

Asterotheca en la Formación Tacuary (Pérmico Superior) del Paraguay Oriental

Rafael Herbst

Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET). Las Piedras 01 7º/B, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina. rafaherbst@uolsinectis.com.ar

Víctor Filippi Amábili

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Campus UNA, San Lorenzo, Paraguay. acrosinum@gmail.com

RESUMEN

Se describe por primera vez el género *Asterotheca*, representado por *Asterotheca* cf. *piatnitzkyi* (Frenguelli) emend Vieira et al. 2007, de la Formación Tacuary del Pérmico Superior de Paraguay. Estas formas están ampliamente difundidas en niveles de edad similar de la Cuenca de Paraná, tanto bajo este epíteto específico, como con formas como *Pecopteris pedrasica* Read y *P. cambuhyensis* Read. Quizás también *P. taguaiensis* Rohn & Rösler, y las formas descritas como *P. dolianitii* Rohn & Rosler y *P. cadeadensis* Rohn & Rosler pudieran estar relacionadas. Se discute igualmente el polimorfismo de estos taxones. Es probable que por el tamaño de las frondes, esta especie pueda estar emparentada con *Tuvichapteris*, un helecho marattial de gran tamaño, conocido por la anatomía de su estípite en Paraguay. Es llamativo que este helecho no esté acompañado de otras formas vegetales en el nivel portador.

Palabras clave: *Asterotheca*, Marattiales, Pérmico Superior, Formación Tacuary, Paraguay

ABSTRACT

ASTEROTHECA IN TACUARY FORMATION (UPPER PERMIAN) OF EASTERN PARAGUAY. The genus *Asterotheca*, represented by *Asterotheca* cf. *piatnitzkyi* (Frenguelli) emend Vieira et al. 2007 is described for the first time from the Upper Permian Tacuary Formation of Paraguay. Those forms are widely distributed in the levels of similar age of the Paraná Basin as such but also under names like *Pecopteris pedrasica* Read and *P. cambuhyensis* Read and perhaps also *P. taguaiensis* Rohn & Rösler, and *P. dolianitii* Rohn & Rosler and *P. cadeadensis* Rohn & Rosler. The polymorphism of those taxa is also briefly discussed. It is possible also that, given the big size of the frond, the species could be related with *Tuvichapteris* Herbst, a big marattial fern known from its stem anatomy in Paraguay. It seems noteworthy that this fern is not accompanied by any other fossil plant at the source levels.

Key words: *Asterotheca*, Marattiales, Upper Permian, Tacuary Formation, Paraguay.

INTRODUCCIÓN

El organogénero de helechos *Asterotheca* Presl, del Orden Marattiales, está ampliamente difundido en el Pérmico y Triásico de Gondwana, así como las frondes estériles que fueron adjudicadas principalmente al morfogénero *Pecopteris* Bgt., muchas de cuyas especies también demostraron corresponder a este grupo de filices. En el Pérmico de Sud América, su presencia está bien documentada en las cuencas de Patagonia (La Golondrina y Tepuel-Genoa) mientras que parece

estar subrepresentado en otras cuencas de Argentina (Limarino y Césari, 1984; Archangelsky, 1996; Azcuy et al., 2007; Césari et al. 2011). En la Cuenca de Paraná, de enorme extensión areal en Brasil, Uruguay, Paraguay y subsuelo de Argentina, sus especies y su presencia son más limitadas. Las frondes adjudicadas a diversas especies de *Pecopteris* son frecuentes pero los materiales fructificados, asignables a *Asterotheca*, son relativamente escasos (Rohn y Rosler, 1986; Vieira y Iannuzzi, 2000a, 2000b; Vieira et al., 2007; Tavares et al., 2008; Tavares y Rohn, 2009).

En esta contribución se da a conocer la presencia de restos de este género en Paraguay, siendo además uno de los pocos hallazgos de impresiones de vegetales en el país. En cambio, la presencia de maderas petrificadas de gimnospermas diversas y de helechos en la Formación Tacuary es muy frecuente (Herbst 1981a, 1987; Crisafulli 2000; Crisafulli et al., 2011; Crisafulli y Herbst 2009).

Las Marattiales constituyen un grupo de Filicopsida con amplia diversidad en todo el mundo desde el Carbonífero en adelante, que llega

con varios géneros hasta el presente. Sin embargo, parece haber una diferenciación temprana entre las formas presentes en Gondwana *versus* las de los continentes nórdicos. No es objetivo de la presente contribución hacer la historia de este grupo, sino meramente a dar a conocer una especie del género que es poco conocida en la Cuenca de Paraná, donde en cambio se conocen muchas formas de *Pecopteris* de las cuales, como se verá abajo, una sola puede contener varios morfotipos descritos como especies diferentes.

MARCO GEOLÓGICO

Los sedimentos del Pérmico Superior de Paraguay están integrados en el Grupo Independencia que fuera denominado originalmente como “Serie Independencia” por Harrington (1950) y seguido así por Eckel (1959), mientras que Putzer (1962) utilizó para la secuencia la nomenclatura de Brasil y la denominó “Serie Passa Dois”. En general, constituyen el borde occidental de la Cuenca de Paraná, tal como lo ilustran Stollhofen *et al.* (2000, Figura 5) y Azcuy *et al.* (2007, Figura 1).

En la actualidad algunos autores consideran que el Grupo Independencia estaría constituido solamente por dos formaciones, mientras otros consideran cuatro formaciones. En el primer caso se distinguen las formaciones San Miguel y Tacuary. En el segundo, las formaciones San Miguel, Tacuary, Tapytá y Cabacúa (Wiens, 1982). De acuerdo con Muff *et al.* (1999) las dos unidades superiores, que solo están registradas en perforaciones, podrían corresponder a una “secuencia indiferenciada”, ubicada quizás, en el Tatariano, o bien podrían ser parte de la Formación Misiones del Jurásico Inferior. Se estima aquí que es posible que estas dos unidades solamente sean variaciones faciales de la Fm. Tacuary. Ésta, que es la unidad que interesa para este trabajo, ha brindado muy escasos restos de impresiones de vegetales (Herbst, 1972, 1981a, 1981b, 1986), pero abundantes restos de leños, principalmente de Coníferas, Ginkgoales, Taxales y particularmente helechos, tanto de Marattiales, como de Osmundales (Herbst, 1981a, 1987; Crisafulli, 2000;

Crisafulli y Herbst, 2009; Crisafulli *et al.*, 2011).

En niveles de la Formación Tacuary de regiones próximas se han encontrado igualmente una abundante fauna de invertebrados dulceacuícolas asignados a la “fauna de *Pinzonella*” que ha permitido su correlación y datación con faunas coetáneas de Brasil (Herbst *et al.*, 1987).

Palinológicamente también existen datos (González *et al.*, 1995; Muff *et al.*, 1999) que asimismo han permitido dataciones y correlaciones con unidades estratigráficas de Brasil y Uruguay. De acuerdo con Vergel (1993) y más modernamente con Perez-Loinaze *et al.* (2010), palinológicamente la Formación Tacuary correspondería a la palinozona de *Striatites*, el que suporta la edad en el Pérmico Superior bajo. La opinión más aceptada es que la Formación Tacuary sea un equivalente de las formaciones Serra Alta/Teresina, de Brasil (Holz *et al.*, 2010), por la presencia de la “fauna de *Pinzonella*” (Herbst *et al.*, 1987) y de los fósiles vegetales (p. ex. *Asterotheca*, Vieira y Iannuzzi, 2000a).

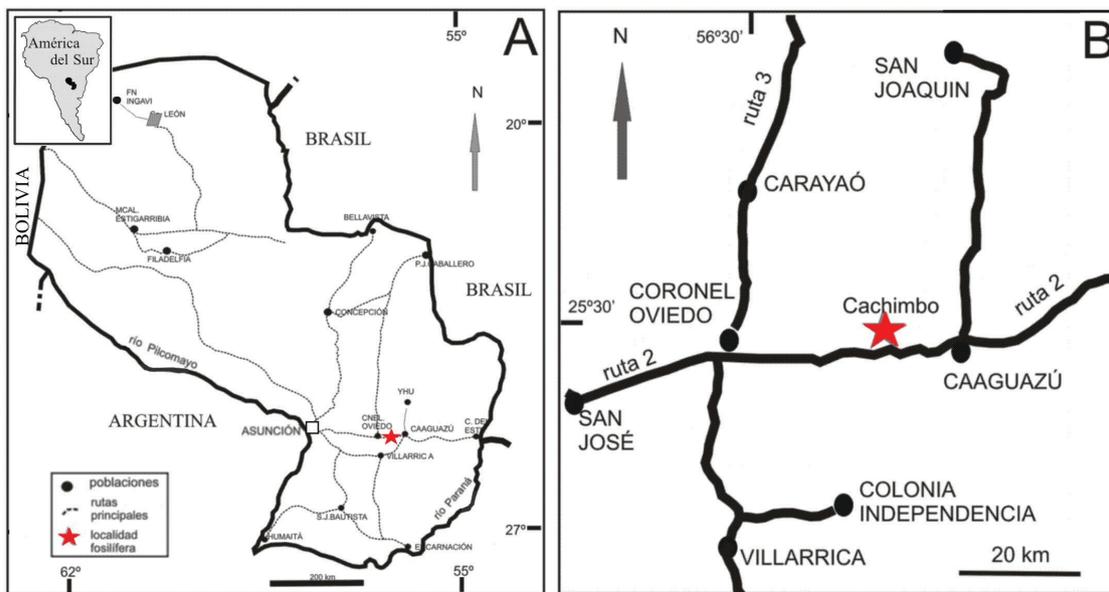


Figura 1. A. Ubicación de la localidad fosilífera en Paraguay. B. Ubicación de la cantera Calera Cachimbo, Paraguay. Figure 1. A. Location of the studied fossiliferous place in Paraguay, South America. B. location of the Calera Cachimbo pipe quarry.

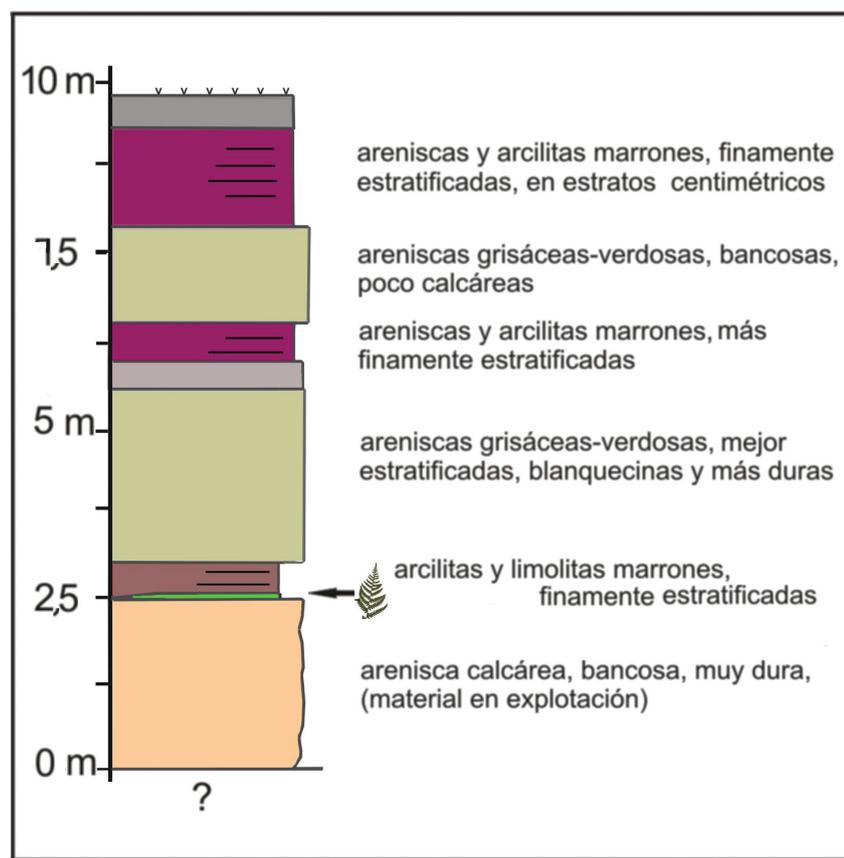


Figura 2. Secuencia litológica de la cantera Calera Cachimbo.
Figure 2. Lithological sequence of the Calera Cachimbo quarry.

GEOLOGÍA

La cantera Cachimbo (coordenadas S 25° 28' 55" y W 56° 08' 08") se encuentra sobre la ruta 2, en el km 162 (Figura 1). En ella se explotan niveles de areniscas calcáreas para producir cal de baja calidad con fines agrícolas.

El perfil litológico del sitio muestra una secuencia de unos 10 m de espesor de areniscas finas a medianas, calcáreas, de colores verdosos claros y grises, duras, macizas, intercaladas con niveles de arcilitas y limolitas verdes y marrones, finamente estratificadas (Figura 2). En uno de esos niveles es que se hallaron los restos plantíferos, mientras los demás niveles son estériles. Sin embargo Herbst *et al.* (1987) señalan que allí se hallaron restos de pelecípodos de la "fauna de *Pinzonella*", hallazgos que no se repitieron en esta oportunidad.

La posición estratigráfica de estos niveles en la columna general de la Formación Tacuary los ubica aproximadamente a unos 60 m por encima de los niveles que brindaron la asociación palinológica descrita por Muff *et al.* (1999) y corresponderían a los niveles superiores de esta unidad estratigráfica. Como visto, la edad probable de esta parte de la Formación Tacuary correspondería a la parte basal del Pérmico Superior en Argentina.

DESCRIPCIÓN SISTEMÁTICA

Clase FILICOPSIDAE

Orden Marattiales Prantl 1874

Familia Asterothecaceae *sensu*
Boureau & Doubinger, 1975

Género *Asterotheca* Presl *in*
Corda, 1845

Especie tipo : *Asterocarpus sternbergii*
Goeppert (1836) = *Asterotheca sternbergii* (Goeppert) Presl *in* Corda 1845;

Asterotheca cf. piatnitzkyi (Frenguelli)
emend. Vieira, Iannuzzi & Guerra-Sommer 2007a

Figuras 3-4

Descripción: Frondes de forma y tamaño desconocido. Fragmentos más grandes disponibles de unos 13 cm de largo x unos 11 cm de ancho, con 7 pinnas lineares, paralelas y contiguas (Figuras 3A-B). Pinnas de hasta 13 cm de largo x 1,8-2 cm de ancho, con un raquis robusto y recto (Figuras 4B-D). Pínnulas pecopterídeas insertas a 85°-90° por toda la base, de bordes lisos, paralelos y ápice obtusamente redondeado (Figuras 3C; 4F-G), contiguas, dispuestas opuestas a lo largo del raquis de pinna; miden del orden de 7-9 mm de largo y 2,5-3 mm de ancho. Vena media recta, saliendo algo decurrente, relativamente robusta y adelgazándose hacia el ápice sin dividirse. Unas 10 a 14 venas laterales en cada hemilámina salen bajo ángulos de unos 60°, arqueados, furcados una vez a mitad de recorrido hacia el borde donde llegan bajo ángulos de unos 45°; las venas más apicales de cada pínnula no suelen estar dicotomizadas (Figura 3C). Sinangios circulares, del orden de 0,8-1 mm de diámetro, en número de 7, a veces 8, ubicados en la porción medial de cada hemilámina pinnular; tienen 4-5 esporangios, circulares a oblongos en vista superior (figuras 3D; 4E).

Material estudiado: PAR-Pb 100-146, depositado en la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.

COMENTARIOS FINALES

Diversos autores que estudian plantas usualmente tan polimórficas como los helechos, han señalado que con los materiales fósiles debe ponerse especial cuidado en la clasificación y asignación

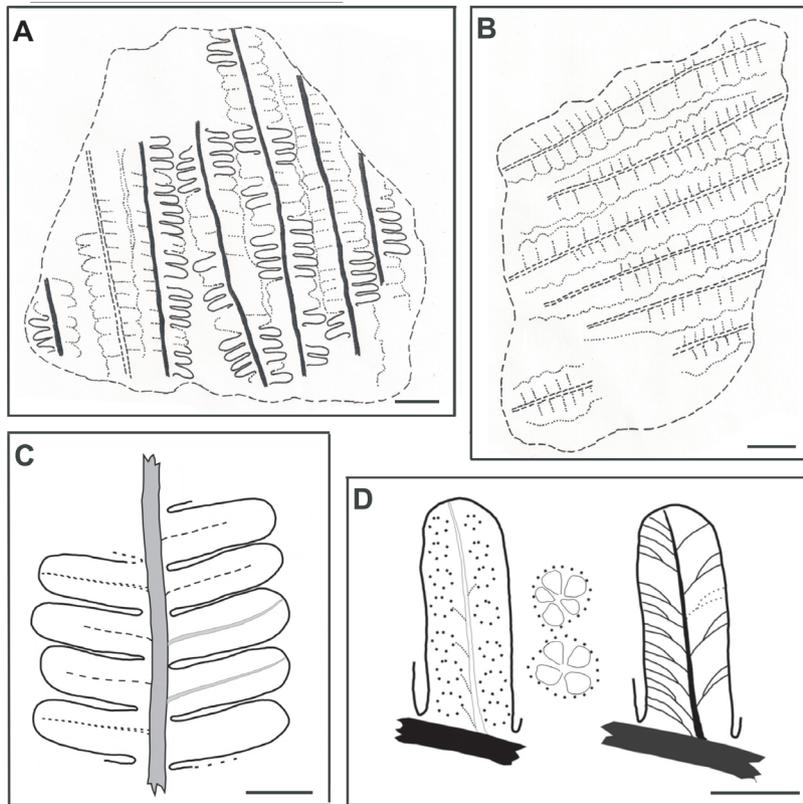


Figura 3. A-B. Esquemas de porciones de frondes con varias pinnas (PAR-Pb n° 100, 101) (Escala: 0,5 cm); C. fragmento de pinna mostrando la inserción de las pinnulas (PAR-Pb n° 105) (Escala: 0,5 cm); D. esquemas de pinnulas estériles, fértiles y sinangios (Escala: 1 cm).

Figure 3. A-B. Sketches of portions of fronds showing several pinnae (Scale bar: 0,5 cm); C. pinna fragment showing pinnule insertion (Scale bar: 0,5 cm); D. sketches of sterile and fértil pinnules and synangia (Scale bar: 1 cm).

taxonómica. Ello se torna más importante cuando debe ubicarse material estéril, cuyas morfologías muchas veces constituyen casos de dimorfismo con respecto a ejemplares fértiles. Asimismo, se ha señalado que hay muchísimos ejemplos de polimorfismo en los que, por ejemplo, porciones basales de frondes son bastante diferentes a las apicales e igualmente, frondes “juveniles” (o porciones apicales) *versus* frondes “maduras” (o porciones más basales, vea Vieira *et al.*, 2007). Estas aseveraciones que pueden parecer un tanto ingenuas no son tomadas en cuenta por algunos autores que clasifican restos incompletos, a veces de pequeño tamaño, y los asignan a “nuevas especies”. En el presente caso, se ha realizado comparaciones con formas descritas en la literatura paleobotánica del Pérmico de esta parte del Gondwana,

con la doble convicción que el helecho de Paraguay debería pertenecer a alguna forma (paleo) geográficamente cercana y que debe tenerse muy en cuenta el polimorfismo cuando se trata con fragmentos incompletos.

De acuerdo con los caracteres descritos arriba, este helecho sin duda pertenece al género *Asterotheca* Presl., por los caracteres de sus fructificaciones, que son sinangios casi circulares, con esporangios unidos en un punto central, generalmente fusionados por sus bases (Boureau y Doubinger, 1975), aunque esto no es claramente visible aquí. La condición pecopterídea de sus pinnas y pinnulas, contribuye a reafirmar esta asignación, ya que prácticamente todas las especies del género tienen este tipo de morfología.

El problema de la asignación específica se presenta por ejemplo, con el “com-

plejo” de especies representado por *Asterotheca piatnitzkyi* Frenguelli, *Pecopteris cambuhyensis* Read y *Pecopteris pedrasica* Read (Vieira *et al.*, 2004, 2007). Quizás también *P. taguaiensis* Rohn y Rösler, con un primer aparición en la Formación Teresina en Brasil, *Pecopteris dolianitii* Rohn & Rosler, y *P. cadeadensis* Rohn y Rosler (Rohn y Rösler, 1986), que en diferentes trabajos muestran morfología muy semejante, podrían estar igualmente relacionadas. En los diferentes trabajos muestran morfología muy semejante y las pequeñas diferencias pueden atribuirse al polimorfismo recién señalado (Vieira *et al.*, 2004, 2007). De cualquier modo, lo fragmentario del presente material no permite una asignación más precisa, ya que faltan más elementos descriptivos de las pinnas, en especial bases y ápices, y de la fronde como tal.

En el Pérmico de Paraguay (Fm. Tacuary) de las Marattiales se ha descrito la anatomía de troncos de gran tamaño que fueron adjudicados al nuevo género *Tuvichapteris* (Herbst, 1987). Es posible que, por estar en la misma formación y geográficamente muy cercanas, y por grande tamaño de las frondes y su rigidez, la *Asterotheca* aquí descrita pueda estar relacionada con este género.

Un aspecto que merece especial atención es el hecho que los abundantes restos de *Asterotheca* en varios sitios de la localidad “Calera Cachimbo”, no se encuentran acompañados de ningún resto o rastro de otras plantas, como suele ser el caso en la gran mayoría de los yacimientos plantíferos. De acuerdo con los materiales grandes y bastante rígidos de las frondes, y la ausencia de otros fragmentos de planta, una condición rara, parece sugerir que porciones de frondes fueran arrastradas al cuerpo de agua o sus inmediaciones.

De acuerdo con Muff *et al.* (1999) y basado en la descripción detallada de la secuencia silicoclástica, en parte carbonática, y del contenido fosilífero (p. ex. Pelecípodos y ostracodos), de esta formación, esta porción de la columna correspondería en términos del paleoambiente a un depósito localmente restringido de lagunas o estuarios abiertos.

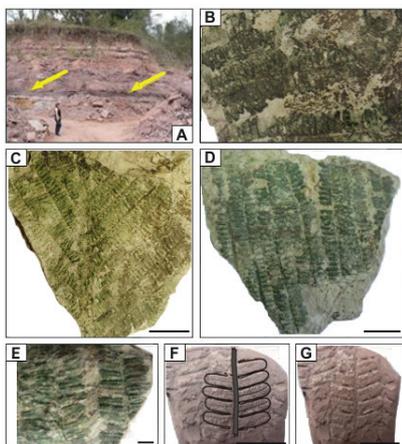


Figura 4. A. vista parcial de la cantera Calera Cachimbo. Las flechas indican el nivel fosilífero; B-D. partes de las frondes suportando pinnas lineares, paralelas y contiguas (PAR-Pb n° 105) (Escala: 1 cm); E. ejemplar fértil (PAR-Pb n° 107) (Escala: 2 cm); F-G. pinnas estériles de *Pecopteris* mostrando detalles de la venación (PAR-Pb n°100, 101, 107) (Escala: 1 cm).

Figure 4. A. Partial view of Calera Cachimbo quarry. Arrows indicate the fossil plant level; B-D. parts of fronds bearing linear, parallel and continuous pinna (Scale bar: 1 cm); E. fertile specimen (Scale bar: 2 cm); F-G. sterile pinna of *Pecopteris* showing details of the venation (Scale bar: 1 cm).

Jalfin (1986) sugirió que esta secuencia correspondería a lagos que periódicamente estarían conectados con el mar.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, por su contribución con la financiación de sucesivos viajes de recolección. A Christian Colman, Ricardo Souberlich y Alexandra Crisafulli, por la participación en la colección de los materiales, y a la Arq. Clarissa Insfran, de la Subsecretaría de Cultura de Paraguay, por su colaboración con algunas fotografías.

REFERENCIAS

ARCHANGELSKY, S. (ed.), 1996. *El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*. Córdoba, Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, 417 p.

- AZCUY, C.; BERI, A.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; CARRIZO, H.A.; DI PASQUO, M.M.; DÍAZ SARAVIA, P.; GONZÁLEZ, C.; IANNUZZI, R.; LEMOS, V.; MELO, J.H.G.; PAGANI, A.; ROHN, R.; RODRÍGUEZ AMENÁBAR, C.; SABATTINI, N.; SOUZA, P.A.; TABOADA, A.; VERGEL, M.M. 2007. Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de América del Sur: primera etapa de trabajo hacia una nueva propuesta cronoestratigráfica. *Asociación Geológica Argentina, Serie D, Publicación Especial*, **11**:9-65.
- BOUREAU, E.; DOUBINGER, J. 1975. *Traité de Paléobotanique. Pteridophylla (1^{re} partie)*. Paris, Boureau Ed. Masson et Cie, v.4 (fasc. 2), 768 p.
- CÉSARI, S.N.; LIMARINO, C.O.; GULBRANSON, E.L. 2011. An Upper Paleozoic bio-chronostratigraphic scheme for the western margin of Gondwana. *Earth-Science Reviews*, **106**:149-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.earscirev.2011.01.012>
- CRISAFULLI, A. 2000. Maderas gimnospermas de la Formación Independencia (Pérmico Superior), Paraguay. *Ameghiniana* **37**(4). Suplemento (XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Tucumán), 48 R.
- CRISAFULLI, A.; HERBST, R. 2009. Gymnospermous woods (Coniferales, Taxales and Ginkgoales) from the Upper Permian Tacuary Formation, Eastern Paraguay. *Paleodiversity and Paleoenvironment*, **89**:95-109. <http://dx.doi.org/10.1007/s12549-009-0005-5>
- CRISAFULLI, A.; LEIVA VERÓN, V.; HERBST, R. 2011. Xilotafofología de la Formación Tacuary, Pérmico Superior de Paraguay. In: JORNADAS ARGENTINAS DE BOTÁNICA, 33, Posadas, Misiones, Argentina. *Annales... Posadas, Misiones, Argentina, Abstracts*, p. 251.
- ECKEL, E.B. 1959. Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance. *Professional Papers of the Geological Survey*, **327**:1-110.
- GONZÁLEZ, M.E.; MUFF, R.; VERGEL, M. de M.; HERBST, R.; FASOLO, Z. 1995. Nuevas investigaciones en la sección inferior del Grupo Independencia (Pérmico, Paraguay Oriental). *Geopar*, **1**:38-49.
- HARRINGTON, H. 1950. Geología del Paraguay Oriental. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Serie E, Geología*, **1**:1-82.
- HERBST, R. 1972. Nota sobre la presencia de Lycopsidae arborescentes en el Pérmico (Serie Independencia) del Paraguay. *Ameghiniana*, **9**(3):258-264.
- HERBST, R. 1981a. *Guairea milleri* nov.gen. et sp., y Guaireaceae nueva familia de las Osmundales (*sensu lato*) del Pérmico Superior de Paraguay. *Ameghiniana*, **18**:35-50.
- HERBST, R. 1981b. Impresiones de megaesporas y otros restos plantíferos del Pérmico Superior de Paraguay. *Facena*, **4**:31-44.
- HERBST, R. 1986. *Cyclodendron cf. leslii* (Sew.), (Lycopodiopsidaceae, Lycopodiaceae) del Pérmico de Paraguay y Uruguay. *Facena*, **6**:33-43.
- HERBST, R. 1987. Studies on Psaroniaceae. II. *Tuvichapteris solmsi* nov. gen. et sp. from the Permian of Paraguay and Uruguay. In: CONGRESO LATINOAMERICANO PALEONTOLOGÍA, 4, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. *Actas*, **1**, p. 267-282.
- HERBST, R.; MORTON, L.S.; FERRANDO, L. 1987. Los pelecipodos dulceacuicolas del Pérmico Superior de Paraguay y Uruguay. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, **18**(2):107-122.
- HOLZ, M.; FRANCA, A.B.; ALVES SOUZA, P.; IANNUZZI, R.; ROHN, R. 2010. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian sucesión of the Eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. *Journal of South American Earth Sciences*, **29**:381-399.
- JALFIN, G.A. 1986. Evolución paleoambiental del Grupo Independencia, Pérmico Superior de Paraguay oriental. In: ANNUAL MEETING WORKING GROUP OF THE LATE PALEOZOIC OF SOUTH AMERICA PROJECT 211 IUGS-UNESCO, *Abstracts*, p. 79-80.
- LIMARINO, C.O.; CÉSARI, S.N., 1984. Primer registro paleoflorístico de la Formación La Colina (Paleozoico Superior) Cuenca Paganzo, República Argentina. *Boletim Instituto Geociências*, **15**:32-37.
- MUFF, R.; GONZÁLEZ, M.E.; VERGEL, M. del M.; HERBST, R.; FASOLO, Z. 1999. Palynological investigations and biostratigraphic correlations of Permian sedimentary rocks from Eastern Paraguay. *Newsletters of Stratigraphy*, **37**(1/2):21-35.
- PEREZ-LOINAZA, V.S.; CÉSARI, S.N.; LÓPEZ GAMUNDÍ, O.; BUATOIS, L. 2010. Palynology of the Permian San Miguel Formation (Western Paraná Basin, Paraguay): Gondwanan biostratigraphic correlations. *Acta Geologica*, **8**(4):483-493.
- PUTZER, H. 1962. *Geologie von Paraguay*. Beiträge zur Geologie der Erde, Band 2 (Gebr. Borntr, Berlin), 182 p.
- ROHN, R.; ROSLER, O. 1986. Pteridófilas pecopteróides da Formação Rio do Rasto no estado do Paraná e da Formação Estrada Nova no estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim IG-USP*, **17**:57-76.
- STOLLHOFEN, H.; STANISTREET I.G.; ROHN, R.; HOLZFORSTER, F.; WANKE, A. 2000. The Gai-As lake system, Northern Namibia and Brazil. In: E.H. GIERLOWSKI-KORDESCH; K.R. KELTS (eds.), *Lake Basins through space and time. AAPG Studies in Geology*, **46**:87-108.
- TAVARES, T.M.; ROHN, R. 2009. First record of petrified Permian pecoeterids from the Paraná Basin, Brazil (Corumbatai Formation, Passa Dois Group, northeastern state of Sao Paulo): Morphology, anatomy and paleoecological implications. *Journal of South American Earth Sciences*, **27**:60-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2008.09.001>

- TAVARES, T.M.; ROHN, R.; ROSLER, R.; NOLL, R.; CAPRETZ, R.L. 2008. Permian petrified fern leaves from the Central North Brazil (Parnaíba Basin, Araguaína region, Marattiales). In: INTERNATIONAL PALYNOLOGICAL CONGRESS, 12, INTERNATIONAL ORGANISATION OF PALAEOBOTANY CONFERENCE, 8, Bonn. *Abstract Volume, Terra Nostra - Schriften der GeoUnion Alfred-Wegener-Stiftung, GeoUnion, Berlin*, p. 277-278.
- VERGEL, M.M. 1993. Palinoestratigrafía de la secuencia Neopaleozoica en la Cuenca Chacopanense, Argentina. In: INTERNATIONAL COMMISSION OF COAL AND ORGANIC PETROLOGY, 12, Buenos Aires, *Comptes Rendus*, vol. 1, p. 201-212.
- VIEIRA, C.E.L.; IANNUZZI, R. 2000a. Presença de *Asterotheca* sp. no Permiano Superior da Bacia do Paraná (Membro Serrinha, Formação Rio do Rasto). *Revista da Universidade de Guarulhos, Geociências*, 5:33-36.
- VIEIRA, C.E.L.; IANNUZZI, R. 2000b. Presença de *Pecopteris* e *Asterotheca* no afloramento do Morro do Papaléo, município de Mariana Pimentel, RS (Formação Rio Bonito, Eopermiano da Bacia do Paraná). *Pesquisas em Geociências*, 27(2):49-64.
- VIEIRA, C.E.; IANNUZZI, R.; GUERRA-SOMMER, M.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; GRADER, G.W. 2004. Permian plants from the Chutani Formation (Titicaca Group, Northern Altiplano of Bolivia): I. Genera *Pecopteris* and *Asterotheca*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 76(1):117-128.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652004000100010>
- VIEIRA, C.E.; IANNUZZI, R.; GUERRA-SOMMER, M. 2007. Revisão de Pecopterídeas polimórficas do Neopaleozoico da América do Sul. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 10(2):107-116.
- WIENS, F. 1982. Mapa geológico de la región oriental, República del Paraguay., escala 1:500.000. In: SIMPOSIO DE CIENCIAS NATURALES DEL PARAGUAY, 1, Assunción, *Anales*, p. 1-8, 1 mapa.
<http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2007.2.04>

Recebido: 20/06/2011

Aceito: 01/11/2011