Primer registro de plantas silúricas en Argentina. Formación Lipeón, Área río Condado – río Los Toldos, Sierras Subandinas Occidentales (Provincia de Salta)

Aris, María J.[1,2]; Hugo A. Carrizo[3]; Eduardo Gallardo[1]; Miguel A. Boso[1]; Esteban M. Brandán[1]; Juan C. Fernández[1]

[1] Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Geología. Avda. Bolivia 5150, 4400, Salta, República Argentina. Fax: 0387 4254553. jaris@unsa.edu.ar; mboso@unsa.edu.ar; egallard@unsa.edu.ar; ebrandan@unsa.edu.ar; jucafer@unsa.edu.ar

[2] Instituto para el Estudio de la Biodiversidad de Invertebrados (IEBI), Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales. jaris@unsa.edu.ar

[3] Fundación Miguel Lillo. Instituto de Paleontología. Sección Paleobotánica. Miguel Lillo 251. (T4000JFE). San Miguel de Tucumán. hugocarrizo5@yahoo.com.ar

➤ **Resumen** — Se da a conocer el primer registro de plantas del Silúrico de Argentina. La flora fósil descrita procede de la sección superior de la Formación Lipeón (Silúrico Superior y transición siluro-devónica), aflorante en el área del río Condado – río Los Toldos, Sierras Subandinas Occidentales, provincia de Salta. El registro fósil consiste en restos vegetales abundantes, fragmentarios y desarticulados, asociados a invertebrados, en su mayoría bivalvos de edad ludloviana, desarrollados en un ambiente marino somero. La flora consiste en: a) ejes rhyniofitoides lisos, áfilos, con o sin ramificación dicotómica isótoma, *ca.* [0.26 - 3,0] mm de diámetro asignados a dos morfotipos de *Hostinella*; b) ejes lisos o con estriaciones, sin ramificación, *incertae sedis*; c) esporangios terminales unidos a ejes lisos incompletos o aislados, redondeados a elipsoidales. Su morfología y morfometría permiten compararlos al género *Cooksonia;* d) esporangios elipsoidales-abovados, sin borde, unidos a una pequeña porción axial asignados a cf. *Tarrantia*; e) esporangios aislados en forma de copa con lados paralelos o divergentes de posición sistemática discutida; f) un esporangio? de lados paralelos y contorno incompleto de posición sistemática incierta. La asociación paleoflorística, primera cita para Argentina y para esta unidad litoestratigráfica, muestra similitud con la paleoflora descrita para el Silúrico del área de La Angostura (Cochabamba, Bolivia) y con aquélla descrita para el Devónico del departamento Tarija (Bolivia). Los taxones reconocidos son de amplia distribución temporal (Wenlockiano tardío-Devónico Temprano?) por lo que la asignación de la edad se realiza a base de la fauna de bivalvos asociada.

Palabras clave: *Hostinella, Cooksonia, Tarrantia*, Silúrico Superior, Formación Lipeón, Argentina.

➤ **Abstract** — First record of Silurian plants in Argentina. Lipeón Formation, Condado River-Los Toldos River area, western Subandean Ranges (Salta province). We disclose the first record of Silurian plants from Argentina. The described fossil plants come from the upper section of the Lipeón Formation (Upper Silurian and Silurian-Devonian transition) in the Condado River-Los Toldos River area, western Subandean Ranges, Salta province. The fossil record consists of fragmentary and inarticulate plant remains associated with invertebrates of a shallow marine environment, mostly bivalves that indicate a Ludlovian age. The flora consists of: a) smooth leafless rhyniophitoid axes, with or without isotomously dichotomic branching ca. [0.26 – 3.0] mm in diameter, assigned to two morphotypes of *Hostinella*; b) smooth axes, with or without striae, incertae sedis. c) rounded to elliptical terminal sporangia, isolated or joined to smooth incomplete axes. Its morphology and morphometry allow comparison with *Cooksonia*; d) elliptical-ovate sporangia, without border, joined to a small axial portion, assigned to cf. *Tarrantia*; e) cup-shaped isolated sporangia, with parallel or divergent sides, of uncertain affinities; f) sporangium? with parallel sides and incomplete contour and uncertain taxonomic position. The paleofloristic association, the first identified in Argentina and

Recibido: 15/05/11 – Aceptado: 13/03/12

in this stratigraphic unit, is similar to those described for the Silurian at La Angostura (Cochabamba, Bolivia) and those described for the Devonian at Tarija (Bolivia). The recognized specimen have a large temporal distribution (Late Wenlockian - Early Devonian?), therefore the age is inferred from the associated bivalve fauna.

Keywords: *Hostinella, Cooksonia, Tarrantia*, Upper Silurian, Lipeón Formation, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El registro fósil de plantas primitivas silúricas es escaso, de allí lo significativo de su hallazgo para el conocimiento de las primeras etapas de la conquista y colonización de los ambientes continentales. Este estudio es la etapa preliminar del análisis de la flora fósil coleccionada en depósitos del Silúrico Superior aflorantes en el NO de las Sierras Subandinas Occidentales de Argentina. Más precisamente, el área de trabajo se encuentra en territorio argentino y se extiende desde la margen derecha del río Condado (al SO de la confluencia con el río Oroza) hasta la margen derecha del río Los Toldos, ubicado a 16 kilómetros al sur. (Figura 1A).

Los primeros hallazgos de primitivas plantas terrestres realizados en las regiones de Dyfed, Gales e Inglaterra (Reino Unido), han sido asignados al Downtoniano (Devónico Temprano) y al Silúrico Tardío (Lang, W. H., 1937; Edwards, D. 1979; Edwards, D. y Rogerson, E. C. W. 1979; Edwards, D. y Wellman, C.H. 2001).

La información de plantas fósiles del Paleozoico Temprano del Sur de América del Sur está principalmente referida a depósitos devónicos (Frenguelli, J., 1951, 1954; Cuerda *et al.*, 1987; Edwards *et al.*, 2001b, Morel *et al.*, 2006).

Recientemente, di Pasquo y Noetinger (2006, 2008) analizan afloramientos del sur de Bolivia (angosto de Alarache) en los cuales describen una asociación de plantas primitivas (*Hostinella* sp., con otras especies indeterminadas) y palinomorfos (esporas trilete, criptosporas y quitinozoarios) del Devónico Temprano (Lockoviano tardío) en la Formación Santa Rosa.

Los afloramientos con floras silúricas en América del Sur en su mayoría se reconocen en el sur y oeste de Bolivia (Petriella y Suárez Soruco, 1989; Edwards *et al.*, 2001a; Morel *et al.,* 1995) los cuales brindan variada información sobre la presencia de restos fósiles de plantas primitivas en diversas localidades de ese país. El registro más antiguo corresponde a los depósitos de La Angostura (departamento Cochabamba) con *Cooksonia* sp., *Rhynia* sp., *Zosterophyllum* sp., *Drepanophycus* sp. y otras especies indeterminadas, asociadas a graptolites indicadores del intervalo Wenlockiano tardío-Ludloviano temprano (Toro *et al.*, 1996).

ESTRATIGRAFÍA

Los restos fósiles estudiados proceden de depósitos silicoclásticos de la sección superior de la Formación Lipeón (Turner, 1960), asignados al Silúrico o a la transición silurodevónica (Boso *et al.*, 2008a,b). La sucesión forma parte del Grupo Cinco Picachos (Serraiotto, 1977) y de la Supersecuencia Cinco Picachos (Donato *et al.*, 1990) de la cuenca siluro-devónica del Noroeste argentino. Los afloramientos de este conjunto sedimentario se reconocen tanto en las Sierras Subandinas Occidentales así como también en la Cordillera Oriental y Sistema de Santa Bárbara, mientras que en el subsuelo han sido reconocidas ampliamente en la Llanura Chaqueña.

En el área de trabajo se encuentra el registro más completo de la sucesión siluro-devónica de la región, con las formaciones Lipeón (Turner, 1960), Baritú (Padula *et al.*, 1967), Porongal (Serraiotto, 1977) y Pescado (Serraiotto, 1977) (Figura 1B).

En el margen derecho del río Los Toldos, a 2 km al este de la localidad homónima afloran los términos superiores de la Fm. Lipeón, los cuales consisten en facies de areniscas váquicas finas a medianas, amarillentas y verdosas y facies heterolíticas de areniscas váquicas finas fosilíferas, gris-verdosas, amarillentas y pardo claras y de lutitas arcillosas verdosas. La Fm. Lipeón culmina con

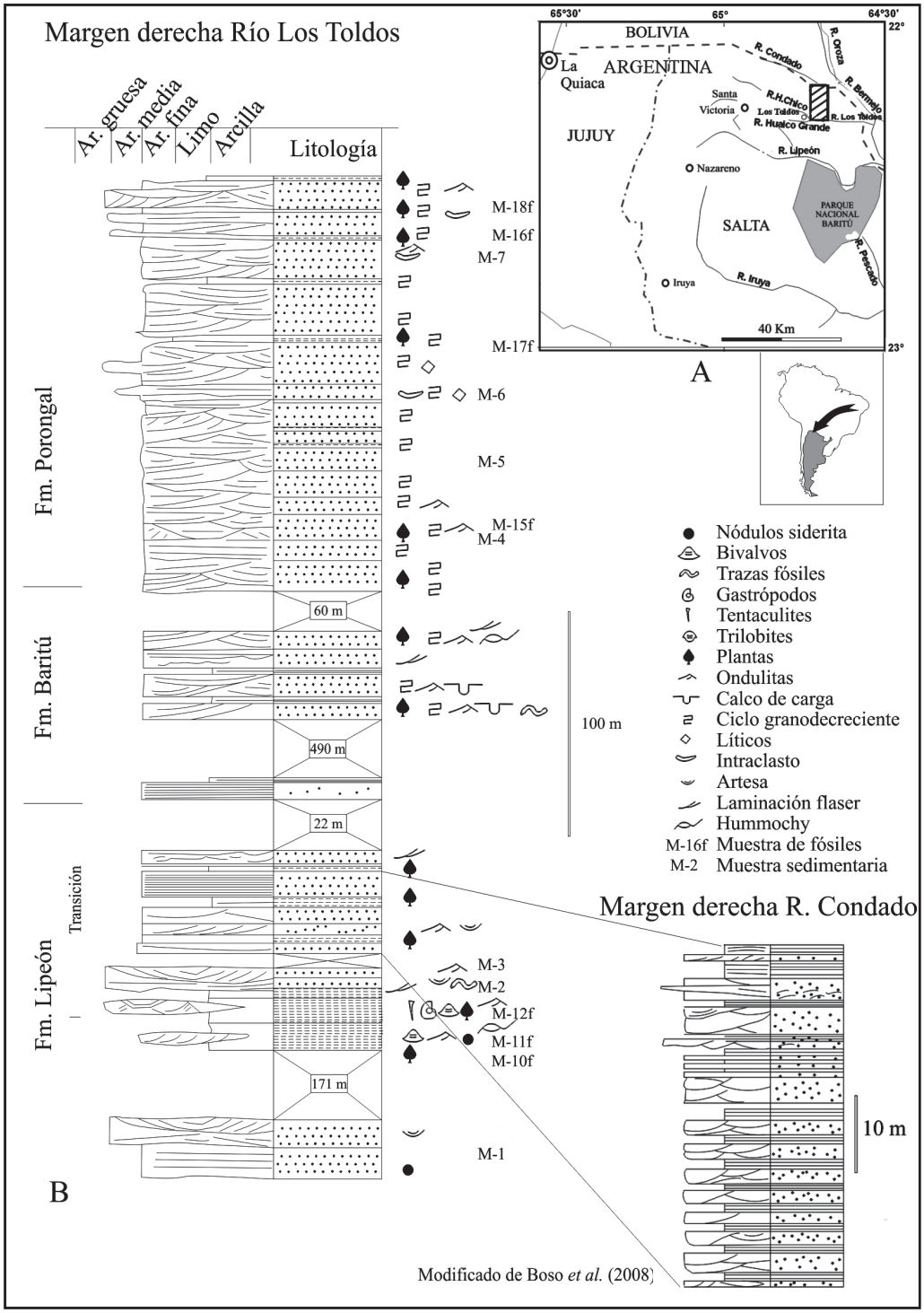

Figura 1. A. Mapa de ubicación de la zona de estudio. B. Columnas estratigráficas en el margen derecho del río Los Toldos a 2 km al este de la localidad homónima, y en el margen derecho del río Condado a escasa distancia de la confluencia con el río Oroza sobre la ruta provincial 19.

una sección de transición a la Fm. Baritú representada por la alternancia de areniscas váquicas finas y medianas, grises oscuras, con lutitas arcillosas grises y verdosas, todas portadoras de plantas fósiles. (Figura 1B). El conjunto es marcadamente granocreciente (Boso *et al.*, 2008b).

En la margen derecha del río Condado, a escasa distancia de la confluencia con el río Oroza sobre la ruta provincia Nº 19, afloran decenas de metros de la transición silurodevónica, con facies arenosas, heterolíticas y pelíticas. También se observa un marcado predominio de areniscas en la sucesión con la consecuente disminución de las sedimentitas pelíticas, tanto en espesor como en ocurrencia (Boso *et al.*, 2008a). Esta sección es la de mayor riqueza fosilífera. (Figura 1B).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material fósil estudiado consiste en delicados fragmentos de ejes simples o dicótomos estériles, asociados con pequeñas porciones de ejes portadores de esporangios y esporangios aislados. La mayoría está conservada como películas carbonosas, aunque también son frecuentes los moldes y las improntas. La textura de la roca y la abundancia de mica, contribuyeron a la deformación y la consecuente reducción de la calidad de preservación del material.

Para las fotografías, las muestras fueron cubiertas con un delgado baño de glicerina. Se ha utilizado una cámara digital Canon Power Shot S45, 4 mega pixels incorporada a una lupa binocular Leica L2-S6E y un microscopio electrónico de barrido (MEB) perteneciente a la Universidad Nacional de Salta.

El material fósil está ubicado en el repositorio paleontológico de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, bajo la sigla CNS-PB (Colección Naturales Salta- Paleobotánica) números 147 (margen derecha río Condado próximo a la confluencia con el río Oroza) y 148 (río Los Toldos).

DESCRIPCIONES PALEONTOLÓGICAS

Rhyniophyta

Hostinella Stur, 1882

Comentarios: Convencionalmente se incluyen en *Hostinella* a los ejes con ramificación isotómicamente dicótomos, estériles y lisos de plantas vasculares del Silúrico-Devónico. En este trabajo se sigue el criterio de Edwards *et al*. (2001a), quienes incluyen ejes fragmentarios lisos dentro de este género, dados los valores paramétricos resultantes. Asimismo, Gerrienne *et al.* (2001) refieren estructuras similares al género *Hostinella*, pero plantean también que podría tratarse de fragmentos de ejes vegetativos asignables al género *Tarrantia* Fanning *et al*. (1992). Entre las muestras estudiadas se identificaron dos morfotipos.

Hostinella sp. I

Figura 2 A

Descripción: Ejes lisos, áfilos, delicados, sin ramificación. Anchos variables *ca.* [0,7 - 3,0] mm, predominando los delgados.

Material estudiado: CNS-PB 147/204.

Hostinella sp. II

Figura 2 B

Descripción: Ejes rhyniofitoides lisos, de ramificación dicótoma isótoma. Ángulos de ramificación variable entre [42 - 60]º y el ancho de los ejes entre [0,26 - 1,0] mm.

Material estudiado: CNS-PB 147/205.

Observaciones: Las características de los ejes y las dimensiones analizadas están comprendidas en el rango descrito para este género (Edwards *et al.*, 2001a).

Incertae sedis I

Figura 2 C y D

Descripción: Un par de ejes sin ramificación, con una serie de estriaciones longitudinales y transversales dispuestas en una cuadrícula, muestran evidencias de parénquima y cilindro vascular. El ejemplar mayor tiene 14,0 mm de longitud y 1,5 mm de ancho [CNS-PB 147/206(1)]. (Figura 2 C). El de menor tamaño mide 12,16 mm de longitud y 0,96 mm de ancho promedio, con el cilindro

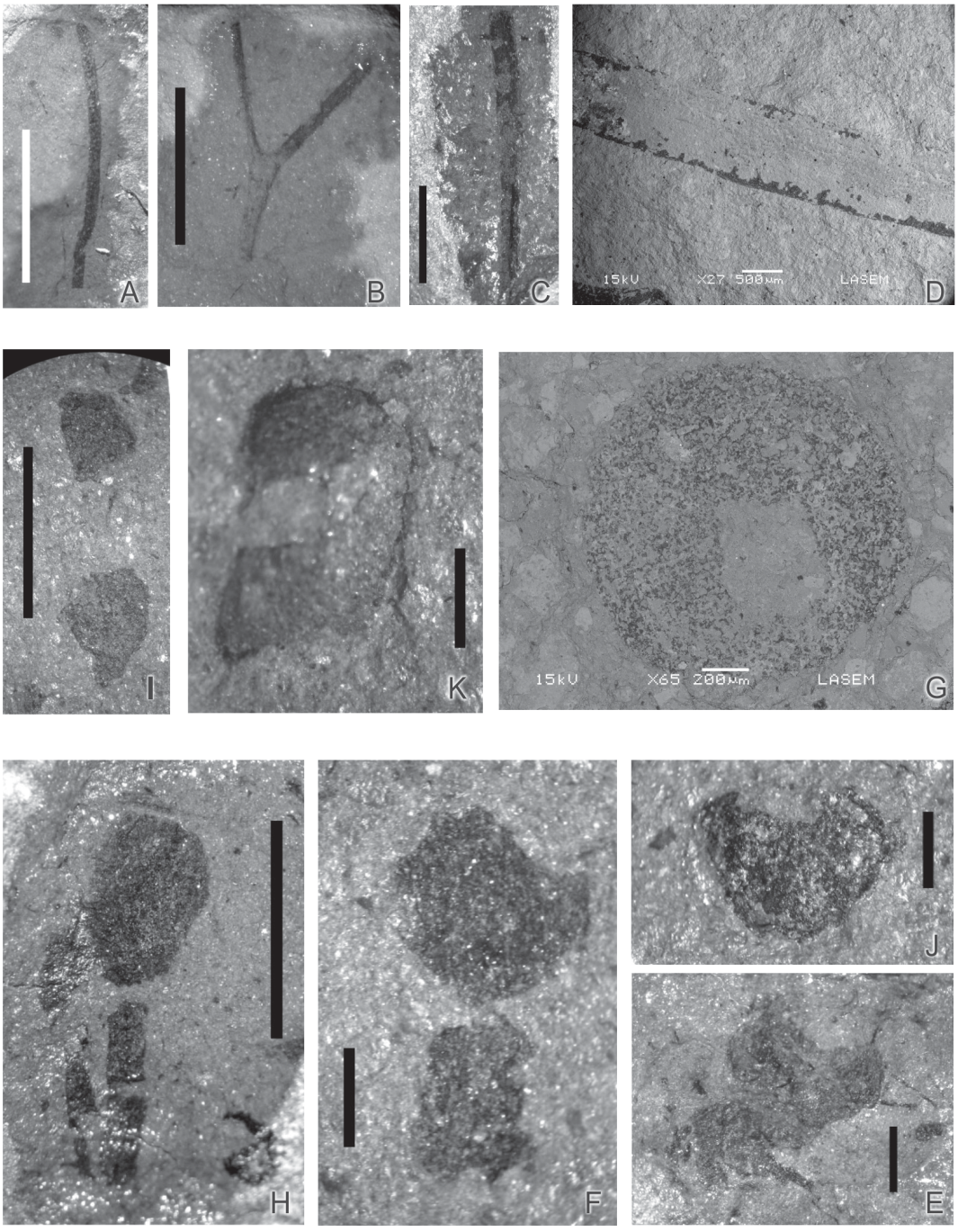

Figura 2. A. *Hostinella* sp. I, CNS-PB 147/204. B. *Hostinella* sp. II, CNS-PB 147/205. C-D. *Incertae sedis* I, CNS-PB 147/206(1-2). E. *Incertae sedis* II, CNS-PB 147/207. F. *Cooksonia* sp. I, CNS-PB 147 /208. G. *Cooksonia* sp. II, CNS-PB147/209. H. cf. *Tarrantia*, CNS-PB 147/210. I. *Incertae sedis* I, CNS-PB 147/211. J. *Incertae sedis* II, CNS-PB 147/212. K. *Incertae sedis* III (CNS-PB 147/213). Escalas: A, B, C, H e I, barra = 5 mm; E, F, J y K, barra=1 mm; D y G, imágenes obtenidas en MEB.

vascular ocupando 1/3 del ancho total del tallo. [CNS-PB 147/206(2)]. (Figura 2 D).

Material estudiado: CNS-PB 147/206(1), (2).

Comentarios: Se citaron ejes rhyniofitoides con estriaciones de mínimas dimensiones para la Fm. Kirusillas (Edwards *et al.*, 2001a), así como también ejes con estriaciones transversales a la altura de las bases foliares en especímenes de *Drepanophycus* sp. (Toro *et al.*, 1996). Aunque existen similitudes con los rasgos aquí analizados, la ausencia de otros caracteres imposibilita una ubicación sistemática más precisa.

Incertae sedis II

Figura 2 E

Descripción: Un eje con regular preservación muestra en su extremo distal un ensanchamiento de contorno irregular de aspecto reniforme, de 2,5 mm de ancho máximo y longitud entre 1,4 y 1,5 mm. En la zona central, el borde superior es marcadamente cóncavo, lo que determina una longitud en esta área de 0,7 mm. El eje, en la región más próxima, tiene un ancho de 1,63 mm.

Comentarios: El engrosamiento descrito muestra similitud con la almohadilla de tejido de contorno reniforme de la base del esporangio que Edwards *et al.* (2001a) asignan a *Cooksonia caledonica*.

Material estudiado: CNS-PB 147/207.

Cooksonia sp. I

Figura 2 F

Descripción: Un esporangio incompleto de contorno redondeado de 2,26 mm de diámetro promedio, sin conexión orgánica, asociado a una pequeña porción de eje liso de 1,4 mm de ancho.

Comentarios: se asigna al género *Cooksonia* a base de su morfología y morfometría, siguiendo el criterio de Edwards *et al.* (2001a).

Material estudiado: CNS-PB 147/208.

Cooksonia sp. II

Figura 2 G

Descripción: esporangio redondeado en vista basal con una cicatriz ligeramente excéntrica, de contorno irregular. El diámetro del esporangio es de 1,4 mm, en tanto que la cicatriz central tiene 0,55 mm de largo y 0,45 mm de ancho.

Material estudiado: CNS-PB 147/209.

Comparaciones: Gerrienne *et al.* (2001) analizan material del Devónico de la cuenca de Paraná (Brasil), y en un esporangio de *Cooksonia paranensis* describen una cicatriz con morfología y dimensiones similares a la observada. Dichos autores consideran que es la marca de inserción del esporangio al eje.

cf. *Tarrantia*

Figura 2 H

Descripción: esporangios verticalmente elipsoidales-abovados, sin márgenes preservados, unidos a una pequeña porción axial. Sus dimensiones máximas alcanzan los 4 mm de largo y 3 mm de ancho, con una relación largo/ancho de 1,33.

Material estudiado: CNS-PB 147/210.

Comentarios: se asignan a cf. *Tarrantia* siguiendo el criterio de Fanning *et al.* (1992), quienes erigen el género para ejes lisos de ramificación isótoma terminados en esporangios solitarios de contorno elíptico a oval con una relación largo/ancho de 1,3 a 2,0.

Incertae sedis I

Figura 2 I

Descripción: esporangios aislados, de tamaños variables, en forma de copa, de lados paralelos, con una escasa porción del extremo distal del eje. Longitud: 2,80 mm y 2,35 mm y ancho máximo: 0,88 mm en ambos casos.

Material estudiado: CNS-PB 147/211.

Incertae sedis II

Figura 2 J

Descripción: un esporangio aislado en forma de copa de lados divergentes, ensanchado en su porción distal, de 2,0 mm de longitud y 3,0 mm de ancho máximo, con base de inserción de 0,6 mm de ancho.

Material estudiado: CNS-PB 147/212.

Comentarios: los esporangios con forma de copa han sido discutidos e incorporados

a diferentes géneros rhyniofitoides por distintos autores (Petriella y Suárez Soruco, 1989; Wellman *et al.*, 1998), en tanto que Edwards *et al.* (2001a) aducen que podrían corresponder a plantas no vasculares.

Incertae sedis III

Figura 2 K

Descripción: posible esporangio, aislado, de lados paralelos, truncado anteriormente y sin sección basal preservada, por lo que no es posible definir su morfología. La longitud preservada sobre uno de sus lados es 2,65 mm y su ancho máximo 1,8 mm. En la sección media de su margen izquierdo se observa una abertura de tamaño considerable de margen irregular.

Material estudiado: CNS-PB 147/213.

CONCLUSIONES

La megaflora fósil analizada en la Fm. Lipeón es la primera cita de plantas del Silúrico en Argentina. Aunque con una diversidad menor, el conjunto muestra una marcada semejanza con las descubiertas en Bolivia por Toro *et al.* (1996) y Edwards *et al.* (2001a) en afloramientos equivalentes de la Fm. Kirusillas (Ahlfeld y Branisa, 1960), sección de La Angostura (departamento Cochabamba). Asimismo, es comparable con la megaflora del sur de Bolivia descrita por di Pasquo y Noetinger (2006; 2008) para la Fm. Santa Rosa, del Devónico de la región de Alarache.

El presente estudio permitió reconocer dos morfotipos del género *Hostinella,* sobre la base de sendos conjuntos de ejes lisos, dicótomos isótomos o sin ramificar, junto a esporangios terminales unidos a ejes o aislados referidos en parte a *Cooksonia* y *Tarrantia*.

Hostinella, Cooksonia y *Tarrantia* son géneros reconocidos desde el Wenlockiano tardío (Silúrico Medio a Tardío) al Devónico Temprano?. Por tal razón, y a base de la asociación de invertebrados asociada (Malanca *et al.*, 2008; 2010) se infiere una edad ludloviana para esta asociación paleoflorística.

La presencia de un interesante conjunto de estructuras esporangiales y de ejes de distinta morfología, permiten inferir el grado de diversidad alcanzado por esta flora. La abundancia y preservación de las delicadas estructuras vegetales, asociada a la fauna de invertebrados y caracteres litológicos, indican un ambiente marino litoral somero de baja a moderada energía, ligeramente anóxico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Carlos L. Azcuy por la lectura crítica del manuscrito original. A los árbitros por sus valiosas sugerencias. Nuestro agradecimiento al Técnico S. Espinosa (FML) por la vectorización de los dibujos. Este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto Nº 1675 (CIUNSa, Universidad Nacional de Salta). HAC agradece a la Fundación Miguel Lillo la financiación de su viaje a la Universidad Nacional de Salta para la observación del material.

BIBLIOGRAFÍA

Ahlfeld, F. y Branisa, L. 1960. Geología de Bolivia. Editorial Don Bosco. La Paz.

Boso, M. A., Gallardo, E., Brandán, E. M., Malanca, S. y Fernández, J. C. 2008a. La transición siluro-devónica en el angosto de Alarache, sierra de los Cinco Picachos, noroeste argentino. XII Reunión Argentina de Sedimentología. Resúmenes: 45. Buenos Aires.

Boso, M. A., Gallardo, E., Brandán, E. M., Fernández, J. C., Malanca, S. y Aris, M. J. 2008b. La sucesión silicoclástica siluro-devónica del río Los Toldos, sierra de los Cinco Picachos, subandino del norte argentino. XVII Congreso Geológico Argentino. Tomo III: 990. Jujuy.

Cuerda, A. J., Cingolani, C., Arrondo, O., Morel, E. y Ganuza, D. 1987. Primer registro de plantas vasculares en la Formación Villavicencio, Precordillera de Mendoza, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Paleontología. Actas 1: 179-183. Santa Cruz de La Sierra.

di Pasquo, M. M. y Noetinger, S. 2006. Noticia sobre el registro palinológico y de plantas en el Angosto de Alarache (Lockoviano), Sierra de San Telmo, Departamento Tarija, sur de Bolivia. IX Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Resúmenes: 157. Córdoba.

di Pasquo, M. M. y Noetinger, S. 2008. First record of Early Devonian (Lochkovian) flora from the Santa Rosa Formation – Alarache, Southern Bolivia. Geologica Acta 6 (2): 191-210.

Donato, E., Starck D. y Gallardo, E. F. 1990. Cuencas silurodevónicas y neopaleozoicas subandinas, nuevos aportes a su conocimiento y consideraciones de interés petrolero. YPF (inédito).

Edwards, D. 1979. A Late Silurian flora from the Lower Old Red Sandstone of south-west Dyfed. *Palaeontology* 22: 23-52.

Edwards, D. y Rogerson, E. C. W. 1979. New records of fertile Rhyniophytina from the late Silurian of Wales. Geological Magazine, 116: 93-98.

Edwards, D. y Wellman, C.H. 2001. Embryophytes on land: the Ordovician to Lochkovian (Lower Devonian) record. *In:* P.G. Gensel and D. Edwards (eds.), *Plants Invade the Land: Evolutionary and Environmental Perspectives. Critical Moments and Perspectives in Earth History and Paleobiology Series*, 3-28. Columbia University Press, New York.

Edwards, D., Morel, E. M., Paredes, F., Ganuza, D. G. y Zúñiga, A. 2001a. Plant assemblages from the Silurian of southern Bolivia and their palaeogeographic significance. Botanical Journal of the Linnean Society 135: 229-250.

Edwards, D., Morel, E., Poiré, D. G. y Cingolani, C. A. 2001b. Land plants in the Devonian Villavicencio Formation, Mendoza Province, Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology 116: 1-18.

Fanning, U., Edwards, D. y Richadson, J. B. 1992. A diverse assemblage of early land plants from the Lower Devonian of the Welsh Borderland. Botanical Journal of the Linnean Society 109: 161-188.

Frenguelli, J. 1951. Floras devónicas de la Precordillera de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 6 (2): 83-94.

Frenguelli, J. 1954. Plantas devónicas de la Quebrada de la Chavela en la Precordillera de San Juan. Notas Museo de La Plata, Paleontología 17 (102): 359-376.

Gerrienne, P., Bergamaschi, S., Pereira, E., Rodrigues, M-A. C. y Steemans, P. 2001. An Early Devonian flora, including *Cooksonia,* from the Paraná Basin (Brazil). Review of Palaeobotany and Palynology 116: 19-38.

Lang, W. H., 1937. On the plant-remains from the Downtonian of England and Wales. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 227, 245-291.

Malanca, S., Aris, M. J., Boso, M. A., Gallardo, E., Brandán, E. M. y Fernández, J. C. 2008. Invertebrados fósiles de la Formación Lipeón (Silúrico superior) del área Bermejo-Los Toldos, noroeste argentino. XVII Congreso Geológico Argentino. Tomo I: 362. Jujuy.

Malanca, S., Aris, M. J., Boso, M. A., Gallardo, E., Brandán, E. M. y Fernández, J. C. 2010. Invertebrados fósiles de la Formación Lipeón (Silúrico superior) del área Bermejo-Los Toldos, Noroeste Argentino. Revista de la Asociación Geológica Argentina 66 (1-2): 171-177.

Morel, E.; Edwards, D. y Iñiguez Rodriguez, M. 1995. The first record of *Cooksonia* from South America in Silurian Rocks of Bolivia. Geological Magazine 132: 449-452.

Morel, E. M.; Cingolani, C. A., Ganuza, D. G. y Uriz, N. J., 2006. El registro de lycophytas primitivas en la Formación Río Seco de los Castaños, Bloque de San Rafael, Mendoza. IX Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Resúmenes: 47. Córdoba.

Padula, E., Rolleri, E., Mingram, A., Criado, R., Flores, M. A. y Baldis, B. 1967. Devonian of Argentina. International Symposium Devonic System. Actas 2: 165-199. Calgary.

Petriella, B. y Suárez-Soruco, R. 1989. Presencia de plantas terrestres, probablemente vasculares, en las formaciones Kirusillas y Tarabuco (Lampayano-Silúrico Superior) de Bolivia. Revista Técnica de YPFB 10: 119-121.

Serraiotto, A. 1977. Relevamiento geológico de los ríos Iruya, Pescado, Porongal y afluentes principales (Deptos. Santa Victoria e Iruya) Provincia de Salta. YPF (inédito).

Stür, D., 1882. Die Silur-Flora der Etage H-hl in Böhem Sitzungsber. K Akad. Wis. Wien Math-Nat. Klasse, 84, 330-391.

Toro, M., Chamón, O., Salguero, R. y Vargas, C. 1996. Las plantas de la Formación Kirusillas (Silúrico) en la región de La Angostura Departamento de Cochabamba. XII Congreso Geológico de Bolivia. Memorias: 523-529. Tarija.

Turner, J. C. M. 1960. Estratigrafía de la sierra de Santa Victoria y adyacencias. Academia Nacional de Ciencias. Boletín 61 (2): 163-196. Córdoba.

Wellman, C. H., Edwards, D. y Axe, L. 1998. Permanent dyads in sporangia and spore masses from the Lower Devonian of the Welsh Borderland. Botanical Journal of the Linnean Society 127: 117-147.