

Improntas foliares de la Formación La Ollita (Mioceno), Valle del Cura, Cordillera Frontal, provincia de San Juan, Argentina

Leticia TROILO¹, Eugenia M. LENARDUZZI¹, Mauro G. PASSALIA^{1,2} y Edgardo J. ROMERO^{1,2}

¹ Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2620, 1428 Buenos Aires Argentina. ² Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Angel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires, Argentina, ejromero@bg.fcen.uba.ar.

Abstract: Leaf imprints from the La Ollita Formation (Miocene), Valle del Cura, Cordillera Frontal, San Juan province, Argentina. A monospecific collection of leaf imprints is described. This set belongs to one freshwater angiosperm species corresponding to the Hydrocharitaceae, so that this family must have formed part of the aquatic vegetation in water bodies probably entailing the Paranense sea.

Key words: Angiosperm, Hydrocharitaceae, Miocene, La Ollita Formation, San Juan province.

En la región occidental de la provincia de San Juan se reconocen importantes afloramientos de edad terciaria. Estos se concentran en el borde oriental de las cordilleras Principal y Frontal como así también en la vertiente occidental de Precordillera. Están compuestas por rocas ígneas, piroclásticas y sedimentarias (Aparicio, 1975 y Contreras *et al.*, 1990). En particular en la Cordillera del Zancarrón y la de La Brea (Cordillera Frontal) se desarrollan importantes secuencias terciarias sobre cuyas relaciones estratigráficas y edad se han hecho, tal como lo señalan Limarino *et al.* (1999), distintas interpretaciones y acuñado términos informales para designar las unidades (Angelelli, 1935; Groeber, 1951; Wetten *et al.*, 1954; T.E.A., 1968; Aparicio, 1975 y 1984 y Nullo & Marin, 1992). Finalmente Limarino *et al.* (1999) reconocen tres unidades estratigráficas y proponen una división que, de base a techo, incluye: Formación Tobas Valle del Cura, Formación La Ollita y Formación Los Bañitos. Sobre la base de dataciones radimétricas asignaron, a las dos primeras unidades, edades absolutas que van desde 45 ± 2 ma (Eoceno medio) a 34 ± 1 ma (límite Eoceno/Oligoceno) para vulcanitas pertenecientes a la Formación Tobas Valle del Cura hasta 16 ± 1 ma (límite Mioceno Inferior-Mioceno Medio) para aquellas correspondientes a la base de la Formación La Ollita. Esta última contiene niveles pelíticos con micro y megaflores preservada. Su estudio (Barreda *et al.*, 1998 y Troilo & Romero, 1998), sumado a un análisis sedimentológico (Gutiérrez *et al.*, 1997), indica el desarrollo de sistemas lagunares o de maris-

mas bajo condiciones de clima templado a templado-cálido y relativamente árido. Estos cuerpos de agua habrían tenido algún tipo de vinculación muy restringida con el mar (Barreda *et al.*, 1998) sugiriendo la extensión de la transgresión miocena (Mar Paranense) hasta el sector de la Cordillera Frontal sanjuanina (Perez *et al.*, 1996 y Barreda *et al.*, 1998). Esta gran transgresión dio lugar a un amplio engolfamiento que transformó a gran parte del centro y norte de Argentina en un mar interior (Windhausen, 1931 y Camacho, 1967).

El análisis microflorístico muestra el desarrollo de una comunidad dominada por formas herbáceas y arbustivas referibles a las familias Cyperaceae, Gramineae, Compositae, Ephedraceae, Anacardiaceae, Chenopodiaceae, Malvaceae y Symplocaceae. Algunos niveles presentan abundantes algas dulceacuícolas y hongos. Los elementos arbóreos están muy pobremente representados por las familias Podocarpaceae, Myrtaceae y Fagaceae, del mismo modo que los helechos (Gutiérrez *et al.*, 1997 y Barreda *et al.*, 1998). A su vez Caccavari & Barreda (2000) reconocen, para el mismo nivel, políades pertenecientes a la subfamilia Mimosoideae.

El análisis de los restos megaflorísticos asociados a esta microflora son el objeto del presente trabajo, sumando un nuevo elemento a la caracterización paleoambiental de la región, que es de interés dada la escasez de trabajos publicados sobre paleofloras terciarias del centro-oeste argentino.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado fue colectado por Pedro R. Gutierrez y Carlos O. Limarino. Proviene de sedimentitas que constituyen la Formación La Ollita (*sensu* Limarino *et al.*, 1999) en su afloramiento en la ladera oriental de la Cordillera de La Brea, en el tramo medio – inferior de la Quebrada del Arroyo Salado, afluente del Río del Valle del Cura (ver figuras 1 a-b en Barreda *et al.*, 1998). La secuencia sedimentaria comprende unos 380 m de potencia. En su tramo superior o sección D (ver figura 2 en Barreda *et al.*, 1998) se distinguen niveles de yeso, acompañados por pelitas, margas y calizas. Es en las pelitas donde se conservan restos micro y megafiorísticos. Estos últimos consisten en cerca de 300 impresiones foliares, mayormente fragmentadas, esparcidas uniformemente en el plano de sedimentación. Algunos ejemplares conservan restos de cutícula y carbón. Se trata de una asociación monoespecífica de angiosperma. Las muestras fueron limpiadas con pincel y aguja, restauradas con adhesivo de contacto y el análisis foliar fue realizado sobre la base de la observación morfológica bajo lupa Reichert 56103. El material fue fotografiado con fotomicroscopio estereoscópico y cámara Nikon 607 (para las micro y macrofotografías respectivamente). Los negativos fueron revelados en el Laboratorio Fotográfico de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Repositorio. Colección Paleobotánica, Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (FCENCBPB).

DESCRIPCION SISTEMATICA

División Magnoliophyta Cronquist, Takhtajan y Zimmerman, 1966

Clase Liliopsida Cronquist, Takhtajan y Zimmerman, 1966

Subclase Alismatidae Takhtajan, 1966

Orden Hydrocharitales Lindley, 1833

Familia Hydrocharitaceae L. de Jussieu, 1789

Hydrocharitaceae Incertae sedis
(Figs. 1 A-F)

Descripción. Hojas dispuestas aparentemente en verticilos cerrados. Alargadas y angostas, ensanchadas hacia la base. Apice agudo y redondeado a mucronado en algunos ejemplares. Sin pecíolo, insertas por toda la base. El largo, medido sobre 11 ejemplares enteros, varía entre 5 y 19 mm con una media de 9 mm. El ancho máximo (base), medido sobre 12 ejemplares, oscila

entre 1 y 4,5 mm con una media de 2,6 mm. El margen es entero y su textura aparentemente suculenta, de modo que algunas hojas podrían haber tenido, originalmente, una forma subprismática o subpiramidal en corte transversal. La venación se hallaría reducida a una vena media de grosor moderado (0,08 a 0,5 mm), recorrido recto y no ramificada que llega hasta el ápice vascularizándolo. En las hojas más grandes, a ambos lados de la vena media y próximas al margen, se presentan unas bandas oscuras, anchas y difusas que recorren la lámina en forma longitudinal. Estas pueden representar un par de venas adicionales o el registro de fibras marginales.

Comentario. Mediante técnicas paleontológicas se han recuperado fragmentos de cutículas cuyo análisis no ha aportado nuevos elementos para la caracterización morfológica. Esto es producto de la mala preservación de las mismas.

Afinidad botánica. El material fósil corresponde a una Angiosperma monocotiledónea acuática, siendo *Elodea* Michaux (Hydrocharitaceae) con quien presenta mayor similitud.

Principal material estudiado: FCENCBPB 153 – 166.

Discusión y comparaciones

Se ha inferido que el material fósil corresponde a una Angiosperma monocotiledónea por la presencia, en las improntas foliares, de una vascularización reducida a una vena media de grosor moderado y por la forma de inserción de las hojas. En tanto que su hábito sería acuático en función del paleoambiente inferido, en principio, en base al análisis sedimentológico y microfiorístico previamente señalado.

Las plantas acuáticas vasculares o hidrófitas constituyen un grupo muy heterogéneo desde el punto de vista taxonómico. Cumplen un papel de gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya sea como especies flotantes o sumergidas y presentan grandes variaciones morfológicas, que involucran el tamaño de la lámina, forma, presencia o ausencia de pecíolo, desarrollo del sistema radicular, que dependen del ambiente en el que se desarrollan (Ancibor, 1979).

Dentro de este grupo se ha considerado a las Hydrocharitaceae por presentar la mayor similitud morfológica con el material fósil.

Las relaciones filogenéticas de esta familia, como así también su ubicación sistemática dentro de taxos de más alto nivel, han sido objeto de distintas interpretaciones por varios autores (Goldberg, 1989). Así y todo Dahlgreen & Rasmussen (1983) y Goldberg (1989) coinciden en el carácter monofilético del grupo formado por

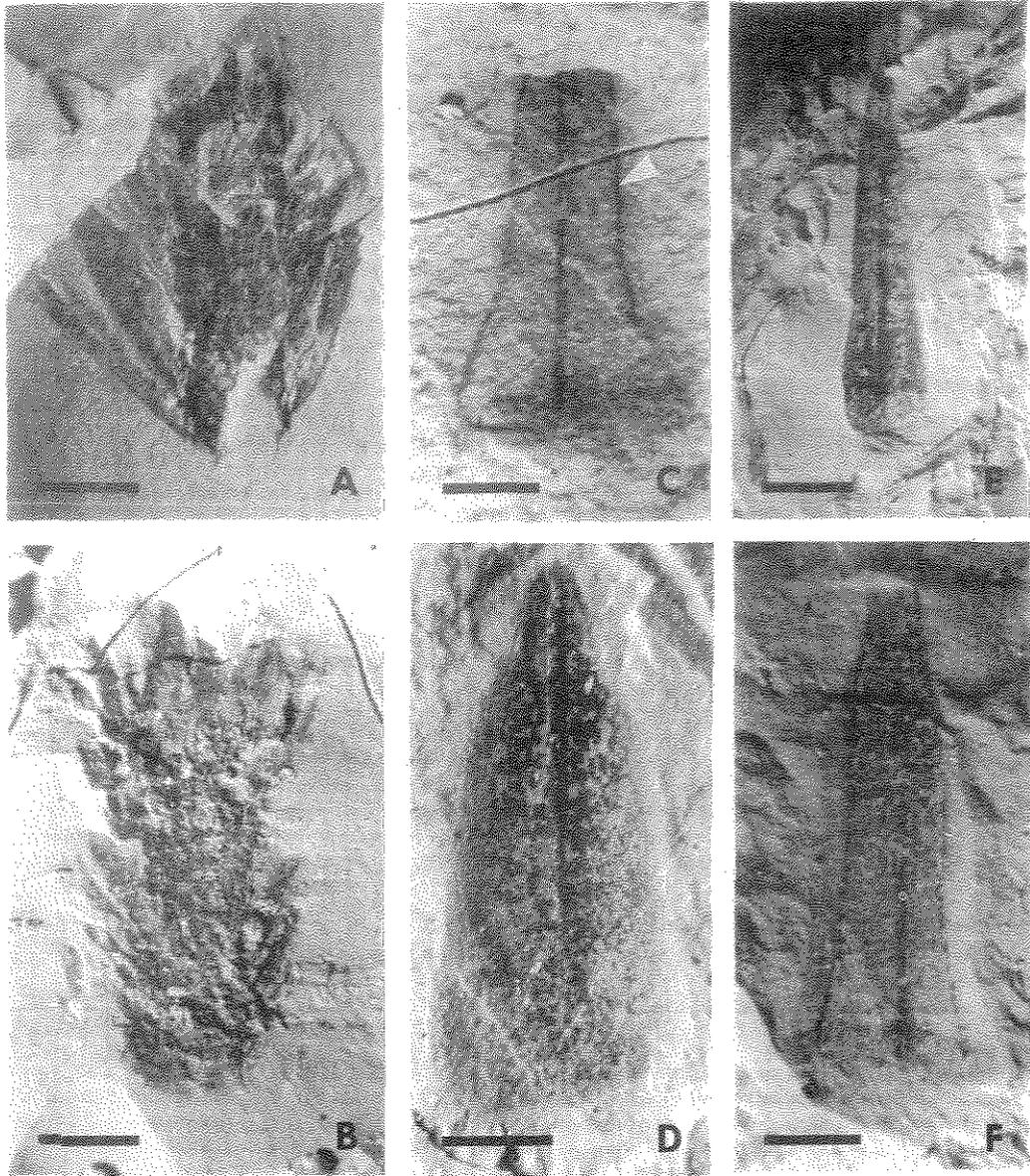


Fig. 1. A-F, *Hydrocharitaceae Incertae sedis*. A-B, verticilos. Escala = 0,2 cm. C-F, hojas. C, fragmento de porciones media y basal (la flecha señala la banda marginal). Escala = 0,1 cm; D, aspecto general de hoja con ápice mucronado. Escala = 0,1 cm; E, aspecto general de hoja con ápice agudo. Escala = 0,4 cm; F, fragmento carente de extremo apical. Escala = 0,1 cm. (A, FCENCBPB 153; B, FCENCBPB 154; C, FCENCBPB 155; D, FCENCBPB 156; D, FCENCBPB 157 y E, FCENCBPB 158).

Hydrocharitaceae, Butomaceae y Alismataceae.

Cabe aclarar aquí que la familia Butomaceae ha sido excluida por presentar hojas con venación paralela y una distribución geográfica que no excede la región Euroasiática (Cronquist, 1981). En tanto las Alismataceae fueron descar-

tadas en función de las características de la morfología foliar (hojas elípticas a sagitadas o hastadas y venación acródroma o campilódroma) (Cronquist, 1981).

La familia Hydrocharitaceae consiste en alrededor de 15 géneros acuáticos (3 de ellos mari-

nos) y cerca de 90 especies de distribución cosmopolita, aunque mayormente tropicales y ausentes en el ártico (Cronquist, 1981 y Goldberg, 1989). En la flora actual de Argentina se encuentra representada por los géneros *Apalanthe* Planchon, *Egeria* Planchon, *Elodea* Michaux, *Limnobium* Richard y *Ottelia* Persoon sin especies endémicas (Zuloaga *et al.*, 1999).

A partir del análisis anatómico y morfológico de las Hydrocharitaceae realizado por Ancibor (1979) es posible distinguir cuatro grupos, más o menos definidos, en los cuales existe una cierta relación entre la forma de hábito y la morfología:

1-Marinos, fijos al sustrato. Presentan hojas en forma de cinta u hojas pequeñas pecioladas, son rizomatosas y fuertemente fijadas al sustrato por sus raíces.

2-Agua dulce, fijos al sustrato. Presentan hojas finas y largas, rizoma y un conjunto de finas raíces.

3- Agua dulce sumergidas, flotan libremente. Poseen un tallo largo y delgado, hojas pequeñas y sésiles, sistema radicular pobremente desarrollado.

4- Agua dulce Flotantes. La lámina de la hoja está anchamente expandida, son rizomatosas o estoloníferas.

Por los caracteres morfológicos, el material fósil se encontraría dentro del tercer grupo el cual posee, además, una gran similitud en la estructura de sus hojas, uninervadas con un mesófilo de desarrollo muy simple. Dentro de este grupo se encuentran los géneros *Egeria* Planchon, *Elodea* Michaux, *Hydrilla* Richard y *Lagarosiphon* Harvey (Ancibor, 1979).

La distribución geográfica y características de las hojas de los géneros pertenecientes al tercer grupo es la siguiente:

- *Egeria* Planchon. Dos especies originarias de América del Sur. Hojas opuestas o en verticilos no diferenciadas en pecíolo y lámina, con margen serrado o denticulado, dientes visibles a simple vista, ápice obtuso a agudo o cortamente acuminado, no presenta fibras marginales (Cook & Urmi-König, 1984).

- *Elodea* Michaux. Cinco especies nativas de América del Norte templada y América del Sur templada y subtropical. Las hojas se disponen en verticilos de 3 (raramente mayores a 6), son ovadas a lineares, poseen bandas de fibras marginales, margen serrado o denticulado, dientes raramente visibles a simple vista (*Elodea callitichoide* Richard tiene margen entero), ápice obtuso o agudo, con frecuencia cortamente acuminado (Cook & Urmi-König, 1985).

- *Hydrilla* Richard. Una especie del viejo mundo. Hojas opuestas o en verticilos de 3-12, sésiles,

lineares a lanceoladas, margen serrado o dentado, ápice agudo (Cook, 1990). Se observan fibras solamente cercanas a la vena media (Ancibor, 1979).

- *Lagarosiphon* Harvey. Nueve especies originarias de África y Madagascar. Hojas dispuestas espiraladamente, subopuestas o en verticilos de 3 o más, sésiles, lineares o lanceoladas, margen serrado o dentado (Cook, 1990). Presenta fibras de paredes delgadas y ligeramente lignificadas cercanas a la vena media y al margen de la hoja (Ancibor, 1979).

Por las características foliares mencionadas, el género que presenta una mayor afinidad con las improntas fósiles halladas es *Elodea* Michaux, cuya distribución geográfica actual es coincidente.

El registro fósil de las Hydrocharitaceae es escaso. Esto podría ser explicado, en parte, debido a su bajo potencial de fosilización (cutículas muy delgadas, reducción de los tejidos mecánicos, granos de polen con paredes delgadas). Semillas asignadas al género moderno *Stratiotes* Linné y restos de *Ottelia* Persoon han sido reconocidos en depósitos del Eoceno (y más jóvenes aún) y Oligoceno de Inglaterra, respectivamente (Daghlian, 1981). Hasta donde los autores conocen, en Argentina no se han encontrado registros de Hydrocharitaceae para depósitos cretácicos, en tanto granos de polen de *Smilacipites* (Wodehouse) Potonié asignados a *Elodea* Michaux han sido identificados en sedimentitas del Mioceno Superior de Salta (Anzótegui & Cuadrado, 1996).

CONCLUSIONES

El hecho de que esta megaflora se haya preservado sugiere un ambiente de baja energía. Esto coincide con el análisis de facies (Limarino *et al.*, 1999) y palinológico (Barreda *et al.*, 1998). El grado de preservación de las hojas indica un mínimo transporte fluvial.

La forma, inserción (lámina y pecíolo no diferenciados), venación, textura de la hoja y cutícula delgada, delimitan una angiosperma monocotiledónea dulceacuícola de hábito sumergido.

Se ha interpretado que el material hallado estaría vinculado a la familia Hydrocharitaceae mostrando una gran similitud con el género actual *Elodea* Michaux.

La familia Hydrocharitaceae habría constituido parte de la vegetación de los cuerpos de agua posiblemente vinculados al Mar Paranense.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los Dres. Pedro R. Gutiérrez y Carlos O. Limarino, quienes suministraron el material fósil, y a los Dres. Silvia Césari y Sergio Archangelsky por las observaciones aportadas en calidad de árbitros. Este trabajo es parte de los proyectos PICT 97-00881 (ANPCyT) y TW 64 (UBA). Las tareas de campo se han realizado en el marco de los proyectos PID 0386 (CONICET) y PID Ex 053 (SECyT).

BIBLIOGRAFIA

- Ancibor, E. 1979. Systematic anatomy of vegetative organs of the Hydrocharitaceae. *Bot. J. of Linn. Soc.*, London 78: 237-266.
- Angelelli, V. 1935. Informe sobre las minas de plata "El Salado", de oro "El Rayado" y "El Morado". Con observaciones geológicas en las regiones de "El Salado", "Valle del Salto" y "Valle del Cura". Instituto Nacional de Geología y Minería, 21 pp. Inédito.
- Anzótegui, L.M. & G. Cuadrado. 1996. Palinología de la Formación Palo Pintado, Mioceno Superior, provincia de Salta, República Argentina. *Rev. Española Micropaleont.* 28 (3): 77-92.
- Aparicio, E.P. 1975. Mapa Geológico de San Juan. *Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas*, Universidad Nacional de Cuyo, 39 pp. San Juan.
- 1984. *Geología de San Juan*. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, 167 pp. San Juan.
- Barreda, V.D., P.R. Gutiérrez & C.O. Limarino. 1998. Edad y paleoambiente de la "Serie del Yeso", Valle del Cura, provincia de San Juan: evidencias palinológicas. *Ameghiniana* 35: 321-335.
- Caccavari, M. & V.D. Barreda. 2000. A new calymmate mimosoid polyad from the Miocene of Argentina. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 109: 197-203.
- Camacho, H.H. 1967. Las transgresiones del Cretácico Superior y Terciario de la Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 22 (4): 253-280.
- Contreras, V.H., O. Damiani, J.P. Muana, A.I. Bracco & O.M. Barrera. 1990. Paleógeno y Neógeno de San Juan. *11º Congreso Geológico Argentino*, Relatorio: 154-185, San Juan.
- Cook, C.D.K., 1990. *Acuatic plant book*, Ed. SPB Academic Publishing, B.V., 228 pp.
- Cook, C.D.K. & K. Urmi-König. 1984. A revision of genus *Egeria* (Hydrocharitaceae). *Acuatic Botany* Amsterdam, 19: 73-96.
- 1985. A revision of genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). *Acuatic Botany* Amsterdam, 21: 111-156.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York. 1262 pp.
- Daghlian, C.P. 1981. A review of the fossil record of monocotyledons. *Bot. Rev.* 47 (4): 517-555.
- Dahlgreen, R. & N.R. Rasmussen. 1983. Monocotyledon Evolution, Character and Phylogenetic Estimation. M. K. Hecht, B. Wallace and G. T. Prance (eds.), *Evol. Biol.* 16: 255-395.
- Goldberg, A. 1989. Classification, Evolution and Phylogeny of the Families of Monocotyledons. *Smithsonian Contr. Bot.* 71: 1-74.
- Groeber, P. 1951. La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'. *Revista del Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales, Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Geología*, 1(5): 235-352.
- Gutiérrez, P.R., V.D. Barreda, L. Troilo, C.O. Limarino & E.J. Romero. 1997. Hallazgo de una asociación palinológica miocena con flora asociada en la «Serie del Yeso», Valle del Cura, San Juan. *10º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Resúmenes*: 24. Mendoza.
- Limarino, C.O., P.R. Gutiérrez, D. Malizia, V.D. Barreda, S. Page, H. Ostrea & E. Linares. 1999. Edad de las secuencias paleógenas y neógenas de las cordilleras de La Brea y Zancrón, Valle del Cura, San Juan. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 54 (2): 177-181.
- Nulló, F. & G. Marin. 1992. Geología y estructura de las quebradas de la Sal y de la Ortega, San Juan. *Rev. Asoc. Geol. Argentina* 45 (3-4): 323-335.
- Pérez, D.J., G. Ottone & V.A. Ramos. 1996. La ingresión marina miocena en la provincia de San Juan: Sus implicancias paleogeográficas. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 1*: 385-398, Buenos Aires.
- T.E.A., Compañía Minera. 1968. *Geología de la Alta Cordillera de San Juan. Su prospección y áreas con posibilidades mineras*. Departamento de Minería de San Juan. Inédito.
- Troilo, L. & E.J. Romero. 1998. Plantas acuáticas fósiles en el Mioceno del Valle del Cura, provincia de San Juan. *XIII Jornadas Argentinas de Botánica, Resúmenes*: 298, Córdoba.
- Wetten, F., J.R. Millan, & B. Zakalík. 1954. *Estudio geológico - minero de los yacimientos de azufre y alumbre del Valle del Cura, Departamento Iglesia, San Juan*. Dirección Nacional de Minería. 62 pp. Inédito.
- Windhausen, A. 1931. Geología Argentina. *Geología Histórica y Regional del Territorio Argentino*. J. Peuser, Tomo II: 1-645, Buenos Aires.
- Zuloaga, F.O., O. Morrone & D. Rodríguez. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27(1): 17-167.

Recibido: 8-VIII-2000

Aceptado: 27-X-2000