

# Aportes al conocimiento de la paleobiodiversidad del Cenozoico superior del Litoral argentino: Estudios paleoflorísticos

Alejandro F. ZUCOL<sup>1</sup>, Mariana BREA<sup>1</sup>, Alicia LUTZ<sup>2</sup> y Luisa M. ANZOTEGUI<sup>2</sup>

**Abstract:** CONTRIBUTE TO THE KNOWLEDGE OF UPPER CENOZOIC PALEOBIODIVERSITY OF THE ARGENTINEAN LITORAL REGION: PALEOFLORESTIC STUDIES. The Río de la Plata basin is the fluvial system with most geographical dimensions and economic potentialities of the south region of South America. Four principal drainage areas conformed this hydrological system: the Paraná river basin, the Uruguay river basin, the Iguazú river basin and the Paraguay river basin. The Argentinean Litoral region is located in middle and inferior sector of this basin, in narrow linking with the Paraná and Uruguay rivers. This region is characterized to possess a great number of paleobotanic locations that embrace Miocene to Holocene sediments. In the present contribution is carried out the summary of paleobotanical and paleopalynological studies of both basins, detailed according to the paleofloristic record in their different geological times. Starting from the miocenic marine ingression deposit; Upper Cenozoic (Late Pleistocene and Middle Pleistocene-Holocene) fluvial deposit of Paraná river basin, and Quaternary fluvial deposit of Uruguay River basin.

**Key words:** Paleobotanic, Paleopalynology, Upper Cenozoic, Paraná River Basin, Uruguay River basin.

**Palabras clave:** Paleobotánica, Paleopalinoología, Cenozoico Superior, Río Paraná, Río Uruguay.

## Antecedentes

La cuenca Del Plata es el sistema fluvial de dimensiones geográficas y potencialidades económicas más importante de la región sur de América del Sur. Dentro de ella se reconocen cuatro subcuencas: del río Paraná, del río Uruguay, del río Iguazú y del río Paraguay. La región litoral argentina abarca gran parte de estas subcuencas, en especial los tramos medios e inferiores de las del río Paraná y Uruguay, que es dónde se localizan la gran mayoría de los estudios de tafofloras cenozoicas referidos en esta contribución, con depósitos sedimentarios que comprenden desde el Mioceno al Pleistoceno-Holoceno.

Las primeras referencias sobre floras fósiles halladas en la región del Litoral argentino fueron dadas a conocer por Félix de Azara en 1809 (de Azara, 1962), cuando hace referencia a la presencia de maderas fósiles en las costas de los río Paraná y Uruguay.

Charles Darwin durante los años 1832-36, en su histórico viaje por América (Darwin, 1846), relata el hallazgo de maderas fósiles en las barrancas de la ciudad de Paraná como parte de su relato en "*Geological observations on South America, being the third part of the geology of the voyage of the "Beagle" during 1832 to 1836*".

Alcides D'Orbigny (1835 – 1842) en su libro "*Voyage dans l'Amérique Méridionale*" menciona el hallazgo de troncos en niveles terciarios de las barrancas del río Paraná. La presencia de troncos fósiles

<sup>1</sup> Laboratorio de Paleobotánica. Centro de Investigaciones Científicas, Diamante (CICYTTP-CONICET). Materi y España SN (3105), Entre Ríos, Argentina. cidzucol@infoaire.com.ar.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste y Centro de Ecología del Litoral, CONICET, CC 128, Corrientes (3400), Argentina. pringepa@ciudad.com.ar

en diferentes niveles de estas barrancas, también fue citada por Auguste Bravard (1858) en su “*Monografía de los terrenos marinos terciarios de las cercanías del Paraná*”.

Más tarde, Joaquín Frenguelli durante los años 1920-40 remarca en más de una oportunidad el hallazgo de floras fósiles terciarias (impresiones foliares, fitolitos y troncos) en los depósitos sedimentarios del Cenozoico del Litoral, siendo la “*Geología de Entre Ríos*” (Frenguelli, 1920) uno de sus trabajos más detallados al respecto.

Estas floras no fueron estudiadas en los posteriores 50 años y recién en las décadas del '70 y '80 es donde se comienza con los análisis paleoflorísticos en el Litoral argentino; con estudios sobre polen, leños fósiles, impresiones foliares y cutículas (Anzótegui, 1974, 1980; Gamero, 1981; Anzótegui y Garralla, 1982, 1986; Lutz, 1979, 1980 a y b, 1984, 1986; Anzótegui y Lutz, 1987; Caccavari y Anzótegui, 1987; Garralla, 1989).

A partir de la década del '90 a estos temas se le suman los análisis fitolíticos enmarcados en estudios complementarios de micro y megafósiles en la provincia de Entre Ríos (Zucol *et al.*, en prensa); como así también de leños fósiles, impresiones foliares y hongos basidiomicetes xilófilos (Lutz, 1991, 1993; Brea, 1994, 1998, 1999; Anzótegui y Acevedo, 1995; Aceñolaza y Aceñolaza, 1996; Brea y Zucol, 2001 a, b; 2002; 2003; Brea, *et al.* 1999, 2000, 2001 a, b; Zucol y Brea, 2000 a, b, c, d; 2001; en prensa (2003); Lutz y Gallego, 2001).

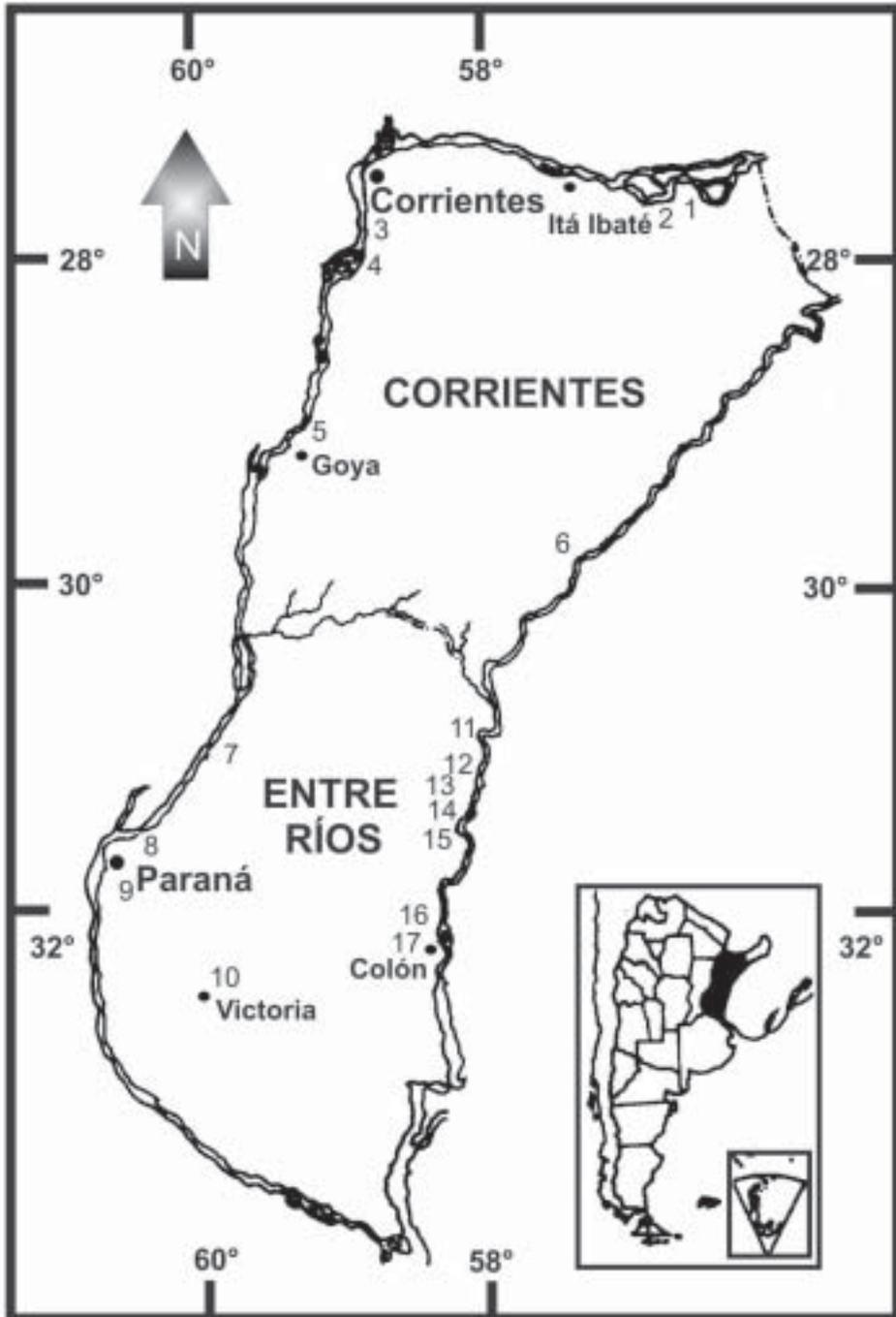
## Cuenca del río Paraná

### ***Registros paleoflorísticos durante la ingresión miocénica del “mar paranense” (Formación Paraná)***

Durante el Mioceno medio – superior se desarrolló una única e importante transgresión marina que cubrió gran parte de la actual llanura Chaco-pampeana e incluso el área patagónica. Los sedimentos depositados por ésta, tanto en el ámbito mesopotámico como pampásico, se conocen con el nombre de Formación Paraná (Bravard, 1958). Estos sedimentos marinos son portadores de una abundante paleoflora preservada en forma de palinomorfos, fitolitos, impresiones foliares y troncos permineralizados.

La palinoflora hallada en el Pozo Josefina (Santa Fe) fue descrita por Gamero (1981), Anzótegui y Garralla (1982, 1986) y Garralla (1989), y sobre la base de estos estudios Anzótegui (1990) realizó la reconstrucción de las paleocomunidades, encontrando dos secuencias: una continental (en la base de la columna) y otra marina, en el tope. La primera, compuesta por elementos florísticos pertenecientes a diferentes unidades fisionómicas, que pueden relacionarse a integrantes de los actuales dominios fitogeográficos tropicales y subtropicales, con tres tipos principales de paleocomunidades: dulceacuícola, selva higrófila estratificada y bosque xerófilo. La dulceacuícola representada por especies de las familias Azollaceae, Haloragaceae, Poaceae, Asteraceae, Polygonaceae, Onagraceae y Amaranthaceae. La selva higrófila, integrada por especies de las familias Polypodiaceae, Cyatheaceae, Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae y Sapindaceae. La paleocomunidad xerófila, por su parte, integrada por representantes de las familias Poaceae, Asteraceae, Anacardiaceae y Mimosaceae. La secuencia marina integrada por cistes de dinoflagelados, entre otros, *Spiniferites sp.*, *Achamosphaera heterostylis*, *Nematosphaeropsis cf. Balcombiana*, *Tuberculodinium vancampoeae*, *Impagidonium dispertitum*, varias especies de *Lingulodinium* y *Tasmanites*. En esta secuencia también se registró la existencia de una paleocomunidad continental, quizá alejada de la cuenca de sedimentación, integrada por Araucariaceae y Podocarpaceae (Figura 2, I-L y M-R).

La asociación fitolítica, hallada en la localidad Puerto General Alvear, provincia de Entre Ríos (Figura 1), permitió reconocer una nueva paleocomunidad, la de los palmares, que amplían los conocimientos de esta formación (Zucol y Brea, 2000 a y b). A través de estos registros fósiles se



**Fig. 1.** Localidades fosilíferas del Cenozoico superior de la Mesopotamia argentina. 1. Ituzaingó, 2. Villa Olivari, 3. Riachuelo, 4. Empedrado, 5. Punta Rubio, 6. Paso de los Libres, 7. Hernandarias, 8. Villa Urquiza, 9. Toma Vieja, 10. Cerro La Matanza, 11. Arroyo Mandisoví, 12. Península Gregorio Soler, 13. Punta Viracho, 14. Concordia, 15. Arroyo Yuquerí, 16. Parque Nacional El Palmar, 17. Arroyo Caraballo (modificado de Anzótegui y Lutz, 1987).

reconocieron nuevas familias (Arecaceae, Podostemaceae y lóricas de Crisostomataceae) y se corroboraron otras ya descritas en estudios palinológicos. La paleocomunidad de estos palmares estaba integrada por representantes de Arecaceae, Gramíneas (tipo Panicoides), Cyperaceae y Podostemaceae (Figura 2, A-H).

Hasta la fecha existe sólo un registro sobre impresiones foliares, cuyo material fósil fue asignado al género *Ocotea* sp., un representante de la familia Lauraceae, el cual tiene una gran afinidad al género actual *O. lanceolata* Ness. Este ejemplar proviene de la localidad fosilífera de Villa Urquiza (Figura 1) (Aceñolaza y Aceñolaza, 1996).

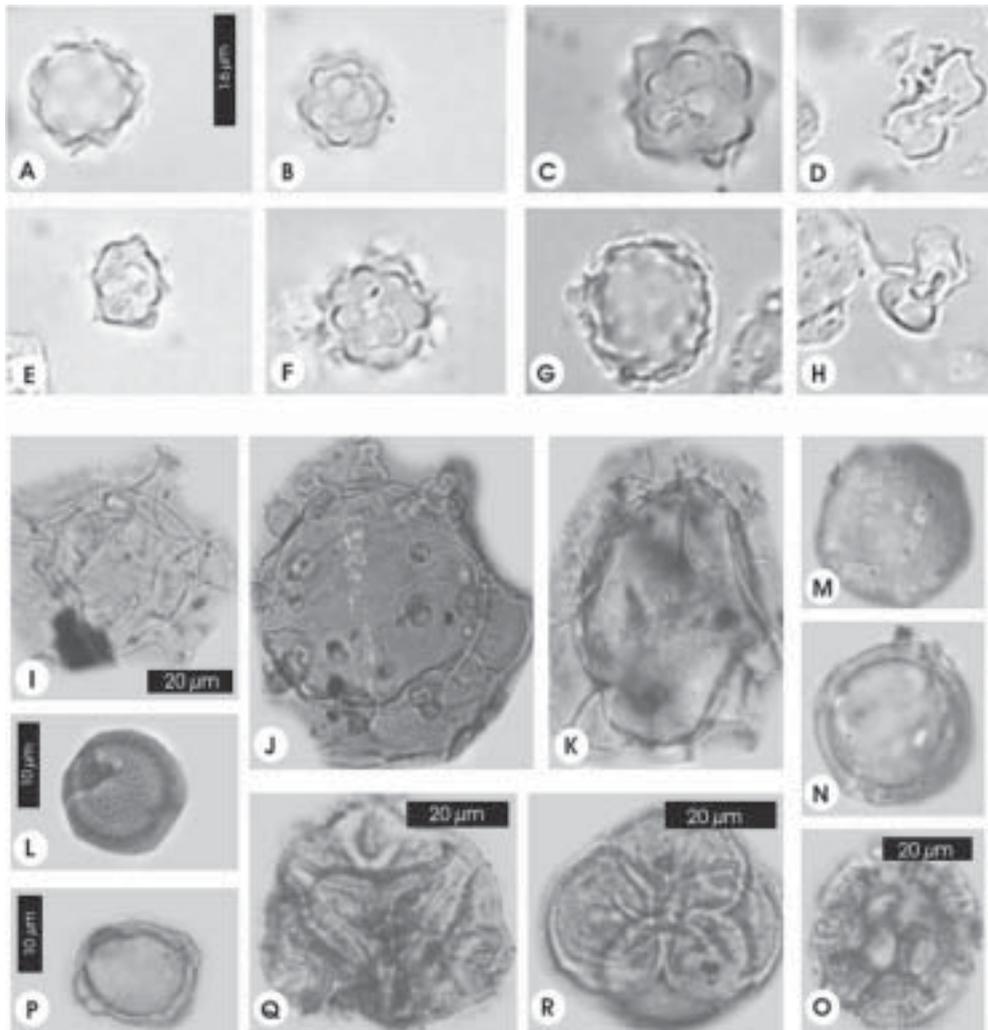
El primer registro sobre maderas fósiles miocénicas fue dado a conocer en el año 1980 (Lutz, 1980). El material proviene de la Cantera Municipal de Victoria, Cerro La Matanza, Departamento Victoria, Entre Ríos (Figura 1), donde aflora la porción cuspidal de la Formación Paraná. El ejemplar fue asignado a la familia Fabaceae y probablemente a la subfamilia Papilionoideae, y fue denominado *Entrerrioxylon victoriensis* Lutz 1980.

Posteriormente se dan a conocer dos nuevos taxones para esta formación (Brea, *et al.*, 2001 a), en un yacimiento ubicado a unos 1500 m al norte del Puerto de Villa Urquiza, Entre Ríos (Figura 1). Estas maderas petrificadas fueron asignadas a las Anacardiaceae y Fabaceae (Mimosoideae), y denominadas *Astroniumxylon portmannii* Brea *et al.* 2001 (Figura 3, F) y *Anadenantheroxylon villaurquicense* Brea *et al.* 2001, respectivamente. La presencia de estas dos especies fósiles amplía el área de distribución paleoflorística indicando un clima más cálido que el actual para esta región. Esta vegetación formaba parte del paisaje costero ocupando el área emergida, denominada “Borde Brasileño Uruguayo” (Aceñolaza, 2000), ubicada inmediatamente al este del “mar paranense”.

### **Registros paleoflorísticos en los depósitos fluviales durante el Cenozoico superior (Formación Ituzaingó)**

El Río Paraná nace en el sur de Brasil, en la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba. Fluye en dirección suroeste atravesando el borde oriental del Mato Grosso. En Argentina se une con el río Iguazú y Paraguay en su tramo medio, y conjuntamente con el río Uruguay conformarán el estuario del río de la Plata, para finalmente desembocar en el océano Atlántico. El Paraná, junto con los ríos que desembocan en él, forma la principal red hidrográfica de la cuenca del Plata, uno de los principales sistemas de América del Sur, con una superficie de 3,1 millones de km<sup>2</sup>, sólo superada por la cuenca del Amazonas. Su majestuoso caudal permite en sus amplias zonas ribereñas una variada vegetación, que va desde las formaciones naturales de selva hasta la sabana. Su desembocadura en el río de la Plata genera un delta en crecimiento constante.

La cuenca del Río Paraná comienza a organizarse durante el Plioceno (Iriondo, 1979), y no parece haber experimentado variaciones en su cauce, hasta la altura de la ciudad de Posadas. Mientras que aguas abajo, su modelo sedimentario se caracteriza por la presencia de fajas fluviales controladas por fracturas y abandonadas finalmente por avulsión (Iriondo, 1988); fluctuando desde el actual cauce del río Uruguay hasta la faja Este de la provincia de Santa Fe (Iriondo, 1991). Sobre la base de indicios geomorfológicos, Iriondo (1996) señala el sobredimensionamiento de las cuencas de los ríos Aguapey, Miriñay, Sarandí-Barrancas y Corrientes; los principales ríos de la provincia de Corrientes, no solamente muestran una llamativa diferencia entre sus cauces reales y potenciales y el área de sus cuencas, sino que de la comparación con las grandes unidades geomorfológicas de la provincia (Popolizio, 1999), muestran su importancia en la formación de estas unidades, desde las planicies orientales, las depresiones del Iberá, río Sarandí-Barrancas y Corrientes hasta las lomas y planicies del Noroeste de la provincia. El rol que ha tenido el río Paraná y su migración Este Noroeste, en la geomorfología de la provincia es evidente, siendo principalmente en esta migración que el río ha depositado su carga de arena que transporta desde la alta cuenca. Este proceso en los distintos afluentes de la cuenca ha sido el responsable de la formación de importantes cuerpos sedimentarios del Plioceno (Formación



**Fig. 2.** Distintos tipos de microfósiles hallados en la Formación Paraná. Fitolitos (A – H) de afinidad arcoide (A-C, E-G) y graminoide (D y H). Escala gráfica en A : 16  $\mu\text{m}$ , válida para B-H. Dinoflagelados (I – L). I. *Spiniferites* sp. J. *Tuberculodinium vancampoae*. K. *Nematophaeropsis* cf. *balcombiana*. L. *Mychrystidium* sp. Escala gráfica en I: 20  $\mu\text{m}$  (válida para J y K); en L: 10  $\mu\text{m}$ . Palinomorfos (M – R). M y N *Jannusia* sp. O. *Fenestrites* sp. Escala gráfica en O: 20  $\mu\text{m}$  (válida para M y N); P. *Myriophyllum* sp. Escala gráfica 10  $\mu\text{m}$ . Q. *Ludwigia* sp. Escala gráfica 20  $\mu\text{m}$ . R. *Gaylussacia* sp. Escala gráfica 20  $\mu\text{m}$ .

Ituzaingó y Formación Salto Chico) y Pleistoceno (Formación Toropí / Yupoí, Formación Alvear y Formación Hernandarias). Este proceso fue resumido por Herbst y Santa Cruz (1985) al analizar las diferentes formaciones geológicas de la provincia de Corrientes, en donde definen la litología, extensión, correlación, edades, distribución y espesores de las mismas, como así también su contenido paleontológico.

La Formación Ituzaingó fue definida por De Alba (1953). Posteriormente Herbst *et al.* (1976), le confiere *status* definitivo de formación, la caracterizan litológicamente, señalan su extensión vertical y horizontal e intentan ubicarla en el tiempo. En la provincia de Entre Ríos, esta formación se apoya en discordancia erosiva sobre la Formación Paraná, el denominado “conglomerado osífero” de

Frenguelli (1920) caracterizado por los abundantes restos de vertebrados marinos y terrestres. Cione *et al.* (2000), concluyen que la gran mayoría de esta fauna tiene afinidad con las del Chasicense y/o Huayqueriense, sin descartar la posibilidad de llegar hasta el Montehermosense (Plioceno inferior). Esto ubicaría la base de Ituzaingó en el Tortoniano-Messiniano.

En la provincia de Corrientes (Herbst, 2000) se extiende en todo el noreste, desde unos 30 km de Ituzaingó y a lo largo de las barrancas del río Paraná hasta el río Guayquiraró en el sur (continuando en la provincia de Entre Ríos); se encuentra constituida por potentes espesores de arenas y areniscas poco consolidadas, con estratificación entrecruzada, en las que se intercalan lentes de arcillas de coloración verdosa a gris-oscura (Herbst y Santa Cruz, 1985). También se la encuentra aflorando, con espesores menores, en los afluentes orientales del río Paraná (ríos y arroyos con barrancas) y en las lomadas y "cordones arenosos" que con orientación general noreste-suroeste están ubicadas en la mitad superior oriental de la provincia. En la costa del río Uruguay, la Formación Ituzaingó, aflora en forma discontinua desde Alvear hasta el río Mocoretá. Su litología esta compuesta, principalmente, por areniscas y conglomerados, en las que la presencia de maderas silicificadas es bastante notoria.

Los registros paleobotánicos de esta unidad están basados sobre estudios de polen, impresiones foliares, cutículas (Anzótegui, 1974, 1980; Anzótegui y Lutz, 1987; Caccavari y Anzótegui, 1987; Anzótegui y Acevedo, 1995) y permineralizaciones de maderas (Lutz, 1991; Zucol y Brea, 2000 c).

Los registros palinológicos hallados en las localidades de Ituzaingó, Villa Olivari, Riachuelo y Punta del Rubio, Corrientes (Figura 1) están representados por las familias Sapotaceae, Winteraceae, Aquifoliaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Ulmaceae, Malpighiaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Holagaraceae, Polygonaceae, Compositae, Chenopodiaceae, Poaceae, Polygalaceae y Podocarpaceae (Anzótegui, 1974; Caccavari y Anzótegui, 1987; Anzótegui y Acevedo, 1995).

Los hallazgos de cutículas e impresiones foliares en la localidad de Río Riachuelo y Punta del Rubio, Corrientes (Figura 1), permitieron corroborar algunas familias como Myrtaceae y Sapotaceae, y citar por primera vez otras tales como Meliaceae y Lauraceae (Anzótegui, 1980).

Lutz (1993) determinó hongos basidiomycetes (Polyporaceae) xilófilos en la localidad de El Brete (departamento Paraná), los cuales fueron asignados como cfr. *Antrodia* sp. y cfr. *Trametes* sp. (Figura 3, C).

Los registros paleoxilológicos de la Formación Ituzaingó hallados en las localidades de Punta del Rubio en la provincia de Corrientes, Hernandarias, El Brete y Toma Vieja de la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos (Figura 1) son: *Schinopsisylon herbstii* Lutz, 1979 (Anacardiaceae), *Mimosoxylon* sp. Lutz, 1991 (Fabaceae-Mimosoideae) y una bambusoidea (Poaceae – Bambusoideae, Zucol y Brea, 2000 c); éste nuevo taxón esta actualmente bajo estudio por dos de los autores (AFZ y MB).

Anzótegui y Lutz (1987) teniendo en cuenta todos los elementos florísticos descriptos para esta formación, determinaron la presencia de tres paleocomunidades: selva higrófila, bosques xerófilos y asociación dulceacuicola. Las que estuvieron controladas preferentemente por el factor humedad, desarrollándose bajo condiciones de clima cálido a templado cálido (Una actualización de estas asociaciones palinológicas, se presenta en Anzótegui y Garralla, este volumen). Según Brea y Zucol (2000), este tipo de vegetación, relacionado a un ambiente fluvial, donde el agua modera la temperatura, y reduce de esta manera la amplitud térmica, que se incrementa hacia los sectores periféricos del ambiente. Este microclima facilita también la disponibilidad permanente de humedad, posibilitando así la aparición de vegetación más abundante debido a que no dependen exclusivamente de las precipitaciones para abastecerse de este recurso. Las Sapotaceae, Winteraceae, Myrtaceae, Meliaceae, Aquifoliaceae, Fabaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae son familias características de estas selvas hidrófilas.

Los leños fósiles de la paleocomunidad xerofítica (Anzótegui y Lutz, 1987) corresponden a Anacardiaceae con *Schinopsisylon herbstii* Lutz y *S. hechii* Lutz, las palmas (con abundantes restos fósiles) con dos sp. *Palmoxylon concordense* Lutz y *P. yuqueriense* Lutz y las leguminosas con *Menendoxylon arenensis* Lutz, *M. mesopotamiensis* Lutz y *M. vasallenis* Lutz.

Brea y Zucol (2000) también hacen referencia a esta paleocomunidad y consideran que se habría desarrollado sobre zonas altas, con suelos maduros y no anegados, y condiciones climáticas templadas a subtropicales. En estos bosques las palmeras se encontraban entremezcladas y aisladas. En esta asociación, a diferencia de la anterior, la retención del agua de lluvia se hace más difícil, ya sea por el tipo de suelo o por el relieve abrupto típico de las barrancas de los ríos, que provocan un fácil drenaje superficial; con representantes de las familias Ulmaceae, Malpighiaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Arecaceae, entre otras.

Consideran también que los palmares, como paleocomunidad característica de esta formación, pueden haberse encontrado en asociaciones puras, igual a la actual distribución de núcleos relictuales que se encuentran en diversas zonas de la región. Los palmares son elementos característicos de la flora subtropical – tropical y por lo general vegetan en suelos arenosos más o menos ácidos y a veces con subsuelos rocosos a poca profundidad. Siendo una paleocomunidad cuyo principal componente leñoso son los representantes de la familia Arecaceae en consociación con elementos arbustivos y herbáceos. Finalmente Anzótegui y Lutz (1978) sostienen que la paleocomunidad dulceacuicola constituida por especies de Azollaceae (*Azolla* sp.), Cyperaceae (varias formas de *Cyperus* sp.) Halogaraceae (*Myriophyllum* sp.) y Polygalaceae (*Polygonum* sp.), es muy semejante a la descrita por Bonetto *et al.* (1978) para la laguna “La Brava”, situada en el noroeste de la provincia de Corrientes.

### ***Los registros paleoflorísticos durante el Pleistoceno inferior (Formación Alvear)***

La Formación Alvear (Iriondo, 1980), asignada al Pleistoceno Inferior, se presenta en forma casi continua en la barranca del río Paraná desde la entrada del arroyo Nogoyá hasta el departamento La Paz. Estos depósitos se componen de nódulos y placas horizontales y verticales irregulares de carbonato de calcio de color blanquecino. Entre las placas, se encuentra un limo arcilloso pulverulento no calcáreo de color castaño rosado y castaño verdoso con nódulos y capas delgadas de manganeso. En estos últimos sedimentos fue hallado el primer y único registro fósil descrito por Zucol y Brea (2001, en prensa) que corresponde a una asociación fitolítica.

Esta asociación fitolítica, hallada en la localidad de Puerto Alvear (Figura 1), indica la presencia de una paleocomunidad dominada por palmeras (Arecaceae) y gramíneas (Poaceae) de los tipos meso y megatérmicos. En la actualidad estos componentes florísticos se encuentran en la región litoral, formando núcleos reducidos relictuales, relacionados con condiciones microambientales. Estos palmares, considerados actualmente “las sabanas más australes de Sudamérica” son relictos de una flora cálida que en otros tiempos se hallaba más extendida en la región (Brea y Zucol, 2000).

El análisis comparativo con paleocomunidades de composición florística similar desarrolladas durante el Mioceno en esta región (Zucol y Brea, 2000 b), muestra la ausencia de componentes asociados a cursos de aguas y humedales, lo cual permite estimar que las condiciones reinantes durante el Pleistoceno inferior presentaban característica de mayor aridez.

### ***Los registros paleoflorísticos durante el Pleistoceno medio – Holoceno temprano (Formaciones Toropí y Yupoí en la provincia de Corrientes)***

Las Formaciones Toropí y Yupoí tienen una larga historia geológica. La Formación Toropí (Herbst y Santa Cruz, 1985) se asienta con notable discordancia erosiva sobre la Formación Ituzaingó; sus sedimentos ya fueron mencionados y caracterizados por D´Orbigny (1842) como “serie gredosa” o “greda araucana”, términos imprecisos que no permitían resolver los problemas en el campo; posteriormente Herbst y Alvarez (1972) describen su litología y contenido paleontológico basados en restos de vertebrados.

La Formación Yupoí fue descrita por Herbst (1969 y 1971) y redefinida por Herbst y Santa Cruz (1985), brindando su historia y origen. Ambas formaciones pleistocenas, tienen una distribución

bastante semejante, constituyendo, el relleno de los actuales ríos y arroyos de casi toda la provincia (salvo en la cuenca ibérica, en la región del nordeste) y en las barrancas sobre el río Paraná.

Los primeros registros de tafofloras de este período fueron hallados en la localidad de Empedrado, Corrientes (Figura 1) en la base de la Formación Yupoí (Herbst, 1969) y se trata de impresiones foliares de tallos y ramas con nudos y entrenudos con afinidades al género actual *Equisetum* sp. (Lutz y Gallego, 2001). Estos restos vegetales son indicadores de una paleocomunidad herbácea típicamente fluvial costera.

## Cuenca del río Uruguay

### **Registros paleoflorísticos en los depósitos fluviales durante el Cuaternario (formaciones Salto Chico y El Palmar)**

La cuenca del río Uruguay, esta ubicada en la región sudeste de Sudamérica, tiene sus nacientes en el estado brasileño de Santa Catarina a los 27.5 ° S y 50 ° O, ya en Argentina, el río Uruguay forma el límite entre Argentina-Brasil y Argentina-Uruguay, con una dirección de escurrimiento predominantemente norte-sur, desembocando en el río de La Plata. De acuerdo a su tamaño representa, en magnitud, el segundo río de Argentina, luego del Paraná. Siendo sus orígenes coetáneos, el río Uruguay se formó en el Plioceno, con la formación de grandes meandros en el tramo superior del río, sobre basaltos del Cretácico superior (Iriondo, 1996).

Las formaciones cuaternarias con registros paleobotánicos de esta cuenca son: la Formación Salto Chico, según Herbst y Santa Cruz (1985) es equivalente a la Formación Ituzaingó, depositada probablemente durante el límite Terciario-Cuaternario, y la Formación El Palmar, aparentemente coetánea a la misma.

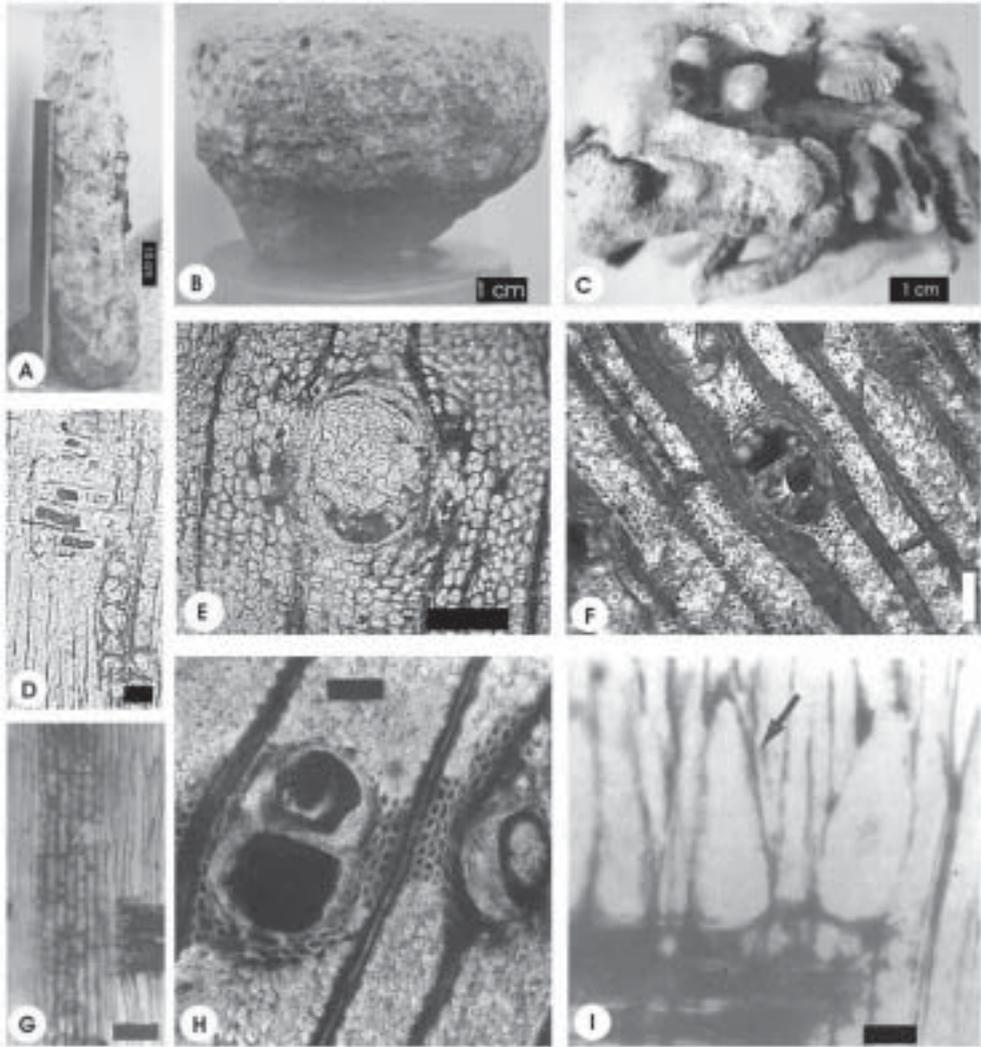
La Formación Salto Chico (Rimoldi 1962) se extiende a lo largo del río Uruguay en Corrientes y Entre Ríos hasta Ubajay. Esta compuesta por arenas estratificadas, finas y gruesas de color ocre amarillento a ocre rojizo, arcillas verdes y estratos de rodados de calcedonia y clastos de basalto y arenisca. La edad asignada a estos sedimentos es Plioceno tardío – Pleistoceno (criterio que comparten Herbst y Santa Cruz, 1985) y ha sido depositada durante un evento cálido y húmedo (*sensu* Iriondo, 1996).

Los registros xilológicos de esta formación fueron hallados en las localidades fosilíferas de Paso de los Libres, Arroyo Mandisoví y Arroyo Yuquerí (Figura 1). Las familias registradas son: Anacardiaceae, Mimosoideae y Arecaceae. La primera con la especie *Schinopsisylon heckii* Lutz 1979; la segunda con *Menendoxylon arenensis* Lutz 1979 y *M. mesopotamiensis* Lutz 1979; mientras que las Arecaceae, están representados por *Palmoxylon concordiensis* (Lutz, 1980, 1986) y *Palmoxylon yuqueriensis* (Lutz, 1984) (Figura 3, A-B).

Herbst (1971) incluye a la Formación Salto Chico dentro de la Formación Ituzaingó, en una interpretación que actualmente no es compartida por la mayoría de los especialistas, pero que adquiere relevancia si se consideran las probables conexiones entre el cauce del entonces río Paraná a lo largo de las áreas actualmente ocupadas por los ríos Aguapey y Miriñay (Iriondo, 1996) y el actual cauce inferior del río Uruguay.

La Formación El Palmar, propuesta por Iriondo (1980) abarca los depósitos sedimentarios que se extienden en una faja de 4 a 15 km de ancho a lo largo de la margen derecha del río Uruguay desde Ubajay hasta Concepción del Uruguay. Está integrada por arenas medianas y gruesas de origen fluvial, de color rojizo y ocre amarillento, entre las que se intercalan lentes de cantos rodados y gravas de calcedonia y ópalo.

La edad de esta formación es Pleistoceno tardío y fue depositada en el Último Interglacial (EI5) durante las condiciones climáticas más cálidas y húmedas de dicho intervalo (Iriondo, 1996).



**Fig. 3.** A. Tronco de estípide de *Palmoxylon* sp. (Escala gráfica: 10 cm). B. Base de estípide de *Palmoxylon* sp. (Escala gráfica: 1 cm). C. Basidiocarpio con pileos concrecentes de cfr. *Anrodia* sp. (Escala gráfica: 1 cm). D. *Terminalioxylon concordiensis* corte longitudinal radial mostrando cristales tetraédricos (escala gráfica: 20  $\mu\text{m}$ ). E. *Terminalioxylon concordiensis* corte transversal (escala gráfica: 10  $\mu\text{m}$ ). F. *Astroniumxylon portmannii* corte transversal (Escala gráfica: 100  $\mu\text{m}$ ). G. *Ulminium mucilaginosum* corte longitudinal radial (Escala gráfica: 100  $\mu\text{m}$ ). H. *Ulminium artabae* corte transversal (Escala gráfica: 100  $\mu\text{m}$ ). I. *Ulminium mucilaginosum* corte longitudinal radial mostrando células oleíferas (Escala gráfica: 23  $\mu\text{m}$ ).

Los registros paleoxilológicos de esta formación fueron hallados en las localidades fosilíferas de Punta Viracho, Península Gregorio Soler, Parque Nacional El Palmar de Colón y Arroyo Caraballo (Figura 1). Las familias registradas son: Anacardiaceae, Lauraceae, Mimosoideae, Combretaceae, Mrytaceae y Arecaceae. (Brea, 1994; 1998; 1999; Brea y Zucol, 2000; 2001; Brea, *et al.*, 2000; 2001). Representadas por las especies *Schinopsisylon herckii* Lutz 1979, *Ulminium mucilaginosum* Brea 1998 (Figura 3, G e I), *Ulminium artabae* Brea 1998 (Figura 3, H), *Menendoxylon piptadiensis* Lutz 1987, *Terminalioxylon concordiensis* Brea y Zucol 2001 (Figura 3, D-E), *Eugenia* sp. y *Palmoxylon* sp.

En la localidad fosilífera LF 1-99 del Parque Nacional El Palmar (Figura 1) se registró por primera

vez una asociación fitolítica en la Formación El Palmar (Zucol y Brea, 2000 c, Zucol y Brea, 2001 b; Zucol, *et al.*, en prensa). Esta asociación evidencia la presencia de Poaceae del tipo panicoide, Cyperaceae, Podostemaceae, Arecaceae y otras angiospermas; asociadas con espículas de esponjas de agua dulce (Porífera). Las stegmatas de Arecaceae avalan la presencia en áreas próximas de comunidades de palmeras. Estos fitolitos presentan similares características morfológicas y variabilidad de tamaño que las observadas en *Butia yatay* (Mart.). Becc. (Zucol y Brea, 2000 b).

La asociación de silicobiolitos en la Formación El Palmar esta definida por la abundancia de fitolitos de gramíneas, fitolitos de palmeras y fitolitos indeterminados muchos de los cuales tienen afinidades con las angiospermas.

La datación de las unidades citadas se hace indispensable, a esta altura de las investigaciones, ya que vertería luz sobre las inquietudes existentes respecto a las edades exactas de las formaciones permitiendo su correlación más segura.

## Bibliografía

- Aceñolaza, F. G. 2000. La Formación Paraná (Mioceno Medio): estratigrafía, distribución regional y unidades equivalentes. En: Aceñolaza, F.G. y Herbst, R. (Eds.), El Neógeno de Argentina. *Serie de Correlación Geológica* 14: 9-27. Tucumán.
- Aceñolaza, P. G. y F. G. Aceñolaza. 1996. Improntas foliares de una Lauraceae en la Formación Paraná (Mioceno superior), en Villa Urquiza, Entre Ríos. *Ameghiniana* 33 (2): 155-159. Buenos Aires.
- Anzótegui, L. M. 1974. Esporomorfos del terciario superior de la provincia de Corrientes, Argentina. *I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas 2: 318-329. Tucumán.
- Anzótegui, L. M. 1980. Cutículas del Terciario superior de la provincia de Corrientes, República Argentina. *II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso latinoamericano de Paleontología*, Actas III: 141-167. Buenos Aires.
- Anzótegui, L. M. 1990. Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior) «Pozo Josefina», Provincia de Santa Fé, Argentina. II Parte: Paleocomunidades. *FACENA* 9: 75-86.
- Anzótegui, L. M. y T. L. Acevedo. 1995. Revisión de *Ilexpollenites* Thiergart y una nueva especie en el Plioceno superior (Formación Ituzaingó) de Corrientes, Argentina. *VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas: 15-21. Trelew.
- Anzótegui, L. M. y S. S. Garralla. 1982. Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior). Parte I. Pozo "Josefina", provincia de Santa Fe, Argentina. *III Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*. Resumen: 32, Corrientes.
- Anzótegui, L. M. y S. S. Garralla. 1986. Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior) (Pozo "Josefina", provincia de Santa Fe, Argentina. I Parte - Descripción sistemática. *Facena* 6: 101-177. Corrientes.
- Anzótegui, L. M. y S. S. Garralla. (este volumen). Palinología del Cuaternario en el Iberá, provincia de Corrientes.
- Anzótegui, L. M. y A. I. Lutz. 1987. Paleocomunidades vegetales del terciario superior (Formación Ituzaingó) de la Mesopotamia argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 18 (2): 131-144. Santa Fe.
- Bonetto, A.; Neiff, J. J.; Pol de Neiff, A. ; Varela, M. E.; Corrales, M. A. y Y. Zalakar. 1978. Estudios limnológicos de la cuenca del Riachuelo (Corrientes, Argentina). III. Laguna La Brava. *Ecotur* 5(9): 57 - 84.
- Bravad, A. 1858. *Monografía de los terrenos marinos terciarios de las cercanías del Paraná*. Imprenta del registro oficial. 107 pp. Paraná. (Reimpresión Imprenta del Congreso de La Nación, 1995).
- Brea, M. 1994. The first permineralized wood of the Combretaceae in the Salto Chico Formation from Entre Ríos province, Argentina. *LAWA Journal* 15 (3): 328. Leiden.
- Brea, M. 1998. *Ulmium mucilaginosum* n.sp. y *Ulmium artabae* n.sp., Dos leños fósiles de Lauraceae en la Formación El Palmar, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 35 (2): 193-204. Buenos Aires.
- Brea, M. 1999. Leños fósiles de Anacardiaceae y Mimosaceae de la Formación El Palmar (Pleistoceno superior), departamento de Concordia, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 36 (1): 63-69. Buenos Aires.
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2000. Lignofloras del Cenozoico superior del noreste argentino. En: Aceñolaza, F.G. y Herbst, R. (Eds.), El Neógeno de Argentina. *Serie de Correlación Geológica* 14: 245-253. Tucumán.
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2001 a. Maderas fósiles de Combretaceae de la Formación El Palmar (Pleistoceno), provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 38 (4): 499-417. Buenos Aires.
- Brea, M y A. F. Zucol. 2001 b. Estudios paleobotánicos del Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos, Argentina): Silicobiolitos en sedimentos continentales del Pleistoceno Superior. *Ameghiniana* 38 (4-suplemento): 29R. Buenos Aires
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2002. Avances en los estudios paleobotánicos en el Cenozoico del Litoral argentino.

- Simpósio de Paleontología y Bioestratigrafía del Cuaternario del extremo sur de América del Sur. En: VIII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Resúmenes: 43-44. Corrientes.
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2003. Estudios paleoixilológicos del Pleistoceno superior en Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos, Argentina). *XII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Resúmenes: 47-48. Buenos Aires.
- Brea, M.; Aceñolaza, P. G. y A. F. Zucol. 2001 a. Estudio paleoixilológico en la Formación Paraná, Entre Ríos, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 8. XI Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*: 7-17. Buenos Aires.
- Brea, M.; Zucol, A. F. y A. Scopel. 1999. Estudios paleobotánicos del Parque Nacional El Palmar (Argentina): I. Presencia de cuerpos cristalinos en leños fósiles de Myrtaceae. *Ameghiniana*, resúmenes 36 (4-suplemento): 41R.
- Brea, M.; Zucol, A. F. y A. Scopel. 2001 b. Estudios paleobotánicos del Parque Nacional El Palmar (Argentina): I. Inclusiones minerales en leños fósiles de Myrtaceae. *Natura Neotropicalis* 32 (1): 33-40. Santa Fe.
- Brea, M.; Zucol, A. F.; Scopel, A.; Ruiz Selmo, F. E. y P. Minotti. 2000. Estudio paleobotánico del Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos, Argentina): II. Reconstrucción de una paleocomunidad *in situ*. *Ameghiniana* 37 (4-suplemento): 70R. Buenos Aires.
- Caccavari, M. A. y L. M. Anzotegui. 1987. Polen de Mimosoideae (Leguminosae) de la Formación Ituzaingó, Plioceno superior de Corrientes, Argentina. *IV Congreso latinoamericano de Paleontología*, Actas I: 443-458. Bolivia.
- Cione, A. L.; Azpelicueta, M. de las M.; Bond, M.; Carlini, A. A.; Casciotta, J. R.; Cozzuol, M. A.; De la Fuente, M.; Gasparini, Z.; Goin, F. J.; Noriega, J.; Scillato-Yañé, G. J.; Soibelzon, L.; Ton, E. P.; Verzi, D. y G. M. Vucetich. 2000. Miocene vertebrates from Entre Ríos province, eastern Argentina. En: Aceñolaza, F. G. y Herbst, R. (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie de Correlación Geológica* 14: 191-237. Tucumán.
- Darwin, C. 1846. *Geological observations on South America, Being the third part of the Geology of the Voyage the Beagle, during the years 1832 to 1836*. Smith elder and Co., i-vii, London. 279 pp.
- De Alba, E. 1953. Geología del Alto Paraná en relación con los trabajos de derrocamiento entre Ituzaingó y Posadas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 8: 129 – 161.
- De Azara, F. 1962. Descripción del Paraguay y del Río de la Plata, en “*Viajes por América del Sur*”, tomo II. Ed. Aguilar.
- D’Orbigny, A. 1842. Voyage dans l’Amérique meridionale (Le Brésil, l’Uruguay, exsecuté pendant les années 1826-1833 III (3) y (4). París.
- Frenguelli, J. 1920. Contribución al conocimiento de la geología de Entre Ríos. *Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*. 14 (1-2): 55-256. Córdoba.
- Gamerro, J. C. 1981. *Azolla* y *Salvinia* (Pteridophyta Salviniales) en la Formación Paraná (Mioceno superior), Santa Fe, República Argentina. *IV Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Resumen 3: 12-13.
- Garralla, S. S. 1989. Palinomorfos (Fungi) de la Formación Paraná (Mioceno superior) del Pozo Josefina, Provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 20 (1-2): 29-39. Santa Fe.
- Herbst, R. 1969. Nota sobre la geología de Corrientes. *IV Jornadas Geológicas Argentinas, Actas* 3: 87 – 95 (Mendoza).
- Herbst, R. 1971. Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26(2): 221 – 243.
- Herbst, R. 2000. La Formación Ituzaingó (Plioceno). Estratigrafía y distribución. En: Aceñolaza, F. G. y Herbst, R. (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie de Correlación Geológica* 14: 181-190. Tucumán.
- Herbst, R. y B. B. Álvarez. 1972. Nota sobre los Toxodontes (Toxodontidae, Notungulata) del Cuaternario de Corrientes, Argentina. *Ameghiniana* IX (2): 149-158. Buenos Aires.
- Herbst, R. y J. N. Santa Cruz. 1985. Mapa bioestratigráficos de la provincia de Corrientes. *D’Orbignyana* 2, 51 p.
- Herbst, R., Santa Cruz, J. N. y L. L. Zabert. 1976. Avances en el conocimiento de la estratigrafía de la Mesopotamia Argentina, con especial referencia a la provincia de Corrientes. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Santa Fe)* 7: 101 – 121.
- Iriondo, M. 1979. Origen y evolución del río Paraná. *II Jornadas del Paraná Medio, Actas* 11: 33-37.
- Iriondo, M. 1980. El Cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral (Santa Fe)* 11: 125 – 141.
- Iriondo, M. 1988. A comparison between the Amazon and the Paraná river basins. *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Universität Hamburg*. SCOPE-UNEP, 66: 77-92.
- Iriondo, M. 1991. El Holoceno en el Litoral. *Comunicaciones del Museo F. Ameghino (nueva serie)* 3 (1): 40 p.
- Iriondo, M. 1996. Estratigrafía del Cuaternario de la Cuenca del río Uruguay. *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas* IV: 15 – 25.
- Iriondo, M. 1998. *Loess in Argentina: Temperate and tropical. Excursion Guide N° 3. Province of Entre Ríos*. INQUA Loess Comisión, Internacional Join Field Meeting. 12 p.
- Lutz, A. I. 1979. Maderas de angiospermas (Anacardiaceae y Leguminosae) del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 3: 39-63. Corrientes.
- Lutz, A. I. 1980 a. *Entretroixylon victoriensis* nov. gen. et sp. (Leguminosae) del Mioceno superior (Fm. Paraná) de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 4: 21-29. Corrientes.

- Lutz, A. I. 1980 b. *Palmoxydon concordiensis* n. sp. del Plioceno de la Provincia de Entre Ríos, República Argentina. *II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso latinoamericano de Paleontología*, Actas III: 129-140. Buenos Aires.
- Lutz, A. I. 1984. *Palmoxydon yuqueriense* n. sp. del Plioceno de la Provincia de Entre Ríos, Argentina. *III Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas: 197-207.
- Lutz, A. I. 1986. Descripción morfo-anatómica del estípide de *Palmoxydon concordiense* Lutz del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 6: 17-32. Corrientes.
- Lutz, A. I. 1987. Estudio anatómico de maderas terciarias del Valle de Santa María (Catamarca-Tucumán), Argentina. *Facena* 7: 125-143.
- Lutz, A. I. 1991. Descripción anatómica de *Mimosoxydon* sp. del Plioceno (Formación Ituzaingó) de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral* 22 (2): 3-10. Santa Fe.
- Lutz, A. I. 1993. Dos Basidiomycetes (Polyporaceae) xilófilos del Plioceno de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 30 (4): 419-422.
- Lutz, A. y O. Gallego. 2001. Nuevos hallazgos fosilíferos (vegetales y icnofósiles) en el Cuaternario de Corrientes. Reunión Anual de Comunicaciones Asociación Paleontológica Argentina. *Ameghiniana* 38 (4) Suplemento: 36R.
- Popolizio, E. 1999. Geomorfología. En: Herbst, R. y J. N. Santa Cruz. *Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes. D'Orbignyana* 2 (2° edición): 17 - 20.
- Rimoldi, H. V. 1962. Aprovechamiento del Río Uruguay en la zona de Salto Grande. Estudio geotectónico-geológico para la presa de compensación proyectada en Paso Hervidero (Pcia. de Entre Ríos). *1° Jornadas de Geología Argentina* (San Juan), *Anales* 2: 287-310.
- Zucol, A. F. y M. Brea. 2000 a. Análisis fitolítico de la Formación Paraná (Mioceno superior) en el departamento Diamante, Entre Ríos, Argentina. *II Congreso Latinoamericano de Sedimentología y VIII Reunión Argentina de Sedimentología*, Resúmenes: 190. Mar del Plata.
- Zucol, A. F. y M. Brea. 2000 b. Análisis fitolítico de la Formación Paraná en la provincia de Entre Ríos. En: Aceñolaza, F. G. y Herbst, R. (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie de Correlación Geológica* 14: 67-76. Tucumán.
- Zucol, A. F. y M. Brea. 2000 c. Una Bambusoideae petrificada de la Formación Ituzaingó (Plioceno), Paraná, Entre Ríos. *Ameghiniana* 37 (4-suplemento): 15R. Buenos Aires.
- Zucol, A. F. y M. Brea. 2000 d., Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio: Asociación fitolítica de la Formación Alvear en su área tipo. *Ameghiniana* 37 (4-suplemento): 65R. Buenos Aires.
- Zucol A. F. y M. Brea. 2001. Asociación fitolítica de la Formación Alvear (Pleistoceno Inferior), Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 38 (4-suplemento): 49R. Buenos Aires.
- Zucol A. F. y M. Brea. en prensa (2003). Asociación fitolítica de la Formación Alvear (Pleistoceno Inferior), Entre Ríos, Argentina. *Fitolitos en suelos, sedimentos y sitios arqueológicos: Estado actual de sus conocimientos en América del Sur*. En: Zucol, A. F.; M. Osterrieth y M. Brea (Eds.). Mar del Plata (2003).
- Zucol, A. F.; Brea, M. y A. Scopel. en prensa. First record of fossil wood and phytolith assemblages of the Late Pleistocene in El Palmar National Park (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* (2003).

**Recibido:** 20 de Octubre de 2003

**Aceptado:** 20 de Diciembre de 2003