

El Carbónico Temprano de Argentina

por Carlos R. González

Instituto de Paleontología, Fundación Miguel Lillo - CONICET. Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.

Summary

«The Early Carboniferous of Argentina».

The Earliest Carboniferous sediments of Argentina are found in the western Precordillera and in the Central Patagonia. A nearly 2,000 m thick Tournaisian-Viséan sequence made of terrestrial and of marine sediments has been developed in the Precordillera and the sequence more than 1,000 m thick in the Central Patagonia. A Tournaisian faunal assemblage with paleoequatorial affinities suggests that warm water seas have prevailed in the Pacific embayment in the northern portion of the Precordillera (Río Blanco basin). At the Mid Carboniferous boundary, or perhaps before the end of the Viséan, a global lowering of temperature triggered the Late Paleozoic glacial age. This climatic change has been followed by a dramatic faunal change of the litoral ecosystems, where former «warm faunas» have died out, being replaced by the faunal assemblages adapted to cold waters.

Key words: Early Carboniferous, Argentina, paleogeography, Precordillera Argentina, Patagonia, sedimentology.

Introducción

El Período Carbónico está marcado en todo el mundo por intenso diastrofismo, a consecuencia de lo cual se producen modificaciones en la corteza y se introducen profundos cambios paleogeográficos. En el oeste de la Argentina, se han diferenciado tres fases de movimientos durante este Período (Furque y Cuerda, 1984; Azcuy y Caminos, 1987; González, 1989). Otro hecho significativo lo constituye un relativamente rápido deterioro de la temperatura, que dió origen a la edad glacial del Paleozoico Superior del Gondwana. El cambio climático comienza a manifestarse al promediar el Carbónico, quizá un poco antes del Límite Carbónico Medio, y se

prolongó hasta el Pérmico Temprano.

El Carbónico Inferior fue hasta hace poco, una etapa poco conocida del Paleozoico Superior de Argentina. En algunos casos esto se debe a que plantas fósiles que hoy se consideran de esta edad (Cuerda *et al.*, 1968), fueron anteriormente asignadas al Devónico. También contribuía la falta de conocimiento detallado de algunos terrenos, hasta que fueron explorados y se descubrieron en ellos fósiles (flora y fauna) carbónicos.

Los estratos plegados que afloran en el sector occidental del Bolsón de Jagüé (deformación de Jagüel), fueron considerados de edad carbónica inferior por Cuerda (1948), basándose en su po-

sición con respecto las capas fosilíferas de la quebrada del Peñón y probablemente también en la presencia de los depósitos glaciales. Más tarde se los asignó al Devónico, en base a restos de plantas en ese entonces atribuidas por Frenguelli (1954) a esa edad. Borrello (1955) en cambio, los ubicó en el «más antiguo Carbónico Inferior» y en partes en el Devónico Medio o Tardío, probablemente siguiendo los conceptos de los autores anteriores y los denominó «Jagüeliano.» El hallazgo de abundantes restos vegetales, algunos bien preservados, en el sinclinal de El Mudadero y otras localidades del Bolsón de Jagüel, y su identificación preliminar por el Dr. Archangelsky, permitió la ubicación de estos terrenos en el Carbónico Temprano (González y Bossi, 1987). En aquella ocasión, se respetó la prioridad de la denominación original, que cabía indudablemente al «Jagüeliano» de Borrello (1955). Por esa razón, se propuso denominar provisoriamente Formación Jagüel a esos afloramientos (González y Bossi, *op. cit.*), aún en el conocimiento de que el mismo nombre se utilizó anteriormente para designar otras unidades estratigráficas.* En los últimos años, las exploraciones y hallazgos paleontológicos efectuados separadamente por varios grupos de trabajo han realizado importantes avances en el conocimiento de estos depósitos del Carbónico Temprano, cuyos afloramientos se extienden sobre un área importante de la Cuenca de Río Blanco.

El límite Devónico-Carbónico

La transición del Devónico al Carbónico es una etapa de gran significación en el desarrollo de la

vida en los océanos. En el Devónico Tardío tiene lugar uno de los más importantes acontecimientos de extinción masiva de la historia geológica; un 70% del total de las especies de invertebrados marinos desaparece.

Los movimientos de la fase bretona de fines del Devónico producen la discordancia basal del Sistema Carbónico en Europa. La base del Sistema Carbónico, fechada en circón de una bentonita de Hasselbachtal, Alemania, arrojó una edad absoluta de $353,7 \pm 4,2$ Ma (Cloué-Long *et al.*, 1992). También en la Precordillera argentina se produjo, en el Devónico superior, uno de los movimientos diastrosóficos de mayor trascendencia en la región, a los que Furque y Cuerda (1984) denominaron Orogenia Precordilleránica. Tanto en el este como en el oeste de la Argentina los depósitos de distintas edades del Paleozoico superior se apoyan en discordancia sobre rocas pre-carbónicas. Con anterioridad (González, 1989), nos hemos referido a este hiato con el nombre de Intervalo Cuyano, que es el tiempo durante el cual se elevaron, plegaron intensamente, fracturaron y erosionaron las rocas devónicas y más antiguas. El hiato correspondiente a esta discordancia abarca gran parte del Devónico superior y quizá tome una pequeña parte del Carbónico Temprano.

En el Carbónico más antiguo (Tournaisiano), tiene lugar un proceso de regeneración tectónica de las cuencas de la faja perigondwánica, con la acumulación de depósitos continentales y marinos. En la región que se extiende desde la Precordillera hasta la Patagonia, el proceso de subsidencia no se produjo en forma simultánea; solo en algunos lugares comenzó en el Tournaisiano, mientras en otros tuvo lugar más tarde, hasta en el Pérmico Temprano.

Las vinculaciones de las faunas tournaisianas de la Precordillera argentina y el norte chileno (Isaacson *et al.*, 1985; Dutro e Isaacson, 1990; González, 1994) revelan que estas dos cuencas estuvieron comunicadas por un brazo de mar du-

(*) En el caso particular del nombre Jagüel, en el Paleozoico superior de la Precordillera existe una Formación Agua del Jagüel, que aflora al este de Uspallata y se asigna al Pérmico Temprano, aunque éste es diferente por ser nombre compuesto. Por otro lado también existe una Formación Jagüel en el límite Cretácico-Terciario de la Cuenca Neuquina (compare Amos y Roller (1965, pag. 11, nota al pie).

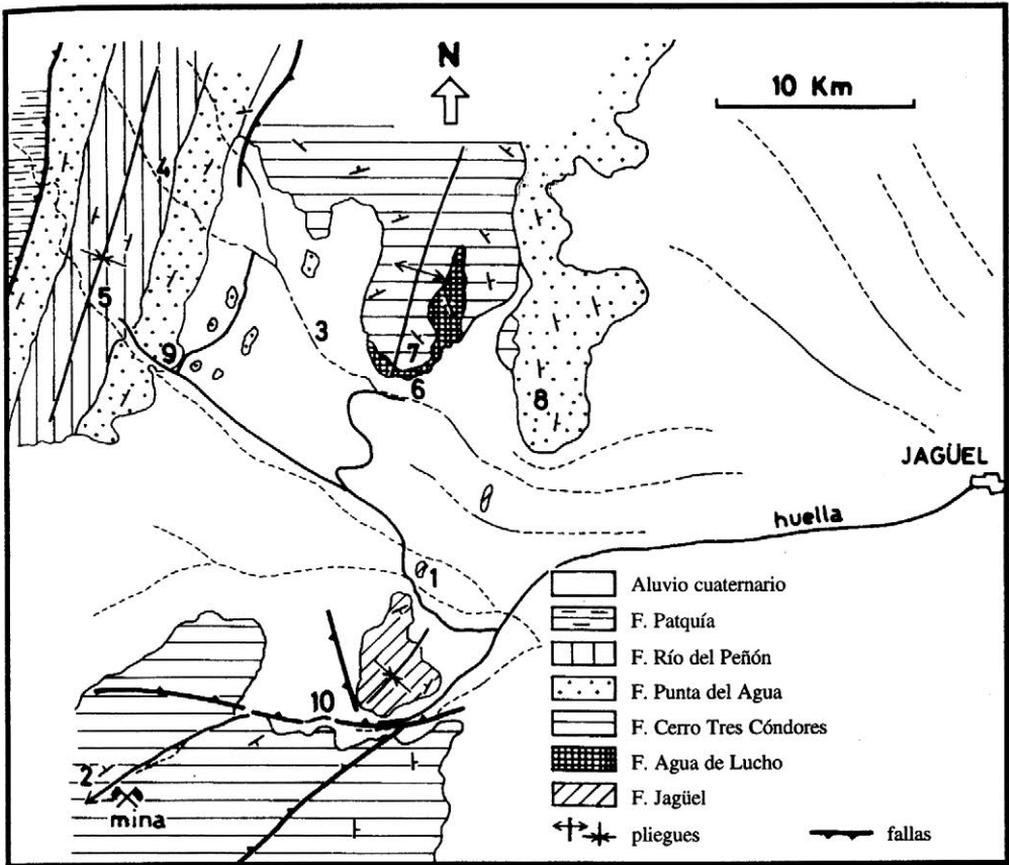


Figura 1: Bosquejo geológico del borde occidental del Bolsón de Jagüel. 1: El Mudadero; 2: Mina Agua de Carlos; 3: Río LLantenes; 4: Río Tuli; 5: Río del Peñón; 6: Agua de Lucho; 7: Cerro Tres Cóndores; 8: Cerro Punta Negra; 9: Punta del Agua; 10: Miembro glacial con restos de *Archaeosigillaria* e invertebrados marinos. Ligeramente modificado de González y Bossi (1987).

rante esta época. Con todo, estas dos regiones habrían tenido una historia tectónica diferente. La Formación Zorritas en el norte de Chile, contiene una fauna de invertebrados de edad devónica media (eifeliana) en su sección inferior, mientras que en su sección superior contiene fósiles del Carbónico Temprano que están emparentados con los de la Cuenca del Río Blanco. Esas dos secciones están separadas por unos 500 m de espesor de sedimentitas que no han proporcionado fósiles (Niemeyer *et al.*, 1985; Isaacson *et al.*, 1985; Dutro e Isaacson, 1990). La Formación Zorritas podría demostrar que la sedimentación

habría sido continua en el transcurso del límite Devónico-Carbónico en la región de Antofagasta; lo mismo no parece ocurrir en la Precordillera argentina, donde los dos Sistemas están separados por una marcada discordancia, apreciable especialmente en la Precordillera septentrional.

El contacto entre las rocas más jóvenes del Devónico y las más antiguas del Carbónico, en el oeste argentino aflora en el borde sudoccidental de la Cuenca de Río Blanco. Los primeros estudios detallados fueron realizados por Furque (1963, 1979) y más tarde Scalabrini Ortiz (1973). Ambos autores señalan el contacto basal de la

Formación Malimán, que contiene restos fósiles (invertebrados y plantas) del Tournaisiano, discordante sobre la Formación Chigua, esta última portadora de invertebrados del Devónico Medio (Givetiano Tardío a Frasniano Temprano). La existencia de la discordancia pre-carbónica ha sido señalada además en varias localidades de la Precordillera por otros autores (Baldis, 1967; Furque y Baldis, 1973; Baldis y Sarudiansky, 1975; Padula *et al.*, 1967). Otra exposición del contacto Devónico-Carbónico inferior, se encuentra en la Precordillera austral. Al este de la población de Calingasta se encuentra la quebrada del Salto o del Km 114. La Formación Del Ratón está constituida por bancos psefíticos con intercalaciones de sedimentos más finos que contienen restos vegetales asignados al Carbónico inferior (Azcuay *et al.*, 1981). Los afloramientos de esta Formación son reducidos, pero muestran relación discordante sobre la Formación El Planchón, de edad devónica media (Kerlleñevich, 1967).

Otros autores, en cambio, argumentan que no existe una discordancia entre el Devónico y el Carbónico. Recientes observaciones de Cingolani y colaboradores (1990) en el sector septentrional de la Sierra de La Punilla, sugieren que la sedimentación no se interrumpió en el transcurso del límite Devónico-Carbónico, y que existe un contacto normal, sin discordancia entre ambos Sistemas. De corroborarse las observaciones de Cingolani y colaboradores (*op. cit.*; ver también Morel *et al.*, 1993), ocurriría en la sierra de La Punilla un caso similar al de la sierra de Almeida, en el norte de Chile. Personalmente estimo que en la sierra de La Punilla y otras localidades de la Cuenca de Río Blanco, aún son necesarias observaciones estratigráficas de mayor detalle y sobre un área más extensa, sobre todo teniendo en cuenta las complicaciones estructurales.

En las cuencas sedimentarias de la región Patagónica, la subsidencia y sedimentación parece haber empezado algo más tarde que en la Precordillera. Allí el hiato pre-Carbónico habría

abarcado posiblemente todo el Tournaisiano. El basamento pre-Carbónico en Patagonia aflora en dos áreas muy reducidas, donde está formado por rocas de diferente litología. Esas localidades se encuentran en los bordes septentrional y oriental de la Cuenca Languiño-Genoa, donde los depósitos carbónicos se reducen a algunas decenas de metros de espesor. El borde oriental de la Cuenca Languiño-Genoa se extiende a lo largo de la longitud de la sierra de Agnia, en su faldeo occidental. Allí, los afloramientos más importantes se encuentran en la meseta de Catreleo, donde un paquete delgado de sedimentitas probablemente glaciógenas contiene fauna de *Levipustula*. Estas sedimentitas suprayacen en discordancia un complejo constituido por una formación psammítica que ha sido intruida por un stock granítico, cuya edad podría ser devónica (Lesta, 1969). Otro afloramiento del basamento pre-Carbónico se encuentra en la zona del Arroyo Pescado, en el borde septentrional de la Cuenca. Se trata de una sección de algunas decenas de metros de espesor, consistente en sedimentitas glaciógenas equiparadas a la Formación Las Salinas (González *et al.*, 1995), las que sobreyacen discordantemente metasedimentitas de la Formación Arroyo Pescado (Suero, 1948; Roller, 1970). Estos dos afloramientos del basamento pre-Carbónico han sido asignados al ciclo Caledónico (Borrello, 1969; Roller, 1970; González, 1984).

En la Cuenca de Sauce Grande (Sierras Australes de Buenos Aires) del este de la Argentina, los depósitos neopaleozoicos se inician con sedimentitas atribuidas al Pérmico más antiguo o al Carbónico más joven. Las mismas constituyen el Grupo Pillahuincó, y se apoyan en discordancia sobre rocas devónicas de la Formación Lolén (Harrington, 1972; Kilmurray, 1975).

Tournaisiano-Viseano Temprano

Depósitos del Carbónico Inferior de América del Sur, afloran en el norte de Chile y posiblemente

en Perú central. En la Argentina, las sedimentitas más antiguas del Carbónico que pueden ser datadas por fósiles (flora y fauna marina), se encuentran solamente en la región precordillerana de las provincias de La Rioja y San Juan y en la Patagonia central. Estos depósitos comenzaron a acumularse en el Tournaisiano predominantemente en ambiente costanero, el que más tarde fue inundado por una transgresión «Pacífica» que solamente inundó los terrenos que se hallan al norte de la latitud de Jachal.

La ingresión tournaisiana formó un engolfamiento restringido a la parte septentrional de la Precordillera (Cuenca del Río Blanco). Más al sur no se conocen depósitos marinos de esta edad. Los niveles con invertebrados de la sección superior de las formaciones Malimán y Agua de Lucho, constituyen la Zona de *Protocanites*. En la Argentina esta fauna solamente se conoce en la Precordillera septentrional, y a ella se asimilan los niveles de la región de Antofagasta en el norte de Chile (Isaacson *et al.*, 1985; González, 1994). En el sector austral de la Precordillera (Cuenca de Calingasta-Uspallata), solamente se acumularon depósitos continentales.

En la Patagonia central no existen evidencias de una ingresión tournaisiana.

Si tenemos en cuenta el contenido paleontológico de los terrenos del área del Bolsón de Jagüel e inmediaciones (figura 1), es posible reconocer por lo menos tres diferentes sectores de afloramientos los que, dejando por el momento de lado su orden de antigüedad son: la sección que aflora en el sinclinal del Cerro Mudadero, de carácter continental o marginal, con abundante flora fósil y un nivel marino muy pobre, con escasos restos de invertebrados, La Formación Jagüel, fide González y Bossi, 1987). Otra sección diferente se encuentra en Agua de Lucho, unos 10 km al noroeste del Mudadero. En este sector aflora una secuencia que se inicia con los estratos marinos de la Formación Agua de Lucho (González y Bossi, 1987), la que exhibe caracte-

rísticas litofaciales más variadas que la anterior y contiene un importante nivel marino con fauna de *Protocanites-Rossirhynchus* (González, 1994) y termina en los potentes «Conglomerados del Cerro Punta Negra» de Borrello (1955). Estos estratos están plegados en un amplio anticlinal que forma el borde noroccidental del bolsón de Jagüel. Finalmente, están los terrenos que afloran mayormente al oeste y sur del Cerro Mudadero, que contienen el miembro de sedimentitas glaciógenas mencionados por Cuerda (1948) y varios niveles con restos de una flora fósil, uno de los cuales contiene *Archaeosigillaria* y otras licofitas (Azcu y Carrizo, 1995) y un nivel con fósiles marinos muy pobre (figura 1: 10). Los estratos que se encuentran en este último sector de afloramientos, pertenecerían a la Formación Cerro Tres Cóndores (fide González y Bossi, 1987). Las relaciones entre estos tres sectores y/o secciones, están oscurecidas por complicaciones estructurales y la cubierta aluvial (figura 1). La interpretación estratigráfica originalmente propuesta (González y Bossi, 1986), contempla la sucesión de acontecimientos similares a la que se presenta en la quebrada Cortaderas, que desemboca en la margen izquierda del Río Blanco unos 10 km al Norte de Malimán, donde la secuencia está mejor expuesta. En esa localidad, la Formación Malimán (Scalabrini, 1973) contiene los restos vegetales en la sección inferior y los niveles fosilíferos marinos de la Zona de *Protocanites-Rossirhynchus* en la sección superior, siendo equivalente, en partes, a las Formaciones Jagüel (*sensu* González y Bossi, 1987) y Agua de Lucho (figura 2). Algo más tarde, Caminos y colaboradores (1990) proponen un nuevo ordenamiento estratigráfico de la secuencia del Bolsón de Jagüel, en el que asignan la menor antigüedad a los afloramientos del sinclinal del Mudadero, y la mayor antigüedad a los afloramientos ubicados al WSW del Cerro Mudadero dejando entre los mismos a los «Conglomerados del Cerro Punta Negra». Los fósiles del nivel

marino de la Formación Agua de Lucho pertenecen a la Zona de *Protocanites-Rossirhynchus*, que es considerada del Carbónico más antiguo (Tourmaisiano). En cuanto a *Archaeosigillaria conferta* (Frenguelli), sus restos se hallaron en la Precordillera en las formaciones Del Ratón, Malimán y en el miembro glacial de la Formación Cerro Tres Cóndores (al SW del Cerro Mudadero, figura 1: 10), y en la Patagonia en la Formación Jaramillo (Freytes, 1970; Arrondo, 1972; Petriella y Arrondo, 1978; Azcuy y Carrizo, 1995). Según Sessarego y Césari (1989), los restos de plantas eocarbónicas que contiene la Formación Del Ratón, serían equivalentes a los de la formación Guandacol. En términos generales, estos elementos paleoflorísticos no se encuentran juntos en todos los niveles y localidades mencionados, y en algunos casos no están bien preservados. Quizá sería prematuro correlacionar formaciones que podrían no ser totalmente equivalentes, o hasta diacrónicas, con especies endémicas cuyo biocrono no es conocido.

Estimamos que la edad de los depósitos sedimentarios del Bolsón de Jagüel (sin incluir los de la Formación Río del Peñón) abarca el Carbónico Temprano y también parte del Carbónico Tardío.

El sector central de la Precordillera ubicado entre las cuencas de Calingasta-Uspallata y de Río Blanco (entre los ríos Jachal y San Juan), habría estado sujeto a la erosión durante el Carbónico temprano; los depósitos más antiguos del Carbónico que se conocen en esa región son las sedimentitas glaciarias de la Formación Guandacol (Berkowski y Milana, 1990) que estimamos serían aproximadamente 2equivalentes a las de la Formación Cortaderas, que estimamos de edad viseana (figura 2).

El Viseano Tardío y el límite Carbónico Medio

La fijación de la localidad y sección tipo para el Límite Carbónico Medio, propuesta por la Sub-

commission on Carboniferous Stratigraphy de la IUGS, constituye un gran avance para la estratigrafía del Carbónico. Sin embargo, esto no introduce cambios en la perenne problemática de los estratígrafos del Gondwana, que no disponen de los grupos de fósiles marinos que sustentan la bioestratigrafía de las secuencias patrones del hemisferio norte, viéndose obligados a ajustar la estratigrafía a bases paleontológicas diferentes. Las diferencias faunísticas entre los dos hemisferios se deben por una parte a la natural zonación paleolatitudinal de las biomas, que en este caso se vé acentuada por el deterioro de la temperatura en todo el planeta lo que provocó las glaciaciones del Gondwana. Otro factor fue la distribución paleogeográfica de los mares y las tierras emergentes.

Las glaciaciones del Gondwana no tuvieron mayor repercusión en los continentes del hemisferio norte, en los que debido a su ubicación paleoequatorial, la disminución de unos grados de temperatura no llegó a modificar en forma apreciable el ambiente de aguas cálidas de sus mares, donde continuó el desarrollo generoso de la vida bentónica. Al comenzar las glaciaciones, las condiciones ambientales en el hemisferio austral pasan a ser completamente diferentes de las de la faja paleoequatorial, y los patrones de referencia del hemisferio norte ya no pueden emplearse en el hemisferio sur. Los mares del Gondwana en cambio son de aguas frías; sus faunas tienen características propias y faltan los elementos clave de la faja paleoequatorial, como son los goniatites, conodontes, fusulínidos y myalínidos. Hasta tanto dispongamos de dataciones absolutas que permitan correlaciones más precisas, es preferible, en los casos en que no se dispone de elementos seguros, evitar ajustadas comparaciones extracontinentales. De cualquier manera, queda planteado el problema de la ubicación del Límite Carbónico Medio en las secuencias marinas de la Argentina.

A lo largo de toda la faja peri-gondwánica,

PRECORDILLERA		PATAGONIA		BIO-ZONAS	EPOCA		
CUENCA DEL RIO BLANCO		CUENCA DE CALINGASTA-USPALLATA			PERIODO		
RIO DEL PEÑON	MBRO MARINO	FORMACION JARILLAL		GRUPO TEPUEL	4	ESTEFANIANO	CARBONICO TARDIO
	MBRO CONTINENTAL	FORMACION PITUIL					
FORM. PUNTA DEL AGUA (X)					3	NAMURIANO	
FORMACIONES CORTADERAS Y CERRO TRES CONDORES (X)		FORMACION SAN EDUARDO					
		FORMACION JARAMILLO		2	VISEANO	L.C.M.	
FORMACIONES MALIMAN JAGÜEL (X) Y AGUA DE LUCHO		FORMACION DEL RATON		1	TOURNAISIANO	CARBONICO TEMPRANO	

Figura 2: Cuadro de correlación de algunas formaciones de edad carbónica temprana de la Precordillera y Patagonia, y su relación con formaciones del Carbónico Tardío, principalmente en secuencias con componentes marinos. (X): según González y Bossi (1987); 1: Zona de *Protocanites-Rossirhynchus*; 2: Zona de *Rugosochonetes-Bulahdelia*; 3: Zona de *Levipustula levis*; 4: Zona de Intervalo. Fuera de escala.

desde el oeste de la Argentina hasta el este de Australia pasando por el oeste de la Antártida, se dieron condiciones climáticas similares. Esas dos regiones distantes entre sí, se encontraban aproximadamente a la misma latitud y sus mares estuvieron conectados durante el Carbónico y Pérmico Temprano. Esta circunstancia contribuye a que sus faunas también sean muy semejantes, aunque las australianas son más variadas y han permitido mayor aproximación a las de las secuencias europeas.

El límite Carbónico Medio de la faja paleoequatorial se basa en un acontecimiento paleobiológico que es la aparición del conodonte *Declinognathodus noduliferus*. La fauna de *Rugosochonetes-Bulahdelia* de la Precordillera argentina, es muy similar a la fauna de *Marginirugus barringtonensis* del este de Australia, y ambas se encuentran en la base de la Zona de *Levipustula levis*. Existe una estrecha similitud no solo en los acontecimientos paleobiológicos, sino también en la cronología y duración de las glaciaciones de la Argentina y de Australia. En Australia, la

Zona de *M. barringtonensis* contiene conodontes y amonoideos, y ha sido fijada en el Viseano Tardío, en tanto la base de la Zona de *L. levis* es colocada en el Namuriano temprano. Además, se han conseguido edades absolutas por métodos muy precisos que han permitido ubicar el Límite Carbónico Medio (Viseano-Namuriano) entre las faunas de *Marginirugus barringtonensis* y *Levipustula levis* (Roberts et al., 1995).

Una característica de los afloramientos de sedimentitas del Paleozoico superior de la Precordillera austral, es su carácter saltuario, ya que aparecen como jirones o parches desconectados entre sí, lo que se debe al fuerte tectonismo que plegó y fracturó estas rocas durante y con posterioridad a este período. Cada uno de esos afloramientos presenta variaciones litofaciales, que corresponden a diferencias de carácter local de los depósitos glaciogénicos, como lo demuestran las similitudes de las faunas asociadas.

En la Patagonia central, el Grupo Tepuel es una de las secuencias sedimentarias más representativas del Paleozoico superior de Argentina.

Estos sedimentos se depositaron en la Cuenca de Languiño-Genoa, sin interrupciones notables. La unidad más antigua del Grupo Tepuel (Suero, 1948) es la Formación Jaramillo (Page *et al.*, 1984), que ha proporcionado *Archaeosigillaria* cf. *conferta* (Frenguelli) (Freytes, 1970; Arrondo, 1972) y restos de moluscos (bivalvos y gastropodos) probablemente parálidos (González, 1987). Su base está cubierta en la sierra de Tepuel, único lugar donde aflora esta unidad. En base a su contenido paleontológico y su relación concordante con la suprayacente Formación Pampa de Tepuel (Freytes, 1970), que contiene la fauna de *Levipustula*, se ha sugerido que la edad de esta Formación se extendería entre el Tournaisian Tardío y el Viséano (González, 1993). Posiblemente poco antes de finalizar el Carbónico Temprano, se produce una franca ingresión desde el «Pacífico», que formó un engolfamiento donde comenzaron a depositarse los sedimentos glaciogénicos de la Formación Pampa de Tepuel. Estimo que los estratos inferiores de esta Formación serían del Viséano muy alto, llegando los estratos superiores al Estefaniano (figura 2).

La Edad Glacial Neopaleozoica

Con el deterioro de la temperatura al promediar el Período, se formaron extensas calotas de hielo en las regiones polares. Según los datos paleomagnéticos (Valencio, 1973), el paleopolo sur habría efectuado una traslación a través del de Gondwana, por lo que una gran extensión de este Supercontinente se hallaba en una de las zonas más frías del planeta. En cambio la mayor parte de las áreas continentales del hemisferio norte, con excepción posiblemente del noreste de Asia (Scotese *et al.*, 1979), se concentraban a lo largo de la faja paleoecuatorial, donde los ecosistemas litorales no acusaron el impacto del descenso de temperatura, a diferencia de lo que ocurrió en el hemisferio austral.

En el este de Australia, los primeros depósitos glaciogénicos aparecen coincidentemente con la

base de la Zona de *Levipustula levis*, aunque el clima ya comenzó a deteriorarse con anterioridad, en la Zona de *Marginirugus barringtonensis* (Roberts *et al.*, 1995). En cambio en el oeste de Argentina las sedimentitas glaciogénicas están claramente asociadas con la Zona de *Rugosochonetes-Bulahdelia*, vale decir por debajo de la Zona de *L. levis*. Si aceptamos el sincronismo de la base de la Zona de *Levipustula* en Australia y Argentina, es posible asumir que las glaciaciones del Paleozoico superior se habrían iniciado en estas dos regiones, y probablemente en todo el Gondwana, aproximadamente en el Límite Carbónico Medio (Viséano-Namuriano); quizá un poco antes en el oeste de la Argentina.

En la Cuenca del Río Blanco, las Formaciones Malimán y Agua de Lucho, que contienen fósiles tournaisianos, no han proporcionado indicios de glaciación. Por el contrario, las faunas de invertebrados que contienen estas dos últimas formaciones, están emparentadas con faunas de aguas cálidas de la faja paleoecuatorial. Esto coincide con la existencia de un clima no-glacial, quizá hasta cálido, que habría dominado la región durante la etapa inicial del Período (González, 1990b). Las primeras evidencias claras de glaciación, se encuentran en la sección superior de la Formación Cortaderas (González, 1990a). Este miembro glacial es probablemente equivalente del miembro glacial de la Formación Cerro Tres Cóndores del Bolsón de Jagüel; también serían equivalentes a la sección inferior de la Formación Guandacol.

Si bien las sedimentitas glaciogénicas de la Formación Cerro Tres Cóndores que afloran al SW del Cerro Mudadero (figura 1: 10), contienen fósiles marinos y restos vegetales en niveles muy próximos, el material de invertebrados no es de utilidad bioestratigráfica. Sin embargo, es probable que este miembro glacial, que se extiende por toda la Cuenca de Río Blanco, sea equivalente de al menos parte de la Formación San Eduardo (*vide* González, 1993), como así tam-

bién de otros depósitos glaciógenos con intercalaciones marinas de la Cuenca de Calingasta-Uspallata (figura 2). En la comparación de las secuencias marinas y continentales del Carbónico del oeste de Argentina, la base del miembro de sedimentitas glaciógenas constituye un valioso elemento de correlación.

En la Patagonia central, las primeras sedimentitas glaciógenas aparecen en la base de la Formación Pampa de Tepuel, unos 200 m estratigráficamente por debajo de la Zona de *Levipustula levis*. Diamictitas de la infrayacente Formación Jaramillo, en cambio, no presentan evidencias claras de origen glacial (compare Page *et al.*, 1984; González Bonorino *et al.*, 1988).

Las glaciaciones se hallan entre los acontecimientos más salientes del Paleozoico superior del Gondwana, donde la cubierta de hielo avanzó hasta llegar al mar, constituyendo un factor de fuerte influencia sobre los ecosistemas de la zona litoral. Existen notables diferencias entre las faunas pre-glaciales y las «faunas frías» de la Edad Glacial neopaleozoica. El descenso de la temperatura y el comienzo de las glaciaciones, habrían ocurrido en forma relativamente repentina en términos de tiempo geológico. Esto se deduce de la abrupta aparición de las facies de sedimentitas glaciógenas y el cambio de las asociaciones faunísticas en la secuencia. No sorprende el hecho de que estos dos hechos se encuentren ligados; ya que el cambio climático habría sido la causa principal de la extinción masiva de las faunas «cálidas» del Tournaisiano de la faja litoral perigondwánica desde el oeste de la Argentina hasta el este de Australia. Esas mismas zonas fueron luego ocupadas por asociaciones que se adaptaron a las bajas temperaturas, que en el oeste de Argentina es la fauna de *Rugosochonetes-Bulahdelia* y en el este de Australia la fauna de *Marginirugus barringtonensis*.

Este evento paleoclimático constituye un límite natural dentro del Sistema Carbónico en la Argentina, que se refleja en las facies sedimentarias

y en las Biomas. Es probable que estas mismas condiciones sean válidas para toda el área Gondwánica de América del Sur y para el Gondwana en general. Sorprende el hecho de que un acontecimiento de esta naturaleza no haya tenido repercusión en las cuencas sedimentarias de la faja paleoequatorial y que no exista una contraparte biofacial y/o litofacial manifiesta en esas áreas.

Agradecimientos

El autor agradece las oportunas críticas y sugerencias del doctor A. C. Taboada, y la colaboración en las tareas de campo de la geóloga P. Díaz Saravia y Sr M. Aredes. Los dibujos fueron realizados por el licenciado E. Guanuco.

Los fondos para el desarrollo de los trabajos de campo fueron proporcionados en distintas oportunidades por las siguientes instituciones: Fundación Miguel Lillo, CONICET (PMT-PICT0141), Convenio PROGERA-FML (PID-BID 0584, Proyecto Paleo-norpat) y National Geographic Society (Grant # 5372-94).

Referencias

- AMOS A. J. & E. O. ROLLERI, 1965. «El Carbónico marino en el Valle Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza)». *Bol. Inf. Petrol.* **368**, 23 págs., 1 mapa geol., Bs. Aires.
- ARRONDO O. G., 1972. «Síntesis del conocimiento de las taflofloras del Paleozoico Superior de Argentina». *Anales Acad. brasil. Cienc.*, **44** (suplemento): 37-50.
- AZCUY C. L.; S. N. CÉSARI & M. I. LONGOBUCCO, 1981. «Las plantas fósiles de la Formación El Ratón (provincia de San Juan)». *Ameghiniana* **18** (1-2): 11-28, Bs. Aires.
- AZCUY C. L. & R. CAMINOS, 1987. «Características paleogeográficas y diastóricas de algunas cuencas neopaleozoicas de América del Sur; una reseña». *Actas IV Congr. Geol. Peruano*. Pre-print.
- AZCUY C. L. & H. A. CARRIZO, 1995. «*Archaeosigillaria conferta* (Carbonífero Temprano) en el bolsón de Jagüé, La Rioja, Argentina». *Ameghiniana* **32** (3): 279-286.
- BALDIS B. A., 1967. «Some Devonian Trilobites of the Argentine Precordillera». *Proc. Internatl. Symp. De-*

vonian System, *Cargary* 2: 789-796.

- **BALDIS B. A. & R. M. SARUDIANSKY**, 1975. «El Devónico del noroeste de la Precordillera argentina». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **30** (4): 301-330, Bs. Aires.
- **BERKOWSKI F. & J. P. MILANA**, 1990. «Sedimentación glaciárica: nueva interpretación para la Formación Guandacol (Carbonífero) en el perfil Río Francia, Precordillera central, San Juan». *Actas Reun. Arg. Sedimentolog.*, San Juan, págs. 37-42.
- **BORRELLO A. V.**, 1955. «Los conglomerados del cerro Punta Negra al oeste de Jagüe, provincia de La Rioja». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **10** (1): 44-53.
- —, 1969. «Los Geosinclinales de la Argentina». *Anales de la Dir. Nac. de Geol. y Minería* **14**, Bs. Aires.
- **CAMINOS R. L. FAUQUÉ & C. LIMARINO**, 1990. «Las fases diastroficas intracarboníferas de la Precordillera y su correlación regional». *Abstracts Ann. Meet. W.G. Proj. IUGS* **211**, 132-146, Bs. Aires.
- **CESSAREGO H. & S. N. CÉSARI**, 1989. «An Early Carboniferous flora from Argentina. Biostratigraphic implications». *Review of Paleobotany and Palynology* **57**: 247-264. Amsterdam.
- **CINGOLANI C.; R. VARELA; E. MOREL; O. SCHAUER & O. ARRONDO**, 1990. «Aportes bioestratigráficos en el Devónico-Carbónico del sector septentrional de la Sierra de La Punilla, provincia de La Rioja». *Actas XI Congr. Geol. Arg.*, San Juan, 2: 207-210.
- **CLAOUÉ-LONG J. C.; P. J. JONES; J. ROBERTS & S. M. MAXWELL**, 1992. «The numerical age of the Devonian-Carboniferous Boundary». *Geological Magazine* **129**: 281-291.
- **CUERDA A. J.**, 1948. «Nota sobre un perfil geológico en la alta cordillera». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **3** (4): 258-260.
- **CUERDA A. J.; R. H. WAGNER & G. ARRONDO**, 1968. «Observaciones sobre algunas floras del Carbonífero argentino». *Ameghiniana* **5**: 265, 269.
- **DUTRO T. & P. E. ISAACSON**, 1990. «Lower Carboniferous brachiopods from Sierra de Almeida, northern Chile». En: Mackinnon, D.I., D.E. Lee & J.D. Campbell (editores), *Brachiopods through Time*. Proceedings 2nd. International Brachiopod Congress, Univ. Otago/Dunedin/New Zealand, págs. 327-332.
- **FRENGUELLI J.**, 1954. «Plantas devónicas de la quebrada de la Charnela en la Precordillera de San Juan». *Notas Mus. Eva Perón* **17**, Paleont., 102, p. 359 y sig.
- **FREYTES E.**, 1970. «Informe geológico preliminar sobre la Sierra de Tepuel, Departamentos de Languiño y Tehuelches, provincia de Chubut». Inf. inéd. YPF, Buenos Aires.
- **FURQUE G.**, 1963. «Descripción Geológica de la Hoja 17b-Guandacol. Prov. La Rioja - prov. San Juan». *Bol. Dir. Nac. Geol. y Min.* **92**, 104 págs., 8 Lám., 1 mapa geol., Bs. Aires.
- —, 1972. «Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza». En: A. Leanza (ed.), *Geología Regional Argentina*, págs. 237-282.
- —, 1979. «Descripción geológica de la Hoja 18c-Jáchal, prov. de San Juan». *Boletín Servicio Geológico Nacional* **164**, 79 págs., 1 fig., 6 Lám., 1 mapa geol., Bs. As.
- **FURQUE G. & B. A. BALDIS**, 1973. «Nuevos enfoques estratigráficos en el Paleozoico del noroeste de la Precordillera». *Actas V Congr. Geol. Arg.*, Va. Carlos Paz, Córdoba, 1972, **3**: 241-251.
- **FURQUE G. & A. J. CUERDA**, 1984. «Estilos tectónicos de la Precordillera». *Actas IX Congr. Geol. Arg.*, S.C. de Bariloche, **1**: 191-205.
- **GONZÁLEZ BONORINO G.; G. RAFINE; V. VEGA & D. GUERIN**, 1988. «Ambientes de la plataforma nerítica dominada por tormentas en la sección glaciogénica del Grupo Tepuel, Chubut». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **43** (2):239-252, Bs. Aires.
- **GONZÁLEZ C. R.**, 1984. «Rasgos paleogeográficos del Paleozoico superior de Patagonia». *Actas IX Congr. Geol. Arg.*, S.C. de Bariloche, **1**: 191-205.
- —, 1987. «Nuevas faunas de invertebrados del Carbónico inferior de la República Argentina». *Abstracts Ann. Meet. W.G. Proj. PICG* N° 211, Sta. Cruz de la Sierra; págs. 66-68.
- —, 1989. «Biocronología del diastrofismo neopaleozoico en el oeste de la Argentina». *Anales Acad. Nac. Cienc. Ex. Fis. Nat.* **41**: 179-191, Bs. Aires.
- —, 1990a. «Depósitos glaciogénicos en la cuenca del Río Blanco, Precordillera de San Juan». *Abstr. Ann. Meet. W.G. Proj. IGCP* N° 211, April 1990, Bs. Aires, pp. 78-79.
- —, 1990b. «Development of the Late Paleozoic glaciations of the South American Gondwana in western Argentina». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **79**: 275-287, Elsevier, Amsterdam.
- —, 1993. «Late Paleozoic faunal succession in Argentina. Compte Rendu XII Internatl». *Congress of Carboniferous and Permian Strat. and Geol.*, Sept. 1991, **1**: 537-550, Bs. Aires.

- —, 1994a. «Early Carboniferous Bivalvia from western Argentina». *Alcheringa* **18**: 169-185.
- —. «Upper Paleozoic glaciation and Carboniferous and Permian faunal changes in Argentina». En: J.C.M. Dickins *et al.* (editores), *Late Paleozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Events*, Cambridge University Press, Edinburgh. En Prensa.
- GONZÁLEZ C. R. & G. E. BOSSI, 1987. «Descubrimiento del Carbónico Inferior marino al oeste de Jagüel, La Rioja». *Actas IV Congr. Latinoamericano de Paleont.*, Sta Cruz de La Sierra, **2**: 713-729.
- GONZÁLEZ C. R.; A. C. TABOADA; P. G. DÍAZ SARAVIA & M. A. AREDES, 1995. «El Carbónico del sector noroccidental de la provincia del Chubut». *Revista de la Asoc. Geol. Argentina* **50**: (1-4): 40-46.
- HARRINGTON H. J., 1972. «Sierras Australes de Buenos Aires». En: A. F. Lanza (ed.), *Geología Regional Argentina*, págs. 395-405, Bs. Aires.
- ISAACSON P. E.; L. L. FISHER & J. DAVIDSON, 1985. «Devonian and Carboniferous stratigraphy of sierra de Almeida, northern Chile, preliminary results». *Rev. Geol. de Chile* **25-26**: 113-122.
- KERLENEVICH S. C., 1967. «Hallazgo del Devónico marino en la zona de Calingasta, prov. de San Juan». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **22** (4): 291-294, Bs. Aires.
- KILMURRAY J. O., 1975. «Las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, las fases de deformación y nueva interpretación estratigráfica». *Rev. Asoc. Geol. Arg.* **30** (4): 331-348, Bs. Aires.
- LESTA P., 1969. «Algunas nuevas comprobaciones en la geología de la Patagonia». *IV Jorn. Geol. Arg.*, Mendoza **2**: 187-194.
- MOREL E.; C. CINGOLANI; R. VARELA & A. ZÚÑIGA, 1993. «Devonian and Lower Carboniferous plant remains from the northern Precordillera, La Rioja province, Argentina». *Comptes Rendus XII ICC-P*, Bs. Aires, 1991, **2**: 127-140, Bs. Aires.
- NIEMEYER H.; F. URZÚA; F. G. ACEÑOLAZA & C. R. GONZÁLEZ, 1985. «Progresos recientes en el conocimiento del Paleozoico de la región de Antofagasta». *Actas IV Congr. Geol. Chileno, Antofagasta* **1**: 410-438.
- PADULA E. L.; E. O. ROLLERI; A. R. G. MINGRAM; P. CRIADO ROQUE; M. A. FLORES & B. A. BALDIS, 1967. «Devonian of Argentina». *Proc. Internatl. Symp. on the Devonian System*, Calgary, **2**: 165-199.
- PAGE R. F. N.; C. O. LIMARINO; O. LÓPEZ GAMUNDI & S. PAGE, 1984. «Estratigrafía del Grupo Tepuel en su perfil tipo y en la región de El Molle, provincia del Chubut». *Actas IX Congr. Geol. Arg.*, Bariloche, **1**: 619-632.
- PETRIELLA B. & O. ARRONDO, 1978. «Presencia de *Archaeosigillaria conferta* (Frenguelli) Menéndez en el Carbónico Inferior de Argentina». *Ameghiniana* **15** (3-4): 406-408, Bs. Aires.
- ROBERTS J.; J. C. CLAOUÉ-LONG & P. J. JONES, 1995. «Australian Early Carboniferous Time». *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation, SEPM Special Publication* **54**: 23-40.
- ROLLERI E. O., 1970. «Discordancia en la base del Neopaleozoico al este de Esquel». *IV Jornadas Geológicas Argentinas* **2**: 273-319.
- SCALABRINI ORTIZ J., 1973. «El Carbónico de la Precordillera argentina al norte del río Jachal». *Actas V Congr. Geol. Arg.* **3**: 387-401.
- SCOTESE CH. R.; R. K. BAMBACH; C. BARTON; R. VAN DER VOO & A. M. ZIEGLER, 1979. «Paleozoic base maps». *The Journal of Geology* **87** (3): 217-277.
- SESSAREGO H. Y S. N. CÉSARI, 1989. «An Early Carboniferous flora from Argentina. Biostratigraphic implications». *Review of Paleobotany and Palynology* **57**: 247-264, Amsterdam.
- SUERO T., 1948. «Descubrimiento del Paleozoico superior en la zona extraandina de Chubut». *Bol. Inf. Petrol.* **287**: 31-48, Bs. Aires.
- VALENCIO D. A., 1973. «El significado estratigráfico y paleogeográfico de los estudios paleomagnéticos de formaciones del Paleozoico Superior y del Mesozoico Inferior de América del Sur». *Actas V Congreso Geológico Argentino* **5**: 71-79, Buenos Aires.