structural controls that had an effect on deposits of the sedimentary series, development of metamorphic sequences and the insert of an early eruptivity in an cycle the magnitude of which ovarpasses the period (Famatinian cycle). The continental cratonized zone looses its integrity until the end of the periods, when it was fractured whith later expansion of the Amazonian area and similar regions of the Brazilian border and Argentinian central cratogene. The Paleozoic register of the statigraphic column from Argentina allows to describe it as the most complete from South America.

Introducción

Las primeras referencias sobre estratos "Silúricos" en Sudamérica se deben al investigador francés Alcides D'Orbigny (1842) al describir los caracteres geológicos de Bolivia. Este autor investigó las pizarras fosilíferas que en la Cordillera Central se encontraban infrapuestas a lo que denominaba el "grès devonienne", situación que le permitía asignar al conjunto una edad "silurienne".

Trabajos realizados con posterioridad contribuyeron a mejorar el conocimiento de la extensión de los afloramientos del Paleozoico inferior y particularmente del Ordovícico. En los trabajos de Moussy (1860-1873), Forbes (1861), Burmeister (1876), Stelzner (1876), Kayser (1876) y Brackebusch (1891) se apre-

cia que se asigna indistintamente el concepto de "Primordial" o "Siluriano" a amplias regiones cordilleranas desde el noroeste de Argentina al sur del Perú. Estas primeras observaciones fueron adecuadamente ajustadas en lo que va del presente siglo gracias al aporte de numerosos investigadores que desarrollaron detallados estudios sobre la composición y cronología de la fauna fósil (entre otros Bulman, 1931; Kobayashi, 1937; Harrington y Leanza, 1957; Cecioni, 1953-65; Turner, 1959) y modernas síntesis sobre la distribución de este Sistema (Cuerda, 1973; Aceñolaza, 1976; Suárez, 1976; Furque y Cuerda, 1979b).

Las descripciones sobre el Ordovícico de otros puntos de Sudamérica han tenido menor desarrollo que las que se ejecutaron en el sector peruano-boliviano-argentino en virtud de la escasa magnitud de los afloramientos o de la ausencia de fósiles significativos.

El presente trabajo tiene como finalidad exponer una visión actualizada acerca del desarrollo del Ordovícico sudamericano teniendo en cuenta, en primer lugar, su distribución,

* Trabajo presentado en el 26º Congreso Geológico Internacional (París, 1980).

** Facultad de Ciencias Naturales, UNT.

caracteres bioestratigráficos, los fenómenos de plutonización y metamorfismo para finalizar con una evaluación sobre las condiciones paleogeográficas que rigieron la depositación y consolidación de las rocas representativas de este período.

Este trabajo constituye un aporte al "Proyecto nº 192 Desarrollo del Cámbrico y Ordovícico de Latinoamérica" que se desarrolla en el marco del PICG y fue elaborado contando con el apoyo material del CONICET., Universidad Nacional de Tucumán y Fundación Miguel Lillo, instituciones a las que hago extensivo mi reconocimiento.

CARACTERES GENERALES Y DISTRIBUCION

Los afloramientos de sedimentitas ordovícicas en Sudamérica fundamentalmente se localizan en el área occidental del continente, aunque existen algunos sectores de la región central y atlántica que poseen rocas que también se asignan a este período.

La distribución general y caracteres litobioestratigráficos de los afloramientos sirven para interpretar la paleogeografía y controles tectónicos que condicionaron su depositación como asimismo el desarrollo de sus secuencias metamórficas y la evolución de su magmatismo.

La zona continental, cratonizada, normalmente se ubicó al este y posiblemente mantuvo su integridad hasta fines del período, cuando se produjo la expansión del área amazónica y de regiones similares en la costa atlántica (Proto-Atlántis). Asimismo hacia fines del período, consecuente con el hundimiento del área amazónica se produce la individualización del cratón guyanés permitiendo la conexión de la mencionada área con las cuencas boreales (Africa Occidental).

En lo que respecta a la importancia de los afloramientos podemos afirmar que en el oeste y noroeste de Argentina y la Cordillera Oriental de Bolivia es donde se localizan las regiones donde mejor puede observarse la secuencia sedimentaria-biofaunística, los procesos metamórficos y los elementos magmáticos que caracterizan a este sistema.

Observando el mapa geológico de Sudamérica se aprecia que existe una notable continuidad de afloramientos de rocas ordovícicas desde el sur del Perú hasta el oeste-noroeste de Argentina. Esto no solo corresponde a las series sedimentarias, sino también a los términos metamórficos y la eruptividad inicial de un ciclo tectónico (Ciclo Famatiniano) cuya magnitud se observa en mayor escala en territorio argentino y más reducido en Perú, Colombia, Brasil, etc. Este acontecimiento magmático, que supera en el tiempo al período, estuvo representado por una efusividad de variada composición, una plutonización de tipo granítico que afectó a las rocas del ciclo precedente como a las entonces formadas, e incluso un metamorfismo regional que modificó textural y mineralógicamente a rocas más antiguas y del Ordovícico.

Si hacemos un recuento de los afloramientos principales vemos, de norte a sur, que en Venezuela aparecen dos sectores desconectados entre sí en la zona de Los Llanos y en la Cordillera de Mérida. En Colombia constituyen gran parte de los afloramientos de la Cordillera Central y Oriental y también en la serranía de La Macarena; mientras que en Ecuador configuran asomos aislados en la Cordillera Oriental.

En la zona amazónica del Perú, existen manifestaciones de rocas ordovícicas, pero en la Cordillera Oriental éstas constituyen el elemento estratigráfico más importante, situación que también se verifica para la misma unidad orográfica en Bolivia y Argentina. En territorio brasileño existen sedimentitas que se interpretan como ordovícicas. Afloran en la cuenca del río Paraguay.

En el área atlántica brasileño-argentina existen afloramientos de rocas ordovícicas en cuencas de tipo tafrogénico con un notable predominio de la fracción clástica y cierta participación volcánica. Estas rocas están estrechamente vinculadas a las etapas primigenias del océano Atlántico. Las cuencas son las

El Baúl
Cristalina
La Macarena
ESCUDO DE GUYANA
Río Amazonas
ESCUDO DE SÃO LUIS
ESCUDO BRASILEÑO
Sandia
Apolo
MACIZO DE AREQUIPA
Santa Victoria
Famatina
CRATOGENO CENTRAL
Itajaí
CUENCA LA TINTA-NAMA
OCEANO PACIFICO
ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO
ORDOVICICO INFERIOR A MEDIO
Zonas profundas
Zona de plataforma marina
Areas emergidas
Zonas con vulcanismo

de Itajaí, Camaquá y Sierras de la provincia de Buenos Aires.

En Argentina el Ordovícico presenta su mayor desarrollo areal y columnar en los cordones que se encuentran en toda la región centro-oeste y noroeste del territorio nacional. Sus caracteres bioestratigráficos y litológicos permiten destacarlos del conjunto sudamericano.

DESARROLLO DE LA COLUMNA ESTRATIGRAFICA Y PALEONTOLOGICA

Los afloramientos andinos que se extienden desde la latitud de 15° a 35° sur permiten observar una secuencia que, a pesar de ciertas discontinuidades, ofrece una columna completa que va desde el Tremadociano al Asghilliano, utilizando los términos de la cronología británica.

En dichos afloramientos, la abundancia de invertebrados fósiles permite establecer una secuencia biofaunística que puede ser correlacionada con los de Australia, la cuenca apalachiana de Estados Unidos y la caledoniana de Europa.

A continuación describiremos los caracteres litológicos y bioestratigráficos más destacados de la columna ordovícica sudamericana siguiendo el esquema temporal.

1 - Ordovícico inferior

El límite inferior del Sistema es considerado, por la mayoría de los investigadores sudamericanos, como coincidente con la base de lo que normalmente se ha referido al Tremadociano de la escala británica.

La clásica definición del Ordovícico basal de Argentina, propuesto por Harrington y Leanza (1957) y posteriormente desarrollada para otros países sudamericanos, reconoce como su inicio la aparición de la fauna de *Kainella meridionalis* (Zona de *Parabolina argentina*). Para autores como Ahlfeld y Branisa (1960), Branisa (1965) y Benedetto (1977) el límite inferior del período debería ubicarse por sobre la zona de *Parabolina argentina*, especie que interpretan como perteneciente al Cámbrico superior.

Antes esta dualidad de opinión, fundamentalmente basada en faunas trilobíticas, nos inclinamos a seguir la propuesta de Harrington y Leanza (1957) porque en su argumento participa *Dictyonema flabelliforme sociale* como un elemento asociado a *Parabolina* en algunos afloramientos, del noroeste argentino.

Las rocas que contienen la fauna tremadociana de Argentina generalmente son pelitas grises, oscuras o verdosas que afloran en la Sierra de Famatina (Formación Volcancito) y en distintos puntos de la Cordillera Oriental (Formación Lampazar/Santa Rosita y equivalentes). En esta última región debe señalarse que la secuencia se apoya sobre una sucesión de cuarcitas que en términos generales se considera como perteneciente al Cámbrico superior (Keidel, 1943).

La secuencia tremadociana tiene un espesor máximo del orden de los 2300 metros en la Sierra de Santa Victoria y en ella los trilobites son el elemento biológico más destacado. Harrington y Leanza (1957) describen para estos niveles una sucesión biofaunística integrada de abajo arriba por *Parabolina argentina*, *Kainella meridionalis*, *Triarthrus tetragonalis* y *Notopeltis orthometopa*. De estos niveles se destacan, en la base *Dictyonema flabelliforme* y hacia arriba *Bryograptus* sp. También existen crinoideos, moluscos y braquiópodos presentándose generalmente estos últimos constituyendo lumachellas.

En la Precordillera de Mendoza, Furque y Cuerda (1979a) incluyen como de edad tremadociana a margas y calizas fosilíferas en la que se reconocen varias formas de trilobites (*Cuyanaspis*, *Hungaia*, *Parabolinella*, *Saukia*) que originalmente habían sido interpretadas como del Cámbrico superior (Borrello, 1971).

En Bolivia, en cercanías al límite con Argentina, continúan los afloramientos de rocas pelíticas consideradas como tremadocianas dispuestas normalmente sobre cuarcitas cámbricas y con los mismos elementos faunísticos (Formación Iscayachi).

Otros afloramientos tremadocianos recién se reconocen en Colombia, en la zona de Caño Guapayito en la Sierra de La Macarena. Allí Harrington y Kay (1951) reconocieron en calizas gris oscuras formas como *Kainella colombiana*, *Pseudokainella* (?) *macarenae* y *Parabolinopsis* (?) sp. junto a braquiópodos y moluscos que en conjunto presentan afinidad con las faunas ya mencionadas de Argentina y Bolivia. También se asignan al Tremadociano las rocas de "Caño 60" en la zona sur de La Macarena donde Harrington y Kay (1951) reconocieron a *Basilella trumpy*, *Symphysurus metaensis*, *Magalaspis* sp *cf M. planilimbata* junto a gastrópodos bellerofóntidos, equinodermos y cefalópodos ortocánicos.

En la zora de los Llanos de Venezuela existen una serie de afloramientos de rocas pelíticas que poseen un ligero grado de metamorfismo y que han provisto restos de *Parabolina argentina*. Las mismas (Formación Mireles) tienen un espesor de 150 m y su distribución areal es muy reducida en la región de El Baúl.

Lo que se interpreta como Arenigiano generalmente tiene un desarrollo columnar algo mayor que el de las rocas que le subyacen (2.400 m en la sección de Santa Victoria, Argentina), pudiéndose interpretar como uno de los de mayor desarrollo areal en Sudamérica. Es asimismo posible que desde entonces se desarrollen condiciones de cuenca marina en la región atlántica.

La presencia de *Tetragraptus approximatus* ha sido señalada como indicadora de la base del Arenigiano en afloramientos de la Sierra de Famatina, en Argentina.

Las rocas arenigianas en general se caracterizan en toda el área andina por su particular abundancia de faunas graptolíticas, circunstancia que permite pensar en una paulatina reducción del ambiente nerítico y una consecuente mayor profundización de determinados sectores de la cuenca sudamericana.

Entre los graptolites de significación cronoestratigráfica están varios tetragráptidos (*T. aproximatus*, *T. fruticosus* *, *T. quadribrachiatus*, *T. amii*, *T. bigsbyi*) y didimográtidos (*D. extensus*, *D. nitidus*, *D. leptograptoides*). La asociación trilobítica más típica fue definida por Harrington y Leanza como Fauna de *Thysanopyge argentina* especie relativamente frecuente en afloramientos del norte argentino y sur boliviano. Por sobre ella podríamos agregar la Fauna de *Famatinolithus noticus* (Whittington, 1966), que incluye formas que pertenecen a la parte más alta del Ordovícico inferior. Los braquiópodos (*Orthambonites*, *Famatinorthis*, *Cyrtonotella*, *Mimella* - Levy y Nullo, 1973, 1980) y nautiloideos (*Pilocera*, *Barnesoceras*, *Curtóceras*, etc.- Aceñolaza, et al 1977). También son frecuentes, aunque aún poco estudiadas, las trazas fósiles (*Cruziana furcífera*, *C. rugosa*, *Paleophycus*, *Bergaueria*); los quitinozoarios, acritarcos (*Conochitina*, *Lagenochitina*, *Acanthodiacrodium*, Baltisphaeridium, etc.; Volkeimer et al. 1980a, 1980b, crinoideos, bivalvos, etc.

Los afloramientos arenigianos del norte argentino y sur boliviano son fundamentalmente areniscas y lutitas. En el Sistema de Famatina y partes de la Puna existe una notable intercalación de tipo vulcanítico en la secuencia clástica; mientras que la sección de la Precordillera se destaca por ser un importante espesor de rocas calcáreas.

El Arenigiano en Bolivia se apoya sobre las rocas tremadocianas de manera normal y está constituido por areniscas y lutitas (Formación Obispo) que contienen una abundante fauna graptolítica. En la zona de Cochabamba dicha secuencia, dominantemente pelítica, contiene entre otros a *Didymograptus protobifidus* y *Phyllograptus anna* (Suarez, 1976) (Formación Independencia).

En el Departamento Puno, en el sur del Perú, afloran unos 3.500 m de lutitas oscuras con niveles arenosos (Formación San José, *sensu* Laubacher 1973); mientras que en la Cordillera de Vilcabamba a esta secuencia se le intercalan vulcanitas. En la quebrada de Sil-

* Descubierto recientemente durante nuestros trabajos en la Puna de Jujuy (Aceñolaza, 1980)

que y nevado de La Verónica, Marocco (1978) reconoció la presencia de graptolites (*Tetragraptus quadribrachiatus, Glossograptus* sp) y trilobites (*Megalaspidella* sp cf *M. kayseri*) en facies de pelitas y cuarcitas.

Al Arenigiano se asignan arcilitas oscuras, micáceas con braquiópodos y graptolites que se encuentran en la localidad 'Caño 40 1/2" Colombia, donde junto a *Lingulella* y *Obolus* se encuentran *Dichograptus octobrachiatus* y *Tetragraptus bigsbyi* (Harrington y Kay, 1951). Estos autores también mencionan la presencia de *Nanorthis grandis* en la parte central de la Sierra de La Macarena.

Otros afloramientos colombianos de importancia lo constituyen los que cerca de Cristalina, en la Cordillera Central, proveyeran a Harrison (1930) una fauna graptolítica integrada entre otros por *Didymograptus extensus, D. nitidus, D. gibberalus* y *D. hirundo*). Todo este material se lo coleccionó en lutitas grises.

Por último debe anotarse que en Chile, muy cerca del límite con Argentina, existen afloramientos de lutitas oscuras con intercalaciones de pedernal que contienen *Tetragraptus quadribrachiatus* (Formación Aguada de la Perdiz, *sensu* García et. al. 1962). Un poco al sur de dichos afloramientos existen afloramientos de aspecto flyschoide que en parte pueden corresponder al Ordovícico (Formación Zorrita, *sensu* Cecioni y Frutos, 1975).

2 - Ordovícico medio

En este concepto hemos de incluir a los afloramientos considerados como llanvirnianos-llandeillianos y parte del caradociano sudamericano. El conjunto se dispone normalmente sobre el Ordovícico inferior y se destaca por la dominancia de rocas pelíticas con abundante fauna graptolítica.

En Argentina durante mucho tiempo se consideraron como llanvirnianas la totalidad de las calizas con *Proetiella* de la Precordillera y las secuencias clásticas y vulcaníticas del Famatina y Cordillera Oriental, con *Hoekaspis* *; ambos trilobites endémicos de la región e integrantes de la Fauna de *Famatinolithus*. La mencionada fauna fue descripta originalmente por Harrington y Leanza (1957) siendo posteriormente revisada, en un marco mayor, por Whittington (1966) quien ya la refiere como un elemento límite entre el Ordovícico inferior medio. La asociación entre *Proetiella* y *Hoekaspis* fue referida por Aceñolaza y Toselli (1977) al Sistema de Famatina y la de ambos con fósiles posiblemente canadianos ha llegado a concluirse que dicha asociación podría pertenecer al Arenigiano superior.

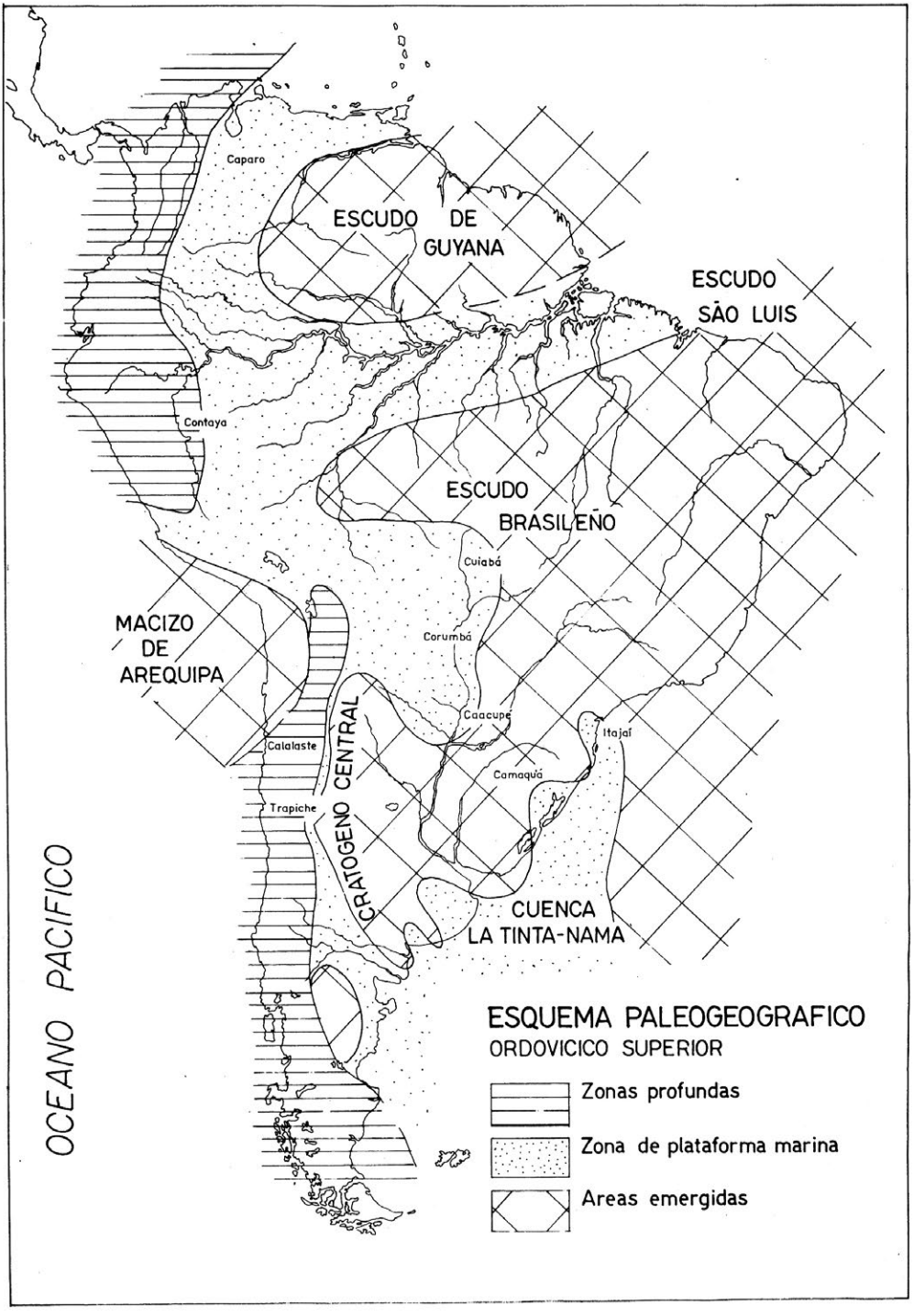
Sin lugar a dudas, las faunas graptolíticas han permitido una mejor interpretación de lo que debe asignarse al Ordovícico medio sudamericano.

Las abundantes colecciones realizadas en Bolivia desde principios del siglo le permitieron a Bulman (1931) definir con mayor claridad la presencia del llanvirniano caracterizándolo por la presencia de *Didymograptus murchisoni* a quien se le superponían los niveles con *Glossograptus* (*hincksii, ciliatus, dantatus*).

Al estudiar las faunas graptolíticas de la Precordillera, en Argentina, Cuerda (1973) reconoce en las lutitas oscuras (F. Gualcamayo), que se superponen a las calizas con *Proetiella* (Formación San Juan), una fauna caracterizada por *Glyptograptus austrodentatus* y *Paraglossograptus etheridgei*, lo que le permitió indentificar correctamente la base del llanvirniano. En la Puna de Salta se reconoció la presencia de *Didymograptus murchisoni* como un elemento significativo del Llanvirniano (Aceñolaza et al., 1975 = Formación Falda Ciénega). También en esta región aparece superpuesto *Glossograptus ciliatus* a quien le sigue *Glyptograptus*. La secuencia estratigráfica que las contienen es fundamentalmente lutíticoarenosa y tiene un espesor que supera los 2.000 m (Grupo Calalaste).

En el ambiente precordillerano existe una secuencia que se inicia con conglomerados a la que le siguen lutitas, limolitas y algunos

* Fortey y Owens (1978) recientemente reinterpretan a *Hoekaspis megacantha* y rectifican su asignación genérica por el de *Merlinia*.


Caparo
ESCUDO DE GUYANA
ESCUDO SÃO LUIS
Contaya
ESCUDO BRASILEÑO
Cuiabá
MACIZO DE AREQUIPA
Corumbá
Caacupe
Itajaí
Calalaste
Camaquã
Trapiche
CRATOGENO CENTRAL
CUENCA LA TINTA-NAMA
OCEANO PACIFICO
ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO
ORDOVICICO SUPERIOR
Zonas profundas
Zona de plataforma marina
Areas emergidas

bancos de caliza (Grupo Trapiche) que contiene trilobites *Guandacolithus furquei*, *Porterfleldia jachalensis* a quienes se le asocian graptolites de la zona de *Nemagraptus gracilis*, ostrácodos de los géneros *Criboboldina* y *Schniella* (García et al. 1977). Una importante fauna de braquiópodos considerados como meso-ordovícicos fue descrita para afloramientos de calizas (Formación Lindero) en el sur de Mendoza y referidas a los géneros *Ptychoglyptus* y *Nugnecella* (Levy y Nullo, 1975).

En Perú, en la zona de Chaquimayo, Douglas logró una importante colección que fuera estudiada por Lapworth (1917) y Bulman (1931) quienes, entre otras especies, reconocieron la existencia de *Phyllograptus angustifolius* y *Glossograptus ciliatus* como elementos correspondientes al llanvirniano-llandeilliano.

Con mayor detenimiento, Newell y Taffur (1944) fueron los autores que investigaron las asociaciones graptolíticas de diversas localidades del Perú. En primer lugar destacan la fauna de Contaya, en la región de la selva, donde aparece como un elemento destacado *Didymograptus murchisoni* y asociado a otros graptolites, algunos trilobites, braquiópodos, moluscos, etc., estableciéndose como correlacionable con las del llanvirniano superior del norte de Bolivia. También estos autores mencionan una fauna de idénticas características en la vecindad de Río Quitari y San Juan de Oro. En un reciente trabajo Hughes et al (1980) hacen una relación sobre el contexto faunístico presente en la Formación Contaya, señalando que el mismo representa facies de aguas moderadamente profundas. Las rocas lutíticas de la Formación Contaya según Pardo y Zuñiga (1976) son detectables mediante perforaciones en el subsuelo de la cuenca amazónica peruana.

Al Llandeilliano normalmente se asignan los estratos con *Glossograptus ciliatus*, *Climacograptus ruedemanni* y *Didymograptus serratulus* que afloran en la zona de Huanuco en el Perú Central. Otros niveles, también pertenecientes al Ordovícico medio, fueron descriptos por Fricker (1960) en Seclantay (*Didymograptus* sp y *Glossograptus ciliatus*) y por Egeler y De Boy (1961) en el nevado de Cara Cruz (*Phyllograptus* of *anna*, *Didymograptus* aff *bifidus*, *Glossograptus* cf *holmi*, etc.).

Recientes estudios sobre los braquiópodos de Bolivia realizados por Havlicek y Branisa (1978) han permitido definir géneros y especies nuevas correspondientes al Ordovícico medio. Entre ellos se mencionan *Desmorthis*, *Destombesium*, *Eorhipidomella*, *Glyptorthis*, etc. También debe señalarse el trabajo de Pribyl y Vanek (1980) quienes al describir las faunas trilobíticas bolivianas señalan una notable analogía con las argentinas hasta el Llanvirniano inferior, mientras que desde el superior hasta el Caradociano inferior destacan la existencia de formas endémicas tales como los géneros *Branisaspis*, *Incaia* y *Huemacaspis*. Este último género es abundante en la zona de Teoponte, en niveles equivalentes.

En el flanco oriental de los Andes de Mérida, en Venezuela, afloran limolitas y areniscas que contienen algunas intercalaciones conglomerádicas y calizas. En esta secuencia (Formación Caparo), estudiada en detalle por la Compañía Shell y Creole (1964), se identifican niveles fosilíferos correspondientes al caradociano. Entre los diferentes braquiópodos, trilobites y graptolites reconocidos se encuentran *Rafinesquina hermitagensis*, *Orthambonites* sp. *Cryptolithus terryi*, *Dicranograptus caparroensis*, *Climacograptus paltifer* y *Glyptograptus* cf *teretiusculus*. Esta unidad estratigráfica posiblemente se continúe hasta el Ordovícico superior.

3 - Ordovícico superior

La existencia de rocas correspondientes al Ordovícicos superior (Caradociano superior/ Asghilliano) solo se comprueba con buena documentación paleontológica en la Argentina. Los afloramientos de la Precordillera de San Juan compuestos por lutitas, conglomerados y grauvacas que contienen *Dicellograptus divaricatus* constituyen los niveles basales y corresponden al Caradociano, mientras que en afloramientos de la Sierra de Villicúm tienen una

fauna considerada como asghilliana. Estos últimos (Formación La Cantera) están compuestos por areniscas y limolitas verde grisáceas con algunos niveles conglomerádicos presentando el conjunto unos 700 m de espesor. Esta formación proveyó braquiópodos de los géneros *Fascifera*, *Arenorthis*, *Bagnorthis*, *Kjaerina* (*neokjaerina*/*Villicumdella*) (Levy y Nullo, 1974) y trilobites del género *Calymenella* y *Dalmanitina* (Baldis y Blasco, 1975).

A pesar de no tener una documentación como la que precedentemente enunciáramos puede suponerse que algunas de las formaciones que afloran en determinados sectores de Brasil, Bolivia, Paraguay o Perú, también correspondan al Ordovícico superior. En el caso de Bolivia la presencia de trilobites endémicos como *Leiostegina* y *Huemacaspis* no constituyen buenos argumentos cronológicos como para probar la existencia de un Ordovícico superior (Pribyl y Vanek, 1980).

Otra situación se da cuando se estudian las secuencias clásticas que infrayacen a los niveles fosilíferos del Silúrico, con *Climacograptus innotatus brasiliensis*, que afloran en Brasil y Paraguay. En este último caso, por debajo de los niveles que contienen dicho graptolite se desarrolla una sección que en su base tiene conglomerados (Formación Paraguarí) y a la que se le superponen areniscas posiblemente continentales (Formación Piribebuy). Ambas entidades litoestratifráficas tienen un espesor cercano a los 800 m y configuran la parte basal del Grupo Caa-Cupé (Wolfart, 1961). Recientes estudios realizados por Baldis y Hansen (1980) sobre la fauna de trilobites dalmanítidos de la zona de Eusebio Ayala e Itacurubí permiten suponer que parte de la misma puede pertenecer al Asghilliano.

En Brasil se interpreta una situación similar para la base de la Formación Trombetas, en la cuenca amazónica donde sus miembros basales (Nhamundá y Autas Mirim) se presentan en una idéntica posición estratigráfica a la visible en territorio paraguayo (Caputo et al. 1972).

Otra mención sobre la existencia de estratos de antigüedad asghilliana en Sudamérica la dan Pardo y Zúñiga (1976) al describir la geología del área andina peruana. Dichos autores señalan que en niveles, una importante sección dominantemente cuarcítica (Formación Sandia) de unos 3.500 m de potencia se reconocieron braquiópodos, trilobites crinoideos y moluscos que representarían al Caradociano medio a superior y posiblemente al Asghilliano. También Laubacher (1978) señala que lutitas que se encuentran por debajo de esta secuencia cuarcítica, en afloramientos de Mina Santo Domingo, tienen graptolites del Caradociano inferior.

4 - Ordovícico indiferenciado

Como puede observarse, en Sudamérica existen localidades donde afloran rocas que se asignan al Ordovícico no basados en argumentos paleontológicos, sino de posición estratigráfica o de interpretación regional.

Generalmente son secuencias sedimentarias biológicamente estériles o con fósiles cuya significación aún no ha sido debidamente evaluada. También se da el caso de que exista un ligero grado de metamorfismo regional o un clivaje de deformación marcado que a veces han impedido la conservación de fósiles.

En Argentina existen importantes afloramientos de rocas cuarcíticas en la provincia de Buenos Aires que hasta la fecha solo han brindado trazas fósiles entre las que existen formas de *Cruziana*, *Rusophycus*, *Paleophycus*, destacándose entre ellas, por su frecuencia, *Arthrophycus alleghanensis*. Esta importante asociación ha sido asignada indistintamente entre el Cámbrico y Silúrico, aunque por sus caracteres generales se indican una mayor afinidad con las formas ordovícicas (Borrello, 1965; Aceñolaza, 1978). En el norte de Patagonia afloran cuarcitas estratificadas (Formación Pailemán) y calizas en la zona norte del río Colorado (Formación San Jorge) y cuarcitas en el subsuelo de Gral. Alvear (Formación Pilches), se asignan al Ordovícico por su posición estratigráfica (Criado Roque, 1979). Una situación similar se da con las

facies cuarcíticas del subsuelo pampásico donde mediante perforaciones se localizaron cuarcitas y pelitas que para Russo et al. (1979) representa al Ordovícico (Formación Las Breñas y equiv.).

En la región limítrofe entre Brasil y Bolivia existe una importante secuencia clástica y química integrada por varias formaciones separadas entre sí por discordancia. Las que forman el nivel basal se reconocen con el nombre de Grupo Jacadigo, mientras que las del techo de Grupo Tucavaca. El conjunto representa, para Rodrigo y Castaños (1978) al lapso Llanvirniano-Caradociano. Algo más al norte, en las nacientes del Río Paraguay, afloran cuarcitas y calizas que en gran parte se correlacionan con las precedentes; son designadas por Almeida (1964) con el nombre de Grupo Alto Paraguaí. Tanto estos afloramientos como los precedentes no han provisto fósiles que brinden mayores datos sobre su posición cronoestratigráfica. Su asignación a determinados niveles estratigráficos del Ordovícico solo se basa en inferencias por su posición en la columna regional. Una situación similar se verifica en el área atlántica brasileña donde afloran conglomerados, areniscas y lutitas constituyendo el Grupo Cacapava en Río Grande do Sul y la Formación García en Itajaí.

En Ecuador las formaciones Margajitas y Pumbuiza de la Cordillera Oriental y borde subandino se asignan al Ordovícico s.l. por sus caracteres sedimentológicos y posición estratigráfica (Campbell, 1975).

FENOMENOS DE PLUTONIZACION Y METAMORFISMO

Durante mucho tiempo, al describirse las rocas ordovícicas sudamericanas, se marginaba a las plutonitas o metamorfitas como si ellas no se hubieran logrado emplazar o consolidar en dicho tiempo. Importaban las secuencias sedimentarias y sus fósiles, detalle no desacertado si con ello se querían enfocar problemas de tipo paleogeográfico. Lo contrario ocurría si el objetivo de la descripción pretendía efectuar el análisis como una cuestión de evolución geológica global, ya que en ese caso solo se tendría en cuenta lo que acontecía en superficie de la corteza desconociéndose lo que ocurría a niveles más profundos. Tal vez el avance de los estudios isotópicos ha sido el argumento de mayor peso para modificar estos criterios interpretativos.

Tal vez es en Argentina donde mayores problemas interpretativos ha tenido la consideración de las rocas cristalinas, especialmente en el ambiente de Sierras Pampeanas. Ha sido norma el considerarlas "in extenso" como propias de una antigüedad precámbrica. Los resultados que se obtuvieron de las investigaciones radimétricas efectuadas en los últimos años han sido lo suficientemente contundentes como para replantear el problema cronoestratigráfico de las mismas. Hoy se conoce (Stipanicic y Linares, 1975; Linares, 1977; González y Toselli, 1974; Mc Bride et al., 1975; Ramos y Ramos, 1979) que un considerable número de dataciones radimétricas han permitido referir al Ordovícico plutones graníticos y el acontecimiento metamórfico más importante acontecido en determinados sectores de las Sierras Pampeanas. Entre los valores más destacados merecen citarse los del Granito de Famatina (Miranda = 448 ± 22 m.a.); en San Rafael, Mendoza (Rodeo de la Bordalesa = 452 ± 8 y 475± 17 m.a.) y Nihuil 484 y 474 m.a.; Capillitas en Catamarca (460 m.a.); Sierra de Ancasti (Albigasta 459 ± 7 m.a.; El Alto 475 m.a. Aceñolaza et al. 1981); Sierra de Aconquija (475 m.a. Mala-Mala), etc.

Vinculado con el acontecimiento plutónico podemos relacionar al volcánico que se intercala a la secuencia ordovícica en distintos puntos de la Puna y Sistema de Famatina. La mención de estas rocas por parte de Schwab (1973) y los estudios detallados ejecutados por Coira (1979) permitieron caracterizar la secuencia volcánica de la Puna como característica de la *asociación espilita-keratófiro*. En los afloramientos de la Sierra de Quichagua se reconoció (Coira, 1979) una sección de aproximadamente 600 m compuesta por tobas, lavas de composición riolitico-riodacítica y dacítica que se intercala a estratos graptolíticos arenigianos.

En la Sierra de Famatina la efusividad corresponde a la secuencia "*basalto-andesita* y está integrada por rocas andesítico-riolíticas del tipo tobas y lavas (Formaciones Las Planchadas/Morado). Las tobas en numerosas localidades son fosilíferas conteniendo abundantes braquiópodos, moluscos y trilobites (Aceñolaza y Toselli, 1982). El espesor de las rocas volcánicas mencionadas no ha sido aún debidamente establecido, encontrándose los principales afloramientos en la Sierra de las Planchadas/Chaschuil, Cerros Pabellón/La Ollita, Cachiyuyo/Cuchilla Negra y El Chuschin/ Miranda.

Por último debe señalarse la existencia de serpentinitas intercaladas a la secuencia ordovícica en afloramientos de la Puna argentina, las que fueron descriptas por Argañaraz et al. (1973) como integrantes de la evolución orogénica de la región.

Al parecer en Bolivia el metamorfismo no ha tenido gran importancia como un acontecimiento Ordovícico, sino que el mismo ha sido impuesto durante la orogenia permo-carbónica. En Perú, Marosco (1978) designó el acontecimiento metamórfico como herciniano considerando que el mismo se desarrolló en épocas post-ordovícicas. Este mismo autor destaca el caso que para varios autores una importante secuencia de tobas andesíticas, dacíticas y riolíticas (Serie de Ollantaytambo) puede ser considerada como Ordovícica. Esto sería concordante con un acontecimiento de similar característica que se observa en Argentina y Bolivia para el Arenigiano. También se destaca que en la Cordillera Oriental existen algunos plutones graníticos, en la zona de Mejías y Mollendo, que según Everden (en Portugal y Gordon, 1976) tienen una antigüedad de 460 m.a.

En lo que respecta al metamorfimo regional de bajo grado que tienen las formaciones Pumbuiza y Margajitas en Ecuador se considera que el mismo fue impuesto en tiempos post-ordovícicos.

En Colombia, al igual que en Argentina, los fenómenos metamórficos y plutónicos adquieren una magnitud mayor. Allí numerosos autores han referido al Ordovícico a rocas con mediano y alto grado metamórfico de la Cordillera Oriental y Central. Si bien Julivert (1968) refiere al Paleozoico inferior una serie de rocas metamórficas que afloran en distintos puntos de la cordillera colombiana (Grupos Cajamarca, Barragán, La Ceja, Ayurá-Montebello) interpreta que a las mismas pueden asignárseles una antigüedad cambro-ordovícica.

Gansser (1955) asigno al cambro-ordovícico a los "Esquistos de Santa Marta" que afloran en el macizo homónimo y está compuesto por filitas y pizarras verdes. Mayores problemas de asignación cronológica tienen los equistos del macizo de Guajira central, que para algunos podrían ser mesozoicos (Renz, 1960) y para otros podrían interpretarse como del Palozoico inferior s.l. (Julivert, 1968).

Un problema distinto presentan las plutonitas que afectan a las rocas precedentemente descriptas. Los datos radimétricos con que se cuentan permiten señalar que parte del acontecimiento magmático fue ordovícico. Pinsón et al. (1962) señalaron para rocas sieníticas de San José de Guaviare valores que van entre 445 ± 22,460 ± 23,485 ± 25 y 495 ± 25 m.a. según los métodos de K/Ar y Rb/Sr. Irving (1975) señaló la existencia de metadioritas hornbléndicas entre Río de Oro y Puerto Nuevo de una antigüedad de 413 m.a. y un paragneis de composición granítica en la ruta Berlín-Pamplona que según Rb/Sr. tiene 450 m.a.

En Guyana existen una serie de basaltos olivínicos y doleritas que fueron reconocidos por Hawkes (1966) cerca de la confluencia de los ríos Runupuni y Arawabi. Ellos fueron determinados por Snelling y Mc Connell (1969) según métodos radimétricos, obteniéndose los datos de 450 ± 25 m.a. y 481 ± 14 m.a.

En Caçapaya do Sul, en Brasil, aflora un stock granítico cuya antigüedad ha sido datada en 506 m.a.; mientras que, entre Castro y Piraí do sul, un pórfiro cuarcífero según Bigarella y Salamuni (1961) arrojó una antigüedad de 450 m.a.

En Paraguay estudios radimétricos ejecutados por Comte y Hasui (1971) sobre rocas graníticas que afloran en Caapucú arrojaron

una edad de 468 ± 25 m.a. Dicho plutón aparece asociado a riolitas, circunstancia que ha permitido interpretarlo vinculado al acontecimiento volcánico que posee idénticos caracteres petrográficos en el sur del Brasil.

ESQUEMA DE EVOLUCION PALEOGEOGRAFICA

El importante acontecimiento orogenético acaecido durante el Cámbrico medio-superior determinó el diseño de la paleogeografía que habría de desarrollarse desde el Cámbrico superior al Ordovícico. Dicho acontecimiento (Ciclo Pampeano) permitió adicionar al basamento Precámbrico del escudo brasileño/rocas metamórficas, sedimentarias y plutónicas del Precámbrico superior/Cámbrico inferior. Asimismo permitió la configuración del Cratógeno Central Argentino (Bracaccini, 1960). Si bien los afloramientos del Cámbrico superior/Ordovícico basal se los encuentra dispersos entre Argentina, Bolivia, Colombia y Venezuela puede observarse que el inicio del período se inicia bajo condiciones transgresivas sobre la plataforma continental. El comportamiento general del macizo de Arequipa ha sido independiente del borde brasileño, aunque constituyó un factor condicionante de la región que va desde Bolivia al noroeste de Argentina. Posiblemente todo el cratón brasileño haya mantenido caracteres unitarios y relacionados con la porción occidental de Africa.

El proceso transgresivo logró su mayor expansión y profundización de la cuenca entre el Arenigiano y Llanvirniano. Hacia la parte superior del Ordovícico medio se produjeron movimientos que posiblemente elevaron importantes sectores del noroeste argentino y sureste de Bolivia, tendencia general que debió haberse mantenido hasta el fin del período. Posiblemente en este acontecimiento orogenético haya tenido responsabilidad el comportamiento general del cratón de Arequipa.

Mientras se producían elevaciones en determinados sectores de la cuenca marina cordillerana es posible que hacia el fin del período se haya iniciado el proceso de hundimiento de la cuenca amazónica, quebrándose la estructura cratonizada brasileña e individualizándose el escudo de guyana. Esta circunstancia habrá favorecido la comunicación del ambiente marino del Africa occidental con el área andina.

También es importante señalar que en dicho marco paleogeográfico se incluyó, fundamentalmente dentro de la región andina, un acontecimiento magmático de real importancia. El mismo siguió el borde del Cratógeno Central, del Macizo de Arequipa y la Cordillera Oriental de Colombia. Hubo en toda esa región acontecimientos plutónicos y efusivos. En menor escala, pero siempre relacionado con importantes líneas de fracturación, también se verificó en Brasil, Paraguay y Guyana.

BIBLIOGRAFIA

ACEÑOLAZA, F., 1976. The Ordovician System in Argentina and Bolivia. In Bassett, M. (ed.). The Ordovician System Proc. Pal. Assoc. Symp. Birminghan. 479-487.

ACEÑOLAZA, F., 1978. El Paleozoico inferior de Argentina según sus trazas fósiles.- Ameghiniana *15* (1-2): 15-64.

ACEÑOLAZA, F., 1980. La presencia de *(Tetragraptus fruticosus* (Graptolithina) en el Ordovícico de Jujuy.- Revta Asoc. geol. argent. *35* (4): 539-545.

ACEÑOLAZA, F.;DURAND, F. y DIAZ TADDEI, R., 1976. Nautiloideos ordovícicos de la Precordillera argentina. Fauna de Huaco, provincia de San Juan.- Acta geol. lilloana *13* (8): 219-244.

ACEÑOLAZA, F.; TOSELLI, A. y DURAND, F., 1975. Estratigrafía y Paleontología de la región de Hombre Muerto, provincia de Catamarca, Argentina. Actas I Congr. argent. Paleont. Bioestr. *1*, 109-123.

ACEÑOLAZA, F. y TOSELLI, A., 1977. Observaciones geológicas y paleontológicas sobre el Ordovícico de la zona de Chaschuil, prov. de Catamarca.- Acta geol. lilloana *14*: 55-81.

ACEÑOLAZA, F. y TOSELLI, A., 1982. Lower Ordovician vulcanism in North-west Argentina.- Paleont. Contrib. Univ. Oslo *280*, 2.

ACEÑOLAZA, F.; MILLER, H. y TOSELLI, A., 1981. Geología de la Sierra de Ancasti. Nuevos aportes al conocimiento geológico regional y estructural. Actas 8º Congr. Geol. Argent. *3*, 75-88.

AHLFELD, F. y BRANISA, L., 1960. Geología de Bolivia. 245 pp. Inst. Boln. Petróleo. La Paz.

ALMEIDA, F.M., 1964. Geología do Centro oeste Mato-Grossense.- Bol. Div. Geología Min. *215*: 1-137.

ARGAÑARAZ, R.; VIRAMONTE, J. y ZALAZAR, L., 1973. Sobre el hallazgo de serpentinitas en la Puna Argentina. Actas 5º Congr. Geol. Argent. *1*, 23-32.

BALDIS, B. y BLASCO, G., 1975. Primeros trilobites Asghilianos del Ordovícico sudamericano.- Actas Prim. Congr. Arg. Paleont. y Bioestr. *1*, 33-48.

BALDIS, B. y HANSEN, H., 1980. Trilobites dalmanítidos del Paraguay Oriental. Actas II Congr. Argent. Paleont. Bioestr. *1*, 49-67.

BENEDETTO, L., 1977. Algunas consideraciones acerca de la posición del límite Cambro-Ordovícico en Sud-América.- GEOS. *23*: 3-11. UCV Caracas.

BORRELLO, A., 1966. Trazas y cuerpos problemáticos de la Formación La Tinta, Sierras Septentrionales de la prov. de Buenos Aires.- Com. Invest. Cient. Buenos Aires. *5*, 1-42, 46 pl.

BORRELLO, A., 1971. The Cambrian of South America, *In Holland*, C. (ed.) Cambrian of the New World. 385-438.

BRACACCINI, 0.; 1960. Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina.- Petrotecnica *10*: 6, 57-69.

BRACKEBUSCH, L.- 1891. Mapa Geológico del interior de la República Argentina esc. 1: 1.000.000 Publ. Acad. Nac. Ciencias Córdoba.

BRANISA, L., 1965. Los fósiles guías de Bolivia.- Boln. Serv. Geol. Bolivia. *6*: 1-280.

BULMAN, 0.M., 1931. South American Graptolites with special reference to the Nordenskjöld collection.- Ark. Zool. *22* A, 3: 1-111.

BURMEISTER, H., 1876. Description physique de la Republique Argentine. *1*, 1-390; *2*, 1-407. Paris.

CAMPBELL, C., 1975. Ecuador. In Faibridge, R. (ed.) The Encyclopedia of World Regional Geology. Part I. Western Hemisphere. 261-270.

CAPUTO, M.; RODRIGUEZ, R. y VASCONCELOS, D., 1972. Nomenclatura estratigráfica de Bacia do Amazonas, Histórico e Actualizacao. Anais 26º Congr. Bras. Geol. *3*, 35-46.

CASTAÑO, A. y RODRIGO, G., 1978. Sinopsis estratigráfica de Bolivia. I parte de Paleozoico. Publ. esp. Acad. nac. Cienc. Bolivia.

CECIONI, G., 1953. Contribución al conocimiento de los nautiloideos eopaleozoicos argentinos. Parte I. Protocycloceratidae - Cyclostomiceratidae.- Boln Mus. Nac. Hist. Chile *26*: 57-110.

CECIONI, G., 1965. Contribución al conocimiento de los nautiloideos eopaleozoicos argentinos. Parte II. Robsonoceratidae, Ellesmerocesatidae, Protocameroceratidae, Baltoceratidae.- Ibid. *29*: 1-24.

CECIONI, A. y FRUTOS, J., 1975. Primera noticia sobre el hallazgo de Paleozoico inferior marino de la Sierra de Almeida, norte de Chile. Acta Prim. Congr. Arg. Paleont. Bioestr. *1*, 191-207.

COIRA, B., 1979. Descripción geológica de la Hoja 3c Abra Pampa, provincia de Jujuy.- Boln Serv. Geol. Nac. *107*: 1-90.

COMTE, D. y HASUI, Y., 1971. Geochronology of eastern Paraguay by the potassium argon method.- Revta bras. Geosci. *1*, 1:33-42.

COMPAÑIA SHELL y CREOLE., 1964. Paleozoic rocks of Merida Andes, Venezuela.- Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. *48*: 1, 70-84.

CRIADO ROQUE, P. e IBAÑEZ, G., 1979. Provincia Geológica San Rafaelino-Pampeana. In II Simp. Geol. Reg. Argent. *1*, 837-869. Publ. Esp. Acad. nac. Cienc. Córdoba.

CUERDA, A., 1973. Reseña del Ordovícico Argentino.- Ameghiniana *10*, 3: 272-312.

D'ORBIGNY, A., 1842. Voyage dans L'Amerique méridional. Part Geologie et Paleontologie. Paris.

EGELER, C. y DE BOY, T., 1921. Preliminary note on the geology of the Cordillera Vilcabamba (SE Perú) with emphasis on the essentially pre-Andean origin of the structure.- Geol. en Mijnb *40*, 319-326.

FORBES, D., 1861. Report on the Geology of South America. I Bolivia and Southern Perú.- Quat. J.Geol. *17*: 1-62.

FRICKER, P., 1960. Zur Geologie der Cordillera Vilcabamba.- Die Alpen *36* 1,: 56-66.

FURQUE, G. y CUERDA, A., 1979a. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. II Simp. Geol. Reg. Argent., Publ. Esp. Acad. nac. Cienc. Córdoba.

FURQUE, G. y CUERDA, A., 1979b. Ordovícico Argentino.- Asoc. geol. argent. Ser. b(7) 55 pp.

GANSER, A., 1955. Ein beitrag zur Geologie und Petrographie des Sierra Nevada de Santa Marta (Kolumbien).- Mitt. Schweizer, Mineralog u Petrog. *35* 2,: 77-112.

GARCIA, A.; PEREZ D' ANGELO, E. y CEBALLOS, E., 1962. El Ordovícico de Aguada de La Perdiz. Puna de Atacama, prov. de Antofagasta. Inst. Inv. Geol. Apartado 16 Sgo. de Chile.

GONZALEZ, R. y TOSELLI, A., 1974. Radiometric dating of igneous rocks from Sierras Pampeanas, Argentina.- Revta bras. Geociencias *4*: 137-141.

HARRINGTON, H. y KAY, M., 1951. Cambrian and Ordovician faunas of Eastern Colombia.- J.Paleont. *25*, 5:655-668.

HARRINGTON, H. y LEANZA, A., 1957. Ordovician Trilobites of Argentina. Univ. Kansas Press. Sp. Publ. 1, 1-259.

HARRISON, J.V., 1930. The Magdalena valley, Colombia. South America. Int. Geol. Congress. 15 th Prethoria. Compte Rendu *2*, 399-409.

HAVLICEK, V. y BRANISA, L., 1980. Ordovician brachiopods of Bolivia.- Chekoslovenske Akad. Ved. Rada MPV *90*, 1: 1-54, 4 pl.

HAWKES, D., 1966. Differentiation of the Tumatumari-Kopinang dolerite intrusion.- Bull. British Guyana. Geol. Soc. Am. *77*: 1131-1158.

HUGHES, C.; RICKARDS, R. y WILLIAMS, A., 1980. The Ordovician fauna from the Contaya Formation of eastern Perú.- Geol. Mag. *117*, 1: 1-21.

IRVING, E., 1975. Structural evolution of the Northermost Andes, Colombia.- U.S. Geol. Survey Prof. paper *846*: 1-47.

JULIVERT, M., 1968. Colombia, *in* Commission de Stratigraphie, Amerique Latine v.5 Lexique Stratigraphique Internationale.- Paris-Centre Nat. de la Recherche Scientifique, Fas. 4 a (pt 1) p. 650.

KAYSER, E., 1876. Ueber Primordiale und Untersilurische aus der argentinischen Republic. Beitr. Z. Geol. Paleont. Der Argentinischen Republik. 2 Paleont. Theil. Paleontographica Cassel Sup. *3*, 2: 1-33.

KEIDEL, J., 1940. El Ordovícico inferior de los Andes del Norte Argentino y sus depósitos marino-glaciales.- Boln Acad. nac. Cienc. Córdoba *36*: 140-229.

KOBAYASHI, T., 1937. The Cambro-ordovician shelly, faunas of south America. Fac. Sci. (Imp. Univ. Tokio) *2*, 4: 369-552.

LAPWORTH, C., 1917. Balston Expedition to Perú. Report on graptolites collected by capt A. Douglas. R.E.F.G.S.- Abst. Proc. Geol. Loc. London *999*: 22-23.

LAUBACHER, G., 1974. Le Paléozoique inferieur de la cordillère Orientale du SE du Perou. Cah ORSTOM ser. Geol. *6*, 1:29-40.

LAUBACHER, G., 1978. Estudio geológico de la región norte del Lago Titicaca.- Boln Inst. Geol. Min. Perú *5*: 1-120.

LEVY, R. y NULLO, F., 1973. Braquiópodos ordovícicos de la Sierra de Famatina (Formación Molles), Prov. de La Rioja.- Ameghiniana. *10*: 132-138.

LEVY, R. y NULLO, F., 1974. La Fauna del Ordovícico (Asghilliano) de Villucum, San Juan, Argentina.- Ameghiniana *11*: 173-138.

LEVY, R. y NULLO, F.- 1975. Braquiópodos ordovícicos de Ponon-Trehue, Bloque de San Rafael (prov. de Mendoza, Argentina). Actas I Congr. Argent. Paleont. Bioestr. *1*, 23-32.

LEVY, R. y NULLO, F. 1980. Braquiópodos ordovícicos de la Sierra de Famatina (Formación Suri), provincia de La Rioja, República Argentina. Actas II Congr. Argent. Paleont. Bioestr. *1*, 37-47.

LINARES, E., 1977. Catálogo de Edades Radimétricas determinadas para la República Argentina. Publ. esp. Asoc. Geol. Argent. Serie B nº 4.

MAROCCO, R., 1978. Estudio geológico de la Cordillera de Vilcabamba. Estudios especiales.- Boln Inst. Geol. Min. Perú. *4* Serie D: 1-157.

MC BRIDE, S.; CAELLES, J.; CLARK, H. y FARRAR, E., 1975. Paleozoic Age province in the Andean Basament latitudes 25º - 30º S.- Earth and Planetary Science Letters *29*: 373-383.

MOUSSY, M., 1869-1873. Description geografique et Estadistique de la Confederation Argentine. Et Atlas Lib F Didot F et C Paris.

NEWELL, N. y TAFFUR, I., 1994. Fossiliferous Ordovician in Lowlands of eastern Perú.- J.Paleont. *18*: 6.

PARDO, A. y ZUÑIGA, F., 1976. Estratigrafía y evolución tectónica de la región de la selva del Perú. Mem. II Congr. Latinoam. Geol. *2*, 569-587.

PINSON, W., HURLEY, P. MENCHER, E. y FAIRBAIN, H., 1962. K/Ar and Rb/Sr ages of biotites from Colombia, South América.- Bull. Geol. Soc. América *73*, 7: 907-910.

PORTUGAL, J. y GORDON, L., 1976. Geologic History of southern Perú. Mem. II Cong. Latinoam. Geol. *2*, 789-819.

PRIBYL, A. y VANEK, J., 1980. Ordovician trilobites of Bolivia.- Chekoslovenske Akad. Ved. Rada MPV *90*, 2: 1-90, 26.

RAMOS, E. y RAMOS, V., 1979. Los ciclos magmáticos de la República Argentina.Actas VII Congr. Geol. Argent. *1*, 771-786.

RENZ, G., 1960. Geología de la parte sureste de la Península de la Guajira (Rep. de Colombia) Venezuela.- Boln Geol. Dir. Geol. Venez., Publ. Esp. *3*, 1: 317-347.

ROSSI DE GARCIA, E; PROSERPIO, C. y NUÑEZ, E., 1974. Ostrácodos Ordovícicos de Ponon-Trehué, Provincia de Mendoza.- Ameghiniana *11*, 4: 400.

RUSSO, A.; FERELLO, R. y CHEBLI, W., 1979. Llanura Chaco Pampeana. In Geol. Reg.Argent., Publ. Esp. Acad. nac. Cienc. Cba. *1*: 141-183.

SALAMUNI, R. BIGARELLA, J. y YAKEDA, F., 1961. Consideraciones sobre estratigrafía e tectónica da Serie Itayaí.- Boln Paran. Geogr. *4-5*: 188-201.

SALAMUNI, R. BIGARELLA, J. y YAKEDA, F., 1961. Consideraciones sobre estratigrafía e tectónica da Serie Itayaí.- Boln Paran. Geogr. *4-5*: 188-201.

SCHWAB, K., 1973. Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (NW Argentinien) ein Beitrag zur erdgeschichtlichen Entwicklung der Puna.- Geotekt. Forsch. *43*: 1-168.

SNELLING, N. y MC CONMELL, R., 1969. The geochronology of the Guyana.- Guyana Geol. Survey Recs. *6*, Paper 9: 1-23.

STEIMANN, G. y HOEK, H., 1912. Des Silur und Kambrium des Hochlandes von Bolivien.- Neues Jahrb Min. *88*; 34: 176-252.

STELZNER, A., 1876. Orografía y Geología. In Napp R. La República Argentina. Publ. of Exp. Int. Filadelfia U.S.A.

STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina I, años 1960-1974. Publ. esp. Asoc. Geol. Arg. Serie B nº 3.

SUAREZ, R., 1976. El Sistema Ordovícico en Bolivia.- Revta Tecn. Yac. Petrol. Fisc. Bolivia. *5*, 2: 111-123.

SUAREZ RIGLOS, M.; SARMIENTO, G. y HUNICKEN, M., 1982. Zona de *Cordylodus angulatus* (Conodonto, Tremadociano inferior) en la Sierra de Cajas, provincia de Jujuy, Argentina. Quinto Congr. Latinoam. Geol., Actas *1*, 775-778.

TURNER, J., 1959. Fauna graptolítica de América del Sur.- Revta Asoc. geol. argent. *15*, 1-2: 5-160.

VOLKHEIMER, W.; MELENDI, D. y ACEÑOLAZA, F., 1980a. Una microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, provincia de Salta, Argentina.- Revta Asoc. geol. argent. *35*, 3: 401-416.

VOLKHEIMER, W.; CUERDA, A. y MELENDI, D., 1980b. Quitinozoos ordovícicos de la Formación Gualcamayo en su localidad tipo al suroeste de Guandacol, Precordillera de La Rioja, República Argentina. Actas II Congr. argent. Paleont. Bioestr. 1, 23-33.

WHITTINGTON, 1966. Phyllogeny and distribution of Ordovician trilobites.- Paleont. *40*: 696-737.

WOLFART, R., 1961. Stratigraphie und Fauna der alteren Paleozoikum (Silur-Devon) in Paraguay.- Geol. Jahrb. 8d. *78*: 29-102.