

El Pleistoceno de la provincia de Buenos Aires y sus mamíferos

Esteban SOIBELZON^{1,2}, Leopoldo H. SOIBELZON^{1,2},
Germán Mariano GASPARINI^{2,3} y Eduardo P. TONNI¹

¹ División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Argentina.

² CONICET.

³ División Paleontología Vertebrados, Unidades de Investigación Anexo Museo de La Plata, CONICET, Universidad Nacional de La Plata, 122 y 60, (1900) La Plata, Argentina.

Correos:

E. Soibelzon: esoibelzon@fcnym.unlp.edu.ar

L.H. Soibelzon: lsoibelzon@fcnym.unlp.edu.ar

G. M. Gasparini: germanmgasparini@gmail.com

E. P. Tonni: eptonni@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN

Palabras clave:

Bioestratigrafía
Biozonas
Cuaternario
Edades mamífero
Megafauna
Región Pampeana

En el actual territorio de la provincia de Buenos Aires se encuentran secuencias sedimentarias con abundante contenido fósil, que constituyen la base de la escala cronológica sudamericana para el Neógeno y Cuaternario. Desde la segunda mitad del siglo XIX y especialmente a partir del aporte de Florentino Ameghino, comenzó a desarrollarse un esquema estratigráfico con base en el contenido paleontológico. Los sedimentos portadores fueron denominados de diferentes maneras: “*pampean formation*”, “*limo pampa*”, “*terreno pampa*”, o “*formación pampeana*”, entre otras. Es Ameghino quien divide y denomina “pisos” u “horizontes” pampeanos (ej. “piso pampeano lacustre o lujanense”, “piso pampeano medio o belgranense”). Estos nombres posteriormente se utilizaron como base de las secuencias de “Edades Mamífero” y, más recientemente y de acuerdo al Código Argentino de Estratigrafía, para designar Pisos/Edades. Así, el Pleistoceno incluye el Subpiso Sanandresense (del Piso Marplatense) y los Pisos Ensenadense, Bonaerense y Lujanense, portadores de una mastofauna que caracteriza y define a las biozonas que los sustentan (*Ctenomys chapalmalensis*, *Mesotherium cristatum*, *Megatherium americanum*, *Equus (Amerhippus) neogaeus*). A través de este esquema, se pueden establecer adecuadas relaciones de superposición, de primeros y últimos registros, así como de abundancia de fósiles y establecer cronologías acertadas para procesos tales como el Gran Intercambio Biótico Americano. Asimismo, se registran numerosos eventos glaciales e interglaciales que provocaron desplazamientos de la fauna. Varios de los

perfiles tipo o localidades clásicas estudiadas durante más de 150 años han desaparecido (como “toscas del Río de La Plata”, Punta Hermengo o el puerto de La Plata en Ensenada) en virtud de la actividad humana.

ABSTRACT

Keywords:

Biostratigraphy
Biozones
Cuaternary
Mammals ages
Megafauna
Pampean Region

“THE PLEISTOCENE OF THE BUENOS AIRES PROVINCE AND THEIR MAMMALS”. Buenos Aires province contains sedimentary sequences with abundant fossil records, which constitute the basis of the chronological scale of South America for the Neogene and Quaternary. Since the second half of the nineteenth century and especially from the contribution of Florentino Ameghino, a stratigraphic scheme began to be developed based on the paleontological content. The outcropping sediments were named in different ways e.g. “Pampean formation”, “limo pampa”, “terra pampa”, or “pampean formation”, among others. Ameghino divided and named them as “stages” or “horizon” (e.g. “piso pampeano lacustre o lujanense”, “piso pampeano medio o belgranense”). These names were subsequently used for sequences of “Land Mammals Ages”; more recently and according to the Argentine Code of Stratigraphy, were used to designate Stages/Ages. Thus, the Pleistocene includes the Sanandresian Substage (from Marplatan Stage) and the Ensenadan, Bonaerian and Lujanian Stages, containing mammals that characterizes and defines the biozones that support them (*Ctenomys chapalmalensis*, *Mesotherium cristatum*, *Megatherium americanum*, *Equus (Amerhippus) neogaeus*). Through this scheme, suitable relationships of superposition, first and last records, as well as abundance of fossils can be recognized. Besides that, certain chronologies can be established for processes such as the Great American Biotic Interchange. Also, numerous glacial and interglacial events that caused displacement of fauna are registered. Several type profiles or classic paleontological localities studied during more than 150 years have disappeared (e.g. “toscas del Río de La Plata”, Punta Hermengo or the harbor of La Plata in Ensenada) as a result of human activity.

INTRODUCCIÓN

Los sedimentos superficiales que cubren la mayor parte de la región pampeana fueron originalmente denominados “terrains pampéenes” y “argile pampéenes” (D’Orbigny, 1842), “pampean formation” (Darwin, 1845) y “limo pampa”, “terreno pampa” o “Formación pampa” (Bravard, 1857). Este último término es el que más perduró en el tiempo y de él derivan otros tales como “Formación Pampiano” o “sedimentos pampeanos”, de uso corriente en la literatura geológica y estratigráfica desde fines del siglo XIX (véase Tonni, 2011).

La primera descripción mineralógica de este conjunto sedimentario fue realizada por Bravard (1857), quien reconoció una génesis fundamentalmente eólica para

los depósitos, contrariamente a lo sustentado por d'Orbigny y Darwin (ver Tonni y Pasquali, 2006; Tonni *et al.*, 2008) y puso énfasis en el aporte volcánico. Bravard (1858) utilizó a los vertebrados fósiles, especialmente los mamíferos, para fines de correlación estratigráfica (Tonni, 2011); algunos taxones nominados aunque no descriptos por Bravard, siguieron siendo reconocidos como de valor estratigráfico por autores posteriores (Tonni *et al.*, 2008). Tal es el caso de “*Tyotherium*”, nombre dado por Bravard (1857: 10) a un ungulado nativo extinto muy abundante en las “toscas del Río de La Plata” (figura 1) entonces aflorantes en amplios sectores de la costa de la incipiente ciudad de Buenos Aires. “*Tyotherium*” fue descrito y nominado formalmente por Serrés (1867) como *Mesotherium* (figura 2), y como se verá, Doering (1882) lo utilizó como fósil característico del “piso pampeano inferior”, criterio que compartieron Roth (1888) y Ameghino (1889).

Church (1898) realizó una descripción de los sedimentos del “valle del Plata” e introdujo en la bibliografía el término de “tosca” al señalar que “*a vast area of the Plata valley is covered [...] by a bed of reddish-yellow, semi-plastic, argillaceous earth, varying in colour, hardness, and constituent parts. It is mixed with a little sand, and has traces of titanite iron and olivine [...] This rock is found over immense areas of the country, and is at times apparently stratified [...] the country people have given it the name of tosca [...] whether it be the bed itself or the calcareous nodules contained in the clay*” (1898: 395).



Figura 1. Daguerrotipo tomado en el año 1853 sobre la ribera porteña a la altura del Fuerte (actual casa de gobierno) mirando hacia el sur. Pueden observarse las “toscas del Río de La Plata” (más detalles sobre este yacimiento en Soibelzon *et al.*, 2008a).

Ameghino (1881) indicó que los sedimentos pampeanos contienen abundantes restos de mamíferos fósiles, con su mayor desarrollo y profundidad en la provincia de Buenos Aires entre las sierras de Tandil y el Río de La Plata. Les adjudicó un espesor de 15 a 20 m aunque luego indicó que tendrían de 40 a 100 m de espesor (Ameghino, 1889) y “*su color es generalmente rojo-oscuro, a veces pardo o amarillento [...] Su composición es en todas partes la misma; una mezcla de arcilla y arena [...] y conteniendo generalmente una infinidad de concreciones calcáreas [...]*” (1889: 27).

Ameghino (1881: Lam. XVIII) presentó un corte “ideal” del “*terreno pampeano*” mostrando la disposición de las capas del “pampeano inferior” y “superior”. Respecto a las ondulaciones de la región pampeana, indicó que “*éstas no existían cuando concluyeron de depositarse los terrenos pampeanos [...] [sino que] tienen por origen la denudación de las aguas [...] Cuando las aguas pluviales ya habían cavado todas las depresiones actuales de la llanura argentina, [...] aún vivirían los Gliptodontes, los Toxodontes, los Milodontes, etc.*” (1881: 134-135).

Entre las interpretaciones más modernas sobre las mencionadas ondulaciones, González Bonorino (1965: Fig. 3) propuso que se produjeron postdeposición, posiblemente, debido a fenómenos tectónicos recientes, al tiempo que atribuye a la “Formación Pampeana” un espesor no superior a los 40 m. Zárata y Rabassa (2005) por su parte, las refirieron a expresiones superficiales del subsuelo y de su historia geológica, en parte enmascaradas por procesos que tuvieron lugar durante el Pleistoceno tardío (por ej., reactivación de redes de drenaje, elaboración de valles).

Génesis de los sedimentos pampeanos

Respecto a la génesis de los sedimentos pampeanos, se han planteado diferentes propuestas, en algunos casos coincidentes. Hay consenso general en que los vientos cordilleranos cumplieron un papel preponderante, depositando sus materiales sobre la depresión pampeana. Sin embargo, Ameghino (1881) consideró que esta no fue la causa principal de su formación, sino que gran parte proviene, tanto de la denudación efectuada por las aguas pluviales (que arrastraron materiales desde las montañas a los valles) como de las fuerzas subterráneas. Además sostuvo que la “formación pampeana” se habría depositado durante un interglacial, ya que no encuentra vestigios de acción glacial.

Frenguelli (1950) elaboró el primer ensayo de correlación entre los depósitos sedimentarios de la región pampeana con los eventos climáticos globales. Así, los diferenció en dos grupos principales: loess y limos (Frenguelli 1955). Denominó loess a los depósitos eólicos y limos a los subácueos; según su concepto representan, respectivamente, una sucesión rítmica de fases secas y húmedas, que responden a los ciclos glaciales e interglaciales del Pleistoceno. Sostuvo que “el loess pampeano... representa una acumulación exótica de elementos pelíticos derivados de un intenso y prolongado proceso alterativo de rocas muy variadas” (Frenguelli, 1955: 9) y señaló que tanto el loess europeo como el de China se formaron durante fases glaciales. González Bonorino (1965) propuso que los sedimentos pampeanos provienen, en su mayoría, de zonas periféricas de La Pampa, de la denudación de

formaciones terciarias (vulcanitas norpatagónicas, basaltos terciarios patagónicos y basamento cristalino de las sierras pampeanas) y de la actividad pleistocénica de volcanes cordilleranos. Trabajos más recientes, indican que existen varias zonas de aporte de loess (además de las clásicas) situadas al norte y oeste de la planicie chaco-pampeana y que involucran diferentes etapas (ver Zárata, 2003: Fig. 5 y la bibliografía allí citada), donde el transporte fluvial fue más importante que el eólico. Otros autores sostienen que el loess pampeano corresponde a sedimentos eólicos, ricos en magnetita y titanomagnetita, transportados por vientos fuertes procedentes de la Cordillera Patagónica durante periodos glaciales (Bidegain *et al.*, 2007). Estos trabajos, que incluyen estudios de susceptibilidad magnética, señalan que el modelo de depósito del loess en Argentina es intermedio entre el de China (*pedogenesis model*) y el de Siberia (*wind vigorous model*) (ver Bidegain *et al.*, 2001, 2007; Bidegain y Rico, 2004). Por último, Rabassa *et al.* (2005) adjudican el depósito del loess pampeano a la actividad eólica generada por las condiciones climáticas glaciales, las cuales influenciaron los centros anticiclónicos marinos (tanto en el Pacífico como en el Atlántico), desplazándolos hacia el Norte (ver Rabassa *et al.*, 2005: Fig. 10).

Florentino Ameghino y la "formación pampeana"

Ameghino (1881) realizó un primer ensayo de clasificación estratigráfica de la "formación pampeana". Teniendo en cuenta las dificultades para establecer una clasificación estratigráfica basada en la litología (debido a la similitud tanto de color como de grano), propuso una subdivisión de la "formación pampeana" en tres unidades caracterizadas por sus fósiles: "pampeano inferior", "pampeano superior" y "pampeano lacustre". A estas unidades las designó indistintamente como "terrenos" (por ej. "terreno pampeano inferior") u "horizontes" (por ej.: "horizonte pampeano inferior"), destacando en cada una de ellas no sólo el contenido paleontológico de mamíferos sino también al taxón muy abundante en una unidad o "muy raro" y "rarísimo" en otra. Esta subdivisión incluye también a los "terrenos post pampeanos" en los que reconoció otras tres unidades: "post pampeano lacustre", "aluviones modernos" y "contemporáneo", esta última caracterizada por la presencia de fauna introducida por los europeos.

Casi en simultáneo con el primer esquema ameghiniano, Doering (1882) agrupó los depósitos sedimentarios superficiales en 7 "formaciones" y 14 "pisos" u "horizontes geológicos". De este conjunto, a la región pampeana le corresponden 5 "formaciones" subdivididas en 7 "pisos", sobre la base de fósiles característicos. En su esquema estratigráfico la "formación araucana" incluye al "piso puelche o sub-pampeano", sin caracterización faunística. La "formación pampeana" incluye al "piso pampeano inferior" caracterizado por "*Typotherium*" (figura 2), al "piso eolítico" con "*Equus*" y al "piso pampeano lacustre", con "*Paludestrina ameghini*". Dentro de este esquema, la "formación querandina" incluye a los "pisos" querandino y "platense", y la "formación ariana" sólo al "piso ariano" (caracterizada por la presencia de fauna exótica como *Equus caballus*).



Figura 2. Vista lateral del ejemplar Tipo de *Mesotherium cristatum* depositado en la colección del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) de Paris, Francia. Escala: 5cm.

Esta clasificación fue la base que utilizó luego Ameghino (1889), y en la que introdujo nuevas denominaciones. La “formación araucana” incluye al “piso hermósico” subyacente al “piso pehuelche” (“puelche” de Doering); el “piso pampeano inferior” de Doering” es el “piso” (“horizonte”) “ensenadense”, caracterizado por la fauna procedente de los sedimentos dejados al descubierto durante las excavaciones para la construcción del puerto de La Plata en “la Ensenada”. Ameghino (1889) denominó “piso pampeano superior o bonaerense” probablemente al “piso eolítico” de Doering y “piso pampeano lacustre o lujanense” al equivalente del esquema de Doering. Introdujo una nueva unidad entre el “ensenadense” y el “bonaerense” que denominó “piso pampeano medio o belgranense” (Ameghino, 1889:31-32), al que describió como un conjunto de sedimentos marinos que se extiende a lo largo de la costa del Río de La Plata hasta el río Paraná y que se correlaciona hacia el interior con un “belgranense” continental.

Tonni (2011) señaló que Ameghino mantuvo en su esquema estratigráfico los “pisos” “querandino”, “platense” y “ariano” de Doering, e introdujo entre estos dos últimos al “piso aymarà”. El “piso querandino” incluye sedimentos marinos que afloran desde San Nicolás (norte de la provincia de Buenos Aires) hasta Bahía San Blas (norte de la Patagonia); mientras que el “platense” corresponde a depósitos lacustres –de amplia extensión areal en el ámbito pampeano, portadores de moluscos de agua dulce. Caracterizó al “piso aymarà” por contener restos faunísticos correspondientes a los de la fauna indígena moderna, pero sin restos de fauna introducida.

En su último esquema estratigráfico, Ameghino (1908) agregó una nueva unidad a la “formación araucana”, el “piso chapalmalense”, que ubicó entre el “hermosense” (“hermósico” de Ameghino, 1889) y el “puelchense” (“pehuelche” de Ameghino, 1889). En cuanto a la “formación pampeana”, la subdividió en “ensenadense basal”, “ensenadense cuspidal”, “bonaerense” y “lujanense” y reservó el nombre de “belgranense” únicamente para los sedimentos de origen marino intercalados entre el “ensenadense” y el “bonaerense”. En esta publicación reiteró el uso de la fauna como

elemento fundamental para el reconocimiento de las unidades. Así señaló que “*la separación entre las dos formaciones [“araucana” y “pampeana”] [...] es una línea debajo de la cual se encuentra la fauna araucana e inmediatamente arriba la fauna pampeana [...]*” (Ameghino, 1908: 367-368).

En 1908, Ameghino sostiene: “*No me es posible continuar con el examen del terreno y la exposición de mis observaciones, sin aclarar ante todo lo que se refiere á la nomenclatura, de la cual se ha hecho un verdadero galimatías*” (Ameghino, 1908: 359). Se refiere en este caso al significado de su “pampeano inferior” y del “pampeano inferior” de Roth (1888). Reconoce que ambos están caracterizados por la presencia de “*Typotherium*” *cristatum*, pero discrepa con la interpretación de Roth que incluye en su “pampeano inferior” al “hermosense” de Ameghino.

Respecto de la cronología de la “formación pampeana”, en general había consenso en referirla a la parte tardía del Neógeno, aproximadamente al lapso del Mioceno al Cuaternario, aunque Stappenbeck (1926), utilizando criterios diastróficos (discordancias, transgresiones, regresiones, etc), incluyó en su “formación pampeana” a los sedimentos depositados desde finales del Cretácico (véase Tonni y Pasquali, 2006).

La “formación pampeana” después de Ameghino

En un trabajo póstumo, Lucas Kraglievich (1934) llevó adelante un ensayo de correlación estrictamente faunístico, reconociendo “faunas” y “fáunulas” (por ej.: “fauna ensenadense”, “fáunula irenense”) que agrupó en “formaciones”, separadas por las fases y subfases de la tectónica andina propuestas por Groeber (1927).

A mediados del siglo XX, Frenguelli dio a conocer su última propuesta de clasificación. En los cuadros que sintetizan su esquema (por ej., Frenguelli, 1950; ver figura 3), los nombres propuestos por Ameghino son agrupados en “Series” (“Pampiano”, “Postpampiano”) y “Pisos” (desde “Chapalmalense” a “Aimarense”) como si fuesen categorías de la clasificación cronoestratigráfica, que como se verá había sido propuesta por Schenk y Müller (1941). Justamente, utiliza la desinencia “iano” porque “[...] en nomenclatura estratigráfica, se aplica a todas las voces, sustantivos y adjetivos, que se refieren a una *serie geológica*” (Frenguelli, 1957, p. 36). Sin embargo, en ningún momento Frenguelli (1950, 1957) aclara que esas sean categorías formales de alguna clasificación.

Los tres “pisos Pampianos” de Frenguelli (1950) son el “Chapalmalense”, (actualmente Chapadmalalense), el Ensenadense y el Bonaerense. Los “pisos Post-pampianos” son el Lujanense, el Platense, el Querandinense (“estuárico”), el Cordobense y el Aimarense. Desde el punto de vista cronológico, los tres “Pampianos” son referidos al Pleistoceno, y los cinco “Post-pampianos”, al Holoceno (Frenguelli 1950, 1957) (figura 3). Los únicos cambios cronológicos significativos a este esquema son la inclusión del “Chapalmalense” en el Plioceno y del Lujanense en el Pleistoceno tardío (Tonni, 2009).

Casi contemporáneamente, Jorge Lucas Kraglievich (1952, véase también 1953 y 1959) estableció un esquema estratigráfico para el sudeste de la provincia de Buenos Aires, utilizando la nomenclatura de Ameghino (1908), pero con otra connota-

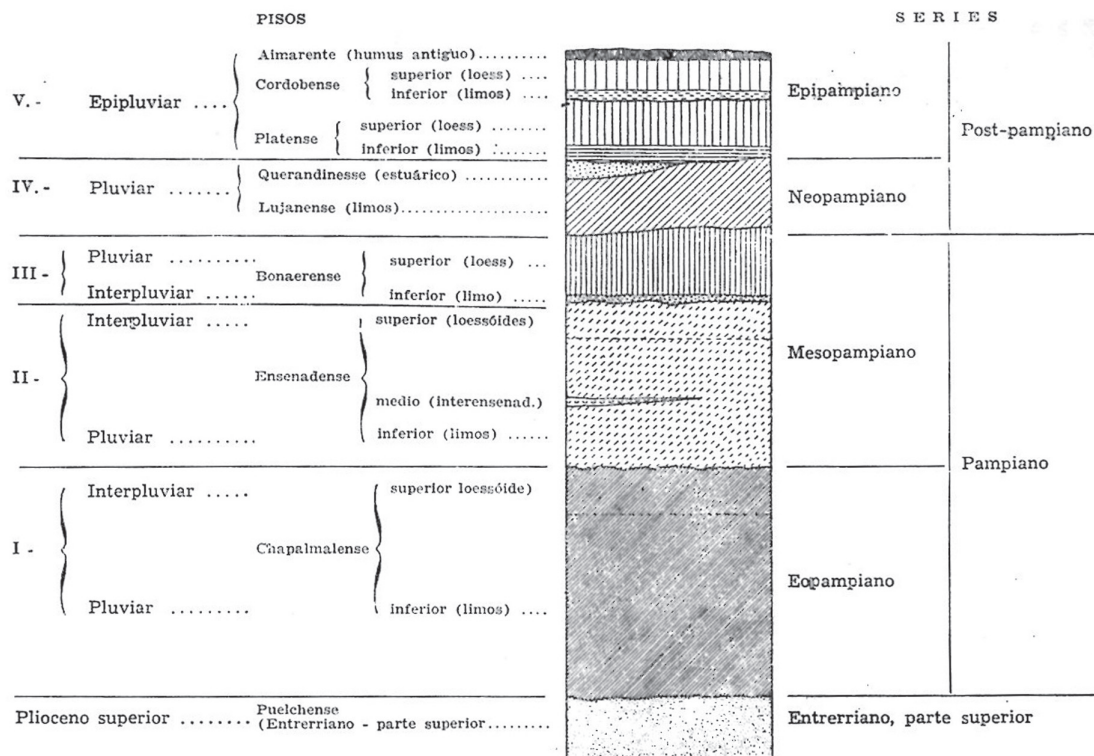


Figura 3. Esquema de Frenguelli (1950).

ción y donde las distintas unidades (a que denomina Formaciones) son reconocidas sobre la base de observaciones litológicas macroscópicas.

Pascual *et al.* (1965), dieron a conocer un esquema para el Cenozoico de la Argentina basado en el concepto de "Edades mamífero". El sustento de esta propuesta se encuentra en la frase de Pascual *et al.* (1965: 168-169): "[...] en nuestro Cenozoico mamífero no se han reconocido substancialmente Pisos. Por consecuencia las Edades reconocidas no cumplen con las exigencias mencionadas [las del código estadounidense de estratigrafía, entre otras] de manera que debemos admitir que nuestras 'Edades' son Edades-mamífero". Más adelante se refuerza al decir "[...] en la práctica sabemos que tales o cuales estratos, referidos correcta o incorrectamente a una Formación determinada, contienen restos de mamíferos que por su estado evolutivo, por la presencia entre ellos de tipos de procedencia geográfica o cronológica conocida o inferida, pueden ser asignados a algunas de las Edades que hemos reconocido" (Pascual *et al.*, 1965: 171-172).

La clasificación de Pascual *et al.* (1965) incluye para el Pleistoceno las "Edades mamífero" Uquiense, Ensenadense y Lujanense. Para cada "Edad mamífero", estos autores dieron una lista de fósiles guías y característicos y las refirieron a unidades litoestratigráficas (ver comentarios en apartado siguiente).

González Bonorino (1965) utilizó la denominación "Formación Pampeano" y "Pospampeano" para los sedimentos ubicados por encima del "puelchense". Al "Pampeano" lo dividió en superior, medio e inferior (aproximadamente correspondientes al "bonaerense", "ensenadense" y "preensenadense" de Ameghino), mientras que el "lujanense" quedó incluido en el "Pospampeano", siguiendo la propuesta

de Frenguelli (1950, 1955). Además señaló que en ningún perfil estudiado se halló evidencia de las intrusiones marinas “belgranense” e “interensenadense”.

Fidalgo *et al.* (1975) utilizaron la denominación “sedimentos pampeanos” para referirse a “*todos los sedimentos constituidos preferentemente por una fracción limo más abundante que las fracciones arena y arcilla subordinadas, distribuidos en la mayor parte del territorio de la provincia de Buenos Aires y cuya edad abarca desde el Plioceno más temprano [actualmente Mioceno Tardío, aflorante exclusivamente en el sudoeste de la provincia; Cione y Tonni, 2005] [...] hasta [...] el Pleistoceno más alto*” (Fidalgo *et al.*, 1975: 106). Las áreas donde se hallan estos sedimentos las dividen en “interserrana y pedemontana”, “meridional” y “central y norte”. Por ejemplo, en la cuenca del río Salado y Pampa Ondulada estos autores consideran que los “sedimentos pampeanos” se corresponden con los “pisos” ‘Ensenadense’ y ‘Bonaerense’ de Frenguelli (1957)”. Teniendo en cuenta la falta de designaciones formales para las unidades litoestratigráficas del área, Fidalgo (1983: 7) continuó utilizando la denominación de “sedimentos pampeanos”, dividiéndolos en “[...] un ‘Miembro Inferior’ que es el equivalente al ‘Ensenadense’ y un ‘Miembro Superior’ cuyo similar es el ‘Bonaerense’, para toda la región en estudio”, como categorías de la clasificación litoestratigráfica.

Actualmente, las designaciones “Formación Pampeana” o “sedimentos pampeanos” en el ámbito bonaerense, hacen referencia principalmente a dos unidades litoestratigráficas, las Formaciones Ensenada y Buenos Aires, que en conjunto representan a todo el Pleistoceno y que fueron formalmente descritas y definidas por Riggi *et al.* (1986). Posteriormente, Tonni *et al.* (1999) propusieron un nuevo estratotipo para las mismas, dado que las secciones originales descritas no estaban disponibles para su examen (véase más adelante).

Por último, Cione y Tonni (1995) propusieron la sustitución de las “Edades mamífero”, por una clasificación cronoestratigráfica/geocronológica basada en la bioestratigrafía, de acuerdo con los códigos estratigráficos de varios países, incluido el de Argentina. Cione y Tonni (2005) y Cione *et al.* (2015) reconocieron cinco biozonas (Zonas de Asociación, o alternativamente Zonas de Intervalo) para el lapso entre el Pleistoceno y el Holoceno. Estas biozonas son las de *Ctenomys chapadmalensis*, *Mesotherium cristatum*, *Megatherium americanum*, *Equus (Amerhippus) neogaeus* y *Lagostomus maximus*. Constituyen la base bioestratigráfica que sustenta a los Pisos/Edades (y Subpisos/Subedades) Sanandresense, Ensenadense, Bonaerense, Lujanense y Platense, respectivamente. Considerando que la “International Commission on Stratigraphy” (2009) estableció la base del Cuaternario (y del Pleistoceno) en 2,588 Ma, el Subpiso Sanandresense del Piso Marplatense (basado en la Biozona de *Ctenomys chapadmalensis*) representa en la región pampeana a la base del Cuaternario (figura 4). Desde el punto de vista paleontológico esto es corroborado por la presencia en el Sanandresense de los primeros registros de mamíferos adaptados a condiciones frías y áridas o semiáridas (*Lestodelphys*, grandes tardígrados) que se verifican en el Cenozoico tardío de la región pampeana; estos registros podrían ser coevos con avances glaciales que en el sur de la Argentina (Rabassa *et al.*, 2005) están vinculados con los MIS (Estadios o Pisos Isotópicos de Oxígeno) 82 a 78 (véase también Verzi y Quintana, 2005).

Ma	Época	Biozonas	Piso/Edad	Mamíferos Inmigrantes Norteamericanos
0,0117	Holoceno	<i>Lagostomus maximus</i>	Platense	Hominidae Leporidae
0,126		<i>E. (Amerhippus) neogaeus</i>	Lujanense	
0,4		<i>Megatherium americanum</i> <i>Ctenomys kraglievichi</i>	Bonaerense	
0,5	Pleistoceno	<i>Mesotherium cristatum</i>	Ensenadense	Gomphotheriidae Tapiridae Cervidae
0,78				Ursidae Felidae Mephitidae
1	Plioceno	<i>Ctenomys chapadmalensis</i>	Marplatense	¿Gomphotheriidae?
2				Sanandresense
2,58				Vorohuense
3				Barrancalobense
		<i>A. (Akodon) lorenzini</i>		Canidae Mustelidae Equidae
		<i>Platygonus scagliai</i>		Camelidae

Figura 4. Cuadro cronoestratigráfico modificado de Cione et al. (2015) y Gasparini y Tonni (2016).

Usos estratigráficos: las “edades mamífero”, la bioestratigrafía y la clasificación conoestratigráfica / geocronológica

Pese a que las denominaciones señaladas anteriormente cuentan con más de 150 años de uso, aún hoy persiste cierta confusión en las unidades de la clasificación estratigráfica, generada en gran parte por la utilización de los mismos nombres para designar unidades conceptualmente diferentes. Ameghino utilizó el término “formación” (u “horizonte”) como una unidad definida a partir de su contenido fosilífero y de “piso” (“subformación”) como subdivisión de esa “formación”. De tal forma, ambos términos fueron definidos de manera algo similar a la moderna clasificación bioestratigráfica y difieren conceptualmente de los mismos términos utilizados en las modernas clasificaciones litoestratigráfica y cronoestratigráfica (ver más adelante).

Como se señaló, las “Edades mamífero” de Pascual et al. (1965) no son estrictamente unidades geocronológicas formales (basadas en Pisos). Teniendo en cuenta esta situación, a partir de 1990 comenzó a afianzarse, en principio para la región pampeana, un esquema cronológico con base bioestratigráfica, que utiliza la secuencia de nombres propuesta por Ameghino con escasas modificaciones, al menos para las unidades referidas al Cuaternario (ver Cione y Tonni, 1995; 1996; 1999). Cione y Tonni (1995) consideraron que las “Edades mamífero” son edades formales definidas de una manera menos precisa que las edades basadas en Pisos definidos en

secuencias marinas. Las “Edades mamífero” de América del Sur están en realidad basadas en Pisos pobremente definidos de acuerdo con los requerimientos actuales en geosistemática (Tonni, 2009; 2011). Al respecto resulta conveniente reiterar lo señalado por Simpson en una publicación casi olvidada, algunos de cuyos párrafos pertinentes fueron reproducidos por Tonni (2011): “Aun en los casos en que los mamíferos son usados para definir las edades, las rocas son referidas a pisos sobre la base de sus mamíferos fósiles; los taxa de las edades y de los pisos son geocronológicos y cronoestratigráficos, respectivamente [...]”. Sigue señalando que: “Es asimismo cierto que algunos géneros confinados a una determinada edad [...] pueden cambiar su reconocida extensión temporal por ulteriores hallazgos. Decir entonces que no debiéramos definir edades y pisos en estos términos sería como decir que no debiéramos intentar la práctica de una ciencia estratigráfica” (Simpson, 1971: 289).

El nivel de abstracción se incrementa cuando se consideran las unidades bioestratigráficas, cronoestratigráficas y geocronológicas. Todas éstas no son entidades “reales”, es decir, no son parte de la naturaleza. Sin embargo, las unidades bioestratigráficas tienen caracteres, como la distribución espacial de ciertos taxones, que pueden ser observados en el campo, aunque medie un cierto nivel de abstracción en su reconocimiento. Las unidades cronoestratigráficas están basadas en un carácter no observable (el tiempo de depósito) y es por ello que el reconocimiento de este carácter descansa en la distinción de otras unidades: biozonas, magnetozonas o en fechados obtenidos por métodos radiométricos. Por su parte, las unidades geocronológicas no son estratigráficas y constituyen abstracciones que representan un tiempo pasado.

En la actualidad hay opiniones favorables acerca de establecer una única escala cronológica, desechando la diferencia entre escalas cronoestratigráfica y geocronológica, utilizando la categoría Piso y rechazando la categoría Edad (por ej.: Odin *et al.*, 2004, véase Cione y Tonni, 2005).

Una consecuencia del desarrollo y uso de las “Edades-mamífero” en América del Sur fue la falta de interés en desarrollar esquemas bioestratigráficos. Precisamente, la ausencia de un esquema bioestratigráfico cuidadoso tuvo consecuencias en la comprensión de procesos fundamentales en la evolución de la fauna sudamericana a fines del Cenozoico. De tal forma, procesos tales como el Gran Intercambio Biótico Americano fueron incorrectamente interpretados en algunos aspectos, fundamentalmente aquéllos referidos a la supuesta interacción entre la fauna holártica y la autóctona (Cione *et al.*, 2015).

LAS UNIDADES PORTADORAS DE VERTEBRADOS DEL PLEISTOCENO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Las unidades del Pleistoceno y Holoceno portadoras de vertebrados fósiles se encuentran fundamentalmente representadas en el noreste de la provincia de Buenos Aires, en los alrededores de la ciudad de Buenos Aires y en la costa atlántica. Sin embargo, en el área interserrana se han descripto varias unidades de esta antigüedad (eg. de los Reyes *et al.*, 2013) cuyo contenido paleontológico es escaso, de manera

que no permite correlaciones con las áreas precedentemente citadas (Rabassa, 1989; Gasparini *et al.*, 2012a, 2012b).

En la provincia de Buenos Aires, el Pleistoceno comienza con los depósitos correspondientes a la Formación San Andrés, unidad que en principio fue informalmente definida por Kraglievich (1952). Ameghino (1908) consideraba que su “ensenadense” estaba depositado directamente sobre el “chapalmalense”. Fue Risso Domínguez (1949) quien por primera vez determinó que entre el “chapalmalense” y el “ensenadense” se encontraban otras unidades a las que denominó “Piso Curalarenses” a la inferior y “Piso Pequense” a la superior (Soibelzon *et al.*, 2007). Posteriormente, J. L. Kraglievich (1952, 1953, 1959) determinó que entre el “chapalmalense” y “ensenadense” se ubican tres unidades a las que denominó, desde la más antigua a la más moderna, Formación Barranca de los Lobos, Formación Vorohué y Formación San Andrés. Teruggi *et al.* (1974) describieron, caracterizaron y determinaron su perfil tipo en la localidad de Punta San Andrés, entre arroyo Lobería y Punta Vorohué (partido de General Pueyrredón). Si bien en esta localidad Kraglievich (1952) dividió la Formación San Andrés en cuatro niveles, aportes más recientes identifican sólo tres (Teruggi *et al.*, 1974; Verzi y Quintana, 2005; Soibelzon *et al.*, 2007). El primer nivel, descansa en discordancia sobre la Formación Vorohué de J. L. Kraglievich (1952), el segundo nivel presenta dos paleosuelos (PS1 y PS2, véase Teruggi *et al.*, 1974) claramente identificables (véase Teruggi *et al.*, 1974). El tercer nivel posee sectores con concreciones calcáreas en forma de *candelabro* de

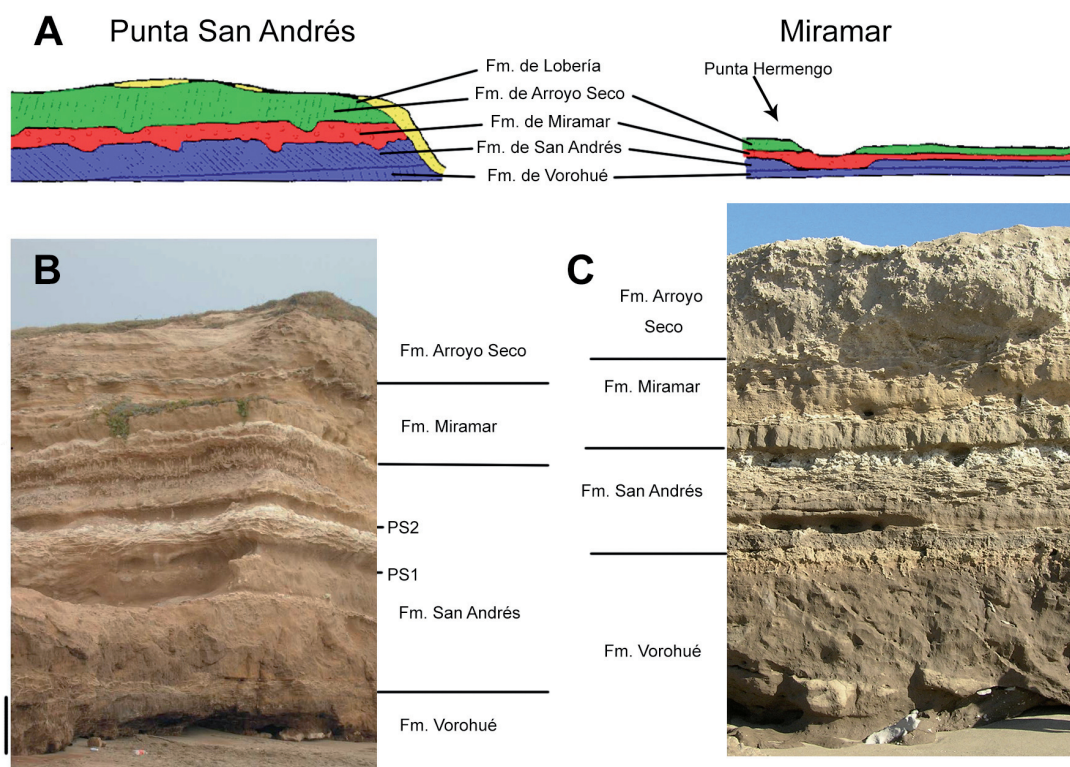


Figura 5. (A) Perfiles realizados por Kraglievich (1952). Unidades reconocidas por ese autor en los acantilados costeros aflorantes en Punta San Andrés (B) y en Punta Hermengo, Miramar (C) (previo a la ubicación de bloques de cuarcita; ver Cenizo *et al.*, 2011). Escala vertical: 1 m.

gran espesor y continuidad lateral y culmina su exposición en un manto calcáreo compacto (figura 5).

Zárate (1989) y posteriormente Beilinson (2009) propusieron un esquema de aloformaciones para la secuencia aflorante en los acantilados costeros del Sudeste de la provincia de Buenos Aires. Beilinson (2009) consideró siete facies de depósito y tres facies postdepósito, agrupadas en cuatro asociaciones. Con referencia a la antigüedad, Verzi y Quintana (2005) la refirieron al Matuyama temprano (C2), a la vez que el evento normal hallado en el tope de la Formación San Andrés lo atribuyeron al evento Reunión (2,15-2,14 Ma). Bidegain y Rico (2013) sobre la base de estudios magnetoestratigráficos señalaron que la parte principal de la Formación San Andrés se habría depositado durante Matuyama temprano, incluyendo el subcron Olduvai (1,78-2,02 Ma).

Kraglievich (1952) establece para Punta Hermengo un perfil similar al del área tipo de la Formación San Andrés. Es de destacar que esta similitud litoestratigráfica no se corresponde con el contenido faunístico ya que, en el perfil de Punta San Andrés, la Formación homónima contiene fauna sanandresense (Biozona de *Ctenomys chapadmalensis*, ver más abajo) y en Punta Hermengo contiene fauna ensenadense (Biozona de *Mesotherium cristatum*) (Soibelzon *et al.*, 2009; 2010). Esto demuestra claramente la independencia del tiempo en la clasificación litoestratigráfica.

En el área de Mar del Plata - Miramar, la Formación Miramar (Kraglievich, 1952) suprayace discordantemente a la Formación San Andrés y contiene fauna ensenadense. En el resto de la provincia, el Pleistoceno inferior a medio está mayoritariamente representado por la Formación Ensenada, definida por Riggi *et al.* (1986) en el área de La Plata. Esta unidad está constituida por limos arcillosos y arcillas limo-arenosas, de tonos predominantemente castaños y en ocasiones grisáceo amarillentos, compactos, con sectores edafizados y abundantes concreciones de carbonato de calcio; este último se presenta asimismo formando enrejados, en ocasiones relacionados con eventos pedogenéticos (Riggi *et al.*, 1986). Parte de la Formación Ensenada está representada en las “toscas del Río de La Plata” en los alrededores de la ciudad de Buenos Aires, actualmente muy degradados (ver Soibelzon *et al.*, 2008 a) (figura 6). La fauna de mamíferos presente en estos sedimentos constituye la base para el reconocimiento del Piso/Edad Ensenadense (Cione y Tonni, 2005; Soibelzon *et al.*, 2008 b; Tonni *et al.*, 2009).

Según Soibelzon *et al.* (2008 b) los sedimentos portadores de fauna ensenadense abarcan desde más de 0,98 Ma (*subchron* Clr1n) hasta la parte inferior del *Chron* Brunhes (menos de 0,78 Ma). El límite superior del Piso/Edad Ensenadense, parece coincidir con la discordancia que separa la Formación Ensenada de la superpuesta Formación Buenos Aires y que, en ocasiones, decapita un paleosuelo de continuidad regional y polaridad reversa (Geosuelo El Tala, véase Tonni *et al.*, 1999). Esto coincide parcialmente con la propuesta de Verzi *et al.* (2004) quienes tentativamente ubicaron el límite entre los Pisos/Edades Ensenadense y Bonaerense en el comienzo del MIS 11 (ca. 0,40 Ma). La base del Piso/Edad Ensenadense es desconocida, si bien algunas evidencias faunísticas sugieren que podría extenderse hasta el evento Olduvai (*subchron* C2n, entre 1,95 y 1,77 Ma; ver Soibelzon *et al.*, 2008b). En el Noreste de la provincia de Buenos Aires (Baradero, San Pedro), la Formación Ensenada está



Figura 6. Vista actual de las “toscas del Río de La Plata” en la localidad de Anchorena (Buenos Aires).

bien representada y contiene una bien diversificada fauna de mamíferos (Bidegain, 1991; Nabel *et al.*, 1993, Soibelzon *et al.*, 2008c).

El Pleistoceno medio está representado por los depósitos fundamentalmente eólicos de la denominada Formación Buenos Aires por Riggi *et al.* (1986). La litología de esta unidad es similar a la de la infrapuesta Formación Ensenada, destacándose la presencia de concreciones de carbonato de calcio en forma de “muñecos de tosca” (cilíndricos, simples o ramificados, botroidales, laminares, etc., véase Riggi *et al.*, 1986). En general, los sedimentos de la Formación Buenos Aires son algo más friables que los de la Formación Ensenada. El Piso Bonaerense está sustentado bioestratigráficamente en la fauna de mamíferos procedente de la Formación Buenos Aires (Cione y Tonni, 2005; Tonni, 2009).

En el área de Mar del Plata - Miramar las Formaciones Arroyo Seco y Santa Isabel (Kraglievich, 1952, 1953) incluyen fauna bonaerense. Tonni (2009) sugiere que los sedimentos de la Formación Buenos Aires y probablemente los de la Formación Arroyo Seco, comenzaron a depositarse durante un evento interglacial, tentativamente correlacionable con el MIS 11.

En las áreas bajas del noreste y sudeste de la provincia de Buenos Aires, el Pleistoceno superior comienza con los depósitos de playa de la Formación Pascua (Fidalgo *et al.*, 1973), correspondientes al MIS 5e (ver Beilinson *et al.*, com. pers.). Se trata de depósitos organógenos (coquina) constituidos por gran cantidad de valvas de moluscos, fuertemente cementadas por carbonato de calcio, en una matriz arenosa

o limosa que incluye asimismo proporciones variables de rodados de carbonato de calcio. En los sedimentos de la Formación Pascua se encuentran restos de vertebrados continentales lujanenses [por ej.: *Equus (Amerhippus) neogaeus*].

En las divisorias continúan los depósitos eólicos de la Formación Buenos Aires y/o la Formación La Postrera, mientras que en los valles se depositan los limos arcillosos del Miembro La Chumbiada de la Formación Luján (Dillon y Rabassa, 1985). Estos limos castaño rojizos, incluyen clastos redondeados de carbonato de calcio y son el resultado del retrabajo de los sedimentos del piso de los valles, constituido por la Formación Buenos Aires y/o Ensenada. El Miembro La Chumbiada de la Formación Luján tiene dataciones mayores a 30 ka AP (Pomi y Tonni, 2011) (figura 7).

En los valles fluviales y en depresiones correspondientes a antiguas lagunas se depositaron los limos arcillosos del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Fidalgo, 1983). Estos limos, de coloración verdoso amarillenta, que incluyen con frecuencia yeso en forma de “rosetas”, se depositaron entre 21.040 ± 450 y ca. $8.500 \text{ a}^{14}\text{C AP}$ (Tonni *et al.*, 2003; Fucks *et al.*, 2007); en su techo se desarrolló un paleosuelo de extensión regional, con alto contenido de materia orgánica (Tonni *et al.*, 2001). Durante el lapso correspondiente al depósito del Miembro Guerrero de la Formación Luján, predominaron las asociaciones faunísticas vinculadas con

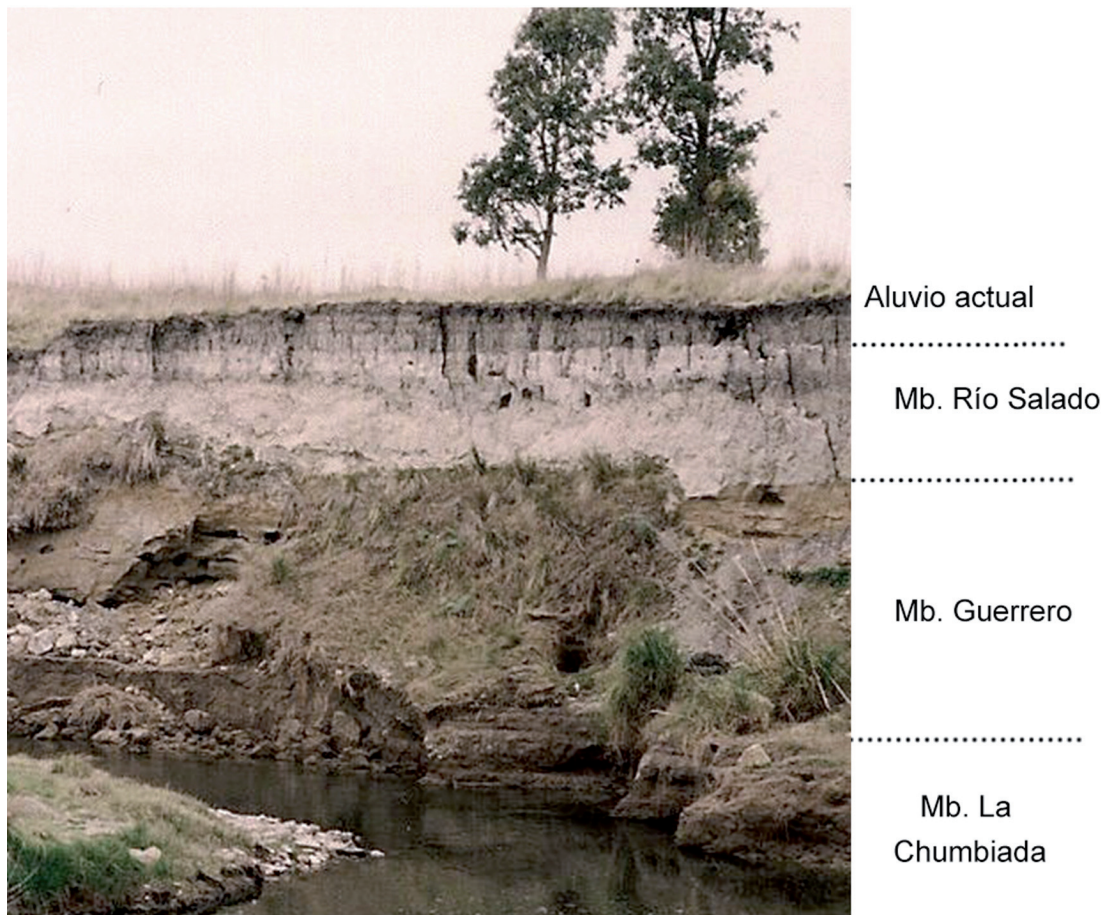


Figura 7. La Formación Luján en el arroyo Tapalqué (partido de Olavarría).

condiciones áridas y frías. Estos sedimentos son muy fosilíferos, registrándose en ellos una variada fauna de mamíferos que incluye una notable diversidad de especies con masas superiores a una tonelada (megamamíferos, Cione *et al.*, 2009).

Los sedimentos eólicos de la Formación La Postrera (Fidalgo *et al.*, 1973; Fidalgo, 1983), se depositaron en las divisorias y con menor potencia en los valles. Son limos, con cantidades subordinadas de arcilla y arena fina, de coloración pardo-amarillenta, que constituyen un típico loess que cubre al paisaje con espesores variables, desde unos pocos centímetros hasta más de 15 m. La parte inferior de esta unidad comenzó a depositarse *ca.* 13 ka AP, mientras que la superior continuó su depósito hasta épocas pos-hispánicas. La Formación Lobería, descrita por Kraglievich (1952, 1953) para el área de Mar del Plata - Miramar es correlacionable en su génesis, características litológicas y antigüedad con la Formación La Postrera.

El Holoceno en los valles está representado por el Miembro Río Salado de la Formación Luján (Fidalgo *et al.*, 1973; Fidalgo, 1983). Son limos arenosos a arcillosos, predominantemente grisáceos blanquecinos, frecuentemente con buena estratificación en el sector inferior, alternando capas claras con otras con alta proporción de materia orgánica. La materia orgánica es producto de la destrucción del paleosuelo desarrollado en el tope del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Tonni *et al.*, 2001); los sedimentos del Miembro Río Salado se apoyan discordantemente sobre los del Miembro Guerrero y, con menos frecuencia, en forma transicional. Las da-



Figura 8. Formación Las Escobas, aflorante en las barrancas del río Salado a unos 7 km de su desembocadura en el Río de La Plata (Fotografía: E. Soibelzon).

taciones para el Miembro Río Salado varían entre 10.070 ± 140 y 2.830 ± 90 a¹⁴C AP, y algo más tardías (véase Tonni *et al.*, 2001). La base de esta unidad, así como la de la Formación La Postrera encierran los últimos registros de megamamíferos.

En la costa del Río de La Plata se desarrollaron extensos cordones de playa (*beach ridges*) constituidos por valvas de moluscos bentónicos marinos y estuariales, en una matriz arenosa. Estos depósitos fueron denominados Formación Las Escobas (figura 8) por Fidalgo *et al.* (1973), quienes reconocieron dos Miembros: Mb. Cerro de la Gloria y Mb. Canal 18. El primero corresponde a los típicos cordones de playa mientras que el segundo está constituido por sedimentos arenosos a limo arcillosos, de coloración verdosa a castaño hacia el techo, con escasos restos de moluscos.

Para la Formación Las Escobas se poseen numerosas dataciones entre 7.890 ± 343 y 3.330 ± 50 a¹⁴C AP (Tonni *et al.*, 1999). A base de estudios paleobiogeográficos, se ha determinado que durante la ingresión, las temperaturas del agua fueron más elevadas que las actuales como consecuencia de la extensión hacia el Sur de la influencia de la corriente del Brasil (Aguirre, 1993).

BIOESTRATIGRAFÍA DEL CUATERNARIO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La secuencia de biozonas así como el contenido paleontológico de las mismas está tomado de una reciente revisión llevada a cabo por Cione *et al.* (2015) y otras revisiones recientes que se mencionan en el texto.

Biozona de *Ctenomys chapalmensis*

Es la base bioestratigráfica del Marplatense superior (Sanandresense; Pleistoceno temprano), coincidiendo espacialmente con la Formación San Andrés. Como se mencionó anteriormente, el Sanandresense incluye temporalmente a la base del Cuaternario (y del Pleistoceno).

El depósito de los sedimentos sanandresenses y su fauna es coevo con avances glaciales en el sur de la Argentina vinculados con los MIS 82 a 78 (véase Tonni, 2009). Desde el punto de vista de la fauna, el Sanandresense representa el comienzo del recambio faunístico, que se manifestará en mayor medida durante el Piso subsiguiente. Así, se registran nuevamente (los primeros y escasos registros corresponden al Mioceno tardío) algunas especies de mamíferos provenientes de América del Norte (el mustélido *Stipanიცია petorutti* y con dudas un Gomphotheriidae, véase más adelante) y numerosas especies adaptadas a condiciones frías y áridas o semiáridas (por ej. el marsupial *Lestodelphys*, numerosos roedores caviomorfos, gliptodontes y los grandes tardígrados que caracterizarán al Pleistoceno pampeano) (Verzi y Quintana, 2005; Zurita *et al.*, 2007; LH. Soibelzon *et al.*, 2007). Coincidentemente, representa el momento del último registro de varios roedores como los del género *Eumysops* (Echimyidae), cuyas especies fueron muy frecuentes durante el Plioceno y Pleistoceno temprano (Olivares *et al.*, 2012). Los Echimyidae, que actualmente

habitan en áreas intertropicales y subtropicales reaparecen en el registro pampeano en ciertos momentos del subsiguiente Ensenadense, representados por un género aún viviente.

En un resumen dado a conocer por López *et al.* (2001), se asigna a un Gomphotheriidae una vértebra hallada en el NO de Argentina procedente de sedimentos de edad Sanandresense. De confirmarse la asignación, este es el primer registro de la familia en América del Sur, no así aquel presentado por Campbell *et al.* (2000, 2010) ya que tanto la asignación taxonómica como la interpretación temporal de la localidad donde fue hallado parecen ser incorrectas (Mothé *et al.*, 2016).

Biozona de *Mesotherium cristatum*

Es la base bioestratigráfica del Ensenadense (Pleistoceno Inferior a medio). Coincide espacialmente con la Formación Ensenada en el Noreste de la provincia de Buenos Aires (véase Tonni *et al.*, 1999) y con la Formación Miramar (Kraglievich, 1952, 1953) en el sudeste.

Desde el punto de vista faunístico, en este Piso se intensifica el ingreso de elementos holárticos. Se registran por primera vez numerosos taxones de origen norteamericano (Cervidae, Tapiridae, Felidae, Ursidae, Mephitidae, Gomphotheriidae —ver comentario en apartado anterior—) y un incremento en la diversidad de ungulados y carnívoros por especiación *in situ* (Prevosti y Soibelzon, 2012). Entre los linajes nativos, se produce un incremento notable en la diversidad de los Xenarthra (especialmente de Dasypodidae y Glyptodontidae) y una disminución de los ungulados nativos Notoungulata.

En el Ensenadense se registran numerosos taxones de importancia bioestratigráfica, algunos de ellos exclusivos de este Piso (por ej. *Panochthus intermedius*, *Glyptodon munizi*, *Neosclerocalyptus pseudornatus* y *N. ornatus*, *Megatherium gallardoi*, *Scelidotherium bravardi*, *Antifer ensenadensis*, *Catagonus metropolitanus*, *Theriodictis plattensis*, *Arctotherium angustidens*, *Mesotherium cristatum*). Es interesante señalar que en el Ensenadense se registra por última vez un Procyonidae (*Cyonasua meranii*) del grupo que ingresó durante el Mioceno tardío a América del Sur proveniente de América del Norte y por lo tanto la familia queda sin representantes en América del Sur hasta el Pleistoceno tardío cuando comienzan a registrarse los géneros actuales (e.g. *Procyon* y *Nasua*; Soibelzon *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*; 2013).

Debido a que el perfil tipo de donde proceden los fósiles con los que Ameghino (1889) fundamentó su Ensenadense (Puerto de La Plata, Ensenada) no están actualmente disponibles para su estudio, Tonni *et al.* (1999a) sugieren como nueva localidad tipo a una cantera ubicada en Hernández (Partido de La Plata), cuya secuencia incluye fósiles característicos de la biozona de *Mesotherium cristatum* (ver Bidegain, 1991; Cione *et al.*, 2015) (figura 9).

Como se señaló, siguiendo a Soibelzon *et al.* (2008b) en el área tipo y alrededores, los fósiles característicos de la Biozona de *Mesotherium cristatum* se encuentran en sedimentos depositados desde más de 0,98 Ma (subcron Clr1n) hasta la parte inferior del cron Brunhes (menos de 0,78 Ma), verificándose el límite Matuyama/

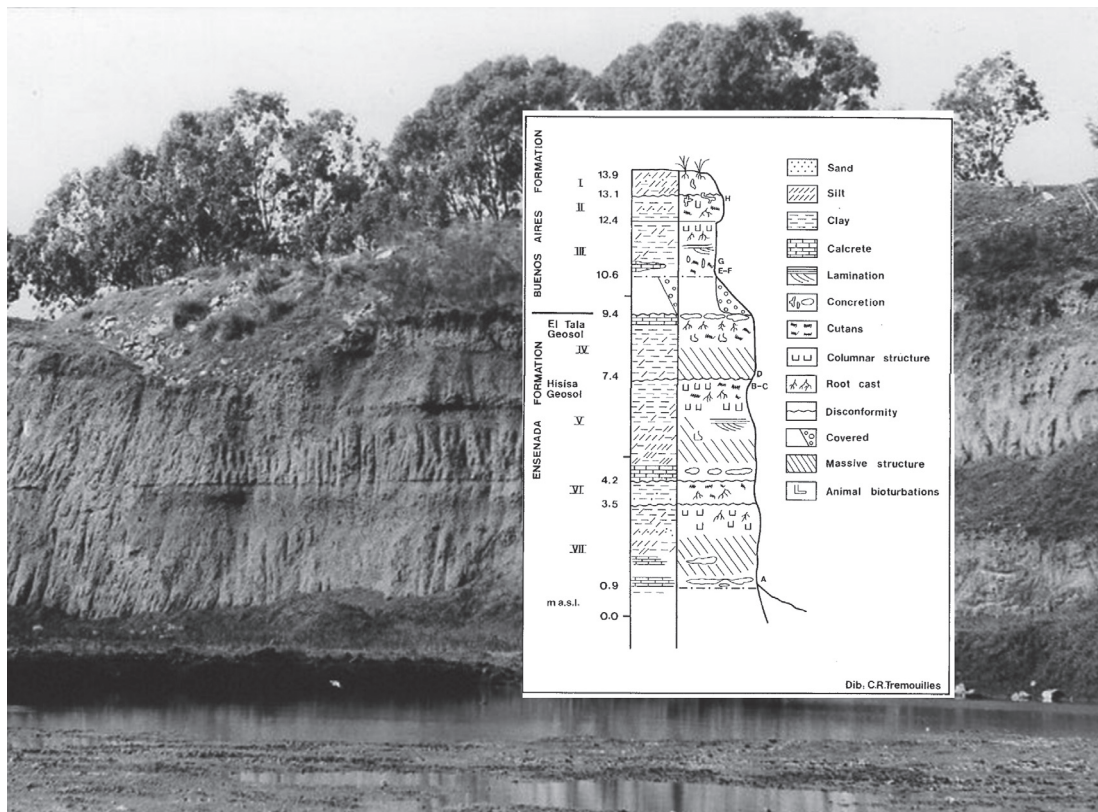


Figura 9. Cantera de Orazi (Fotografía: E. P. Tonni), vecina a la cantera Hernández (La Plata) donde Tonni *et al.* (1999) hallaron numerosos restos de fauna ensenadense y definieron el nuevo perfil tipo. Se puede observar paleosuelos de continuidad regional (Hisisa, El Tala).

Brunhes dentro de la Formación Ensenada. Consecuentemente, esta biozona podría extenderse hasta la discordancia que separa la Formación Ensenada de la Formación Buenos Aires. El hallazgo de *Mesotherium cristatum* (MLP 94-III-30-1) en una cantera de La Plata (Buenos Aires) sugiere que el límite inferior podría extenderse hasta el evento Olduvai (cron C2n, entre 1,95 y 1,77 Ma; véase Soibelzon *et al.*, 2008b).

Biozona de *Megatherium americanum*

Es la base bioestratigráfica del Bonaerense (Pleistoceno medio). Su límite inferior coincide con la base de la Formación Buenos Aires en el Noreste de la provincia de Buenos Aires (Tonni *et al.*, 1999; Nabel *et al.*, 2000) y probablemente con la base de la Formación Arroyo Seco (Kraglievich, 1952, 1953) en el sudeste.

De acuerdo con la evidencia faunística, comienza con un evento cálido, con predominio de pedogénesis y el registro de indicadores brasílicos. Considerando estas características y la posición estratigráfica, Verzi *et al.* (2004) sugieren que el Bonaerense comienza durante el interglacial correspondiente al MIS 11, en torno a 0,4 Ma (véase también Merino *et al.* 2007; Tonni, 2009). Este interglacial ha sido el más cálido y el más prolongado registrado en los últimos 0,5 Ma, que generó una importante elevación del nivel del mar a la que han sido vinculados sedimentos de

playa localizados en la costa Sudeste de la provincia de Buenos Aires (Cione *et al.*, 2002, 2015).

Numerosos taxones con importancia bioestratigráfica fueron citados para este Piso, algunos se registran de manera exclusiva y corresponden tanto a fauna nativa (*Neosclerocalyptus gouldi*) como invasora (*Conepatus mercedensis*, *Morenelaphus*), a los que se suman otros que tienen su primer registro fósil en este Piso (por ej., *Megatherium americanum*, *Lestodon armatus*, *Myloodon darwini*, *Scelidotherium leptcephalum*, *Glossotherium robustum*, *Glyptodon reticulatus*, *Glyptodon elongatus*, *Panochthus tuberculatus*, *Eutatus seguini*, *Macrauchenia patachonica*, *Toxodon platensis*, *Arctotherium bonariense*, *Pecari tajacu*, *Lama gracilis*).

Una biozona basada en micromamíferos, la biozona de *Ctenomys kraglievichi*, ha sido descrita para el Sudeste de la provincia de Buenos Aires (Verzi *et al.*, 2004; Deschamps, 2005). Está temporalmente acotada a la base de la biozona de *Megatherium americanum*, y en ella se registran micromamíferos vinculados con un pulso climático cálido. Los registros incluyen roedores caviomorfos como el ctenómido *Ctenomys kraglievichi*, un equímido relacionado con el viviente *Chyomys*, el dasipróctido *Plesiaguti totoi* (Vucetich y Verzi, 2002) y el quiróptero *Noctilio* (Merino *et al.*, 2007). *Plesiaguti totoi* es el único dasipróctido registrado en el Pleistoceno de la Argentina. Las afinidades brasílicas (en el sentido de Hershkovitz, 1958) de *aff. Chyomys* y de *Plesiaguti*, sugieren su vinculación con un importante pulso cálido, estacionalmente seco, verificado en el lapso que representa la biozona de *Ctenomys kraglievichi* (véase Vucetich *et al.*, 1997; Vucetich y Verzi, 1999, 2002). Los nidos de termitas que se encuentran en la base del Bonaerense tanto aquellos hallados durante la excavación del Teatro Argentino (Ciudad de La Plata: figura 10) como

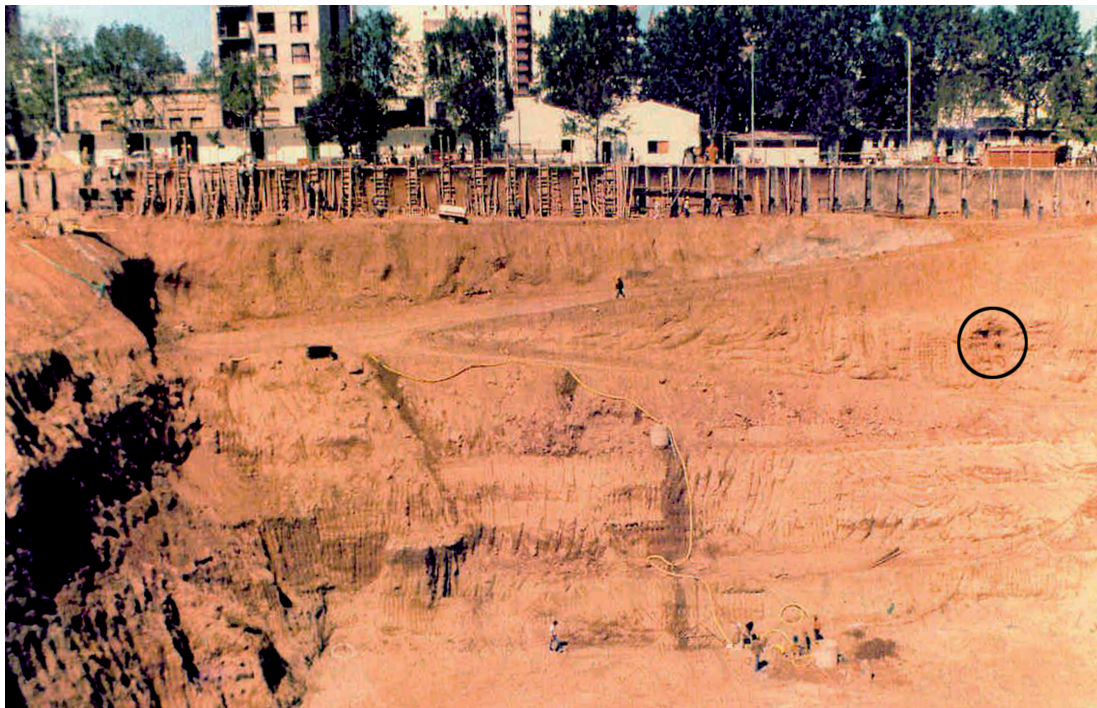


Figura 10. Excavación para la construcción del nuevo Teatro Argentino en la ciudad de La Plata (década de 1980; Foto: E. P. Tonni). Círculo negro: termiteros hallados en la base del Bonaerense (ver Laza, 2006).

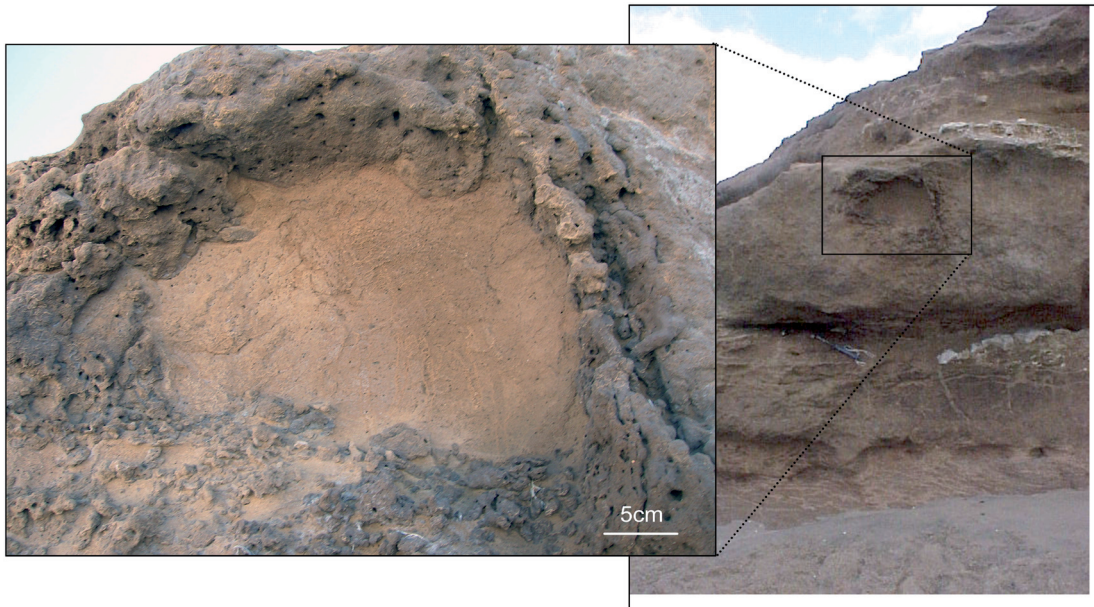


Figura 11. Nido de termitas en la base del Bonaerense (Mar del Sur, partido de General Alvarado) (Foto: E. Soibelzon).

en Mar del Sur (partido de General Alvarado; véase Laza y Tonni, 2004: figura 11) son congruentes con la información provista por los mamíferos.

Biozona de *Equus (Amerhippus) neogaeus*

Es la base bioestratigráfica del Lujanense (Pleistoceno superior-Holoceno inferior), tal como fue definido por Cione y Tonni (1999, 2001). Como lo señalan Cione y Tonni (2005) no corresponde al Lujanense de Pascual *et al.* (1965) y Marshall *et al.* (1984), quienes incluyen en esa unidad al elenco faunístico del Bonaerense y al Lujanense, criterio que asimismo habían seguido Cione y Tonni (1995).

El fósil guía *Equus (A.) neogaeus* está representado desde la base de la unidad, que corresponde al interglacial representado por el MIS 5e (ca.130 ka AP, base del Pleistoceno tardío, véase Pardiñas *et al.*, 1996; Cione y Tonni, 2005; Beilinson *et al.*, enviado). Es probable que los niveles costeros marinos de la Formación Pascua (Fidalgo *et al.*, 1973), representen al citado interglacial. Sin embargo, dataciones radiocarbónicas recientes sugieren que al menos parte de los depósitos referidos al “Belgranense” y a la Formación Pascua pueden ser correlacionables con parte del MIS 3 (Tonni *et al.*, 2010, Gasparini *et al.*, 2016).

En este Piso se registran algunos taxones exclusivos (por ej., *Doedicurus clavicaudatus*, *Neosclerocalyptus paskoensis*, *Equus (Amerhippus) neogaeus*), a la vez que otros se registran por primera vez en la región (por ej: *Panochthus greslebini* -ver Zamorano *et al.*, 2015-, *Microcavia australis*, *Dolichotis patagonum*, *Eligmodontia typus*, *Galea musteloides*, *Lycalopex gymnocercus*). Es importante destacar que hacia fines del depósito de este Piso (ca. 10.000 – 8.500 a¹⁴C AP) se registra una extinción que afectó todos los megamamíferos y gran parte de los mamíferos grandes (masa

corporal mayor a 44 kilogramos; Pampatheriidae, Glyptodontidae, Megatheriidae, Mylodontidae, Megalonychidae, Macraucheniidae, Toxodontidae, Gomphotheriidae, Equidae, *Morenelaphus*, *Hemiauchenia* y *Arctotherium*). También hay pseudoextinciones de varios taxones que continúan en otras áreas de la Argentina y de América del Sur (Tapiridae, Tayassuidae; los Ursidae se extinguen produciéndose en el Holoceno el ingreso de *Tremarctos ornatus*). Asimismo en esta biozona se registran los indicios más tempranos de la presencia de *Homo sapiens* en la región pampeana (Politis y Gutiérrez, 1998).

La mayoría de los vertebrados lujanenses de la provincia de Buenos Aires proceden de sedimentos de planicie de inundación correspondientes al Miembro Guerrero de la Formación Luján. Durante el depósito de esta unidad se verificaron varios eventos climáticos (UMG, RFA, YD, entre otros, véase Tonni *et al.*, 2003 a, b y la bibliografía allí citada) que han quedado reflejados en la fauna.

Biozona de *Lagostomus maximus*

Es la base bioestratigráfica del Platense (Holoceno temprano - siglo XVI). Su base coincide con el Miembro Río Salado de la Formación Luján e incluye sedimentos eólicos de la Formación La Postrema. Su base se sitúa en *ca.* 7.000 a¹⁴C AP y el tope en el siglo XVI, cuando se registra por primera vez fauna introducida por los europeos en la región pampeana.

En esta biozona se registran sólo especies autóctonas actuales, con la excepción de *Dusicyon avus* que se extingue *ca.* 400 a¹⁴C AP y algunas especies de megamamíferos pampeanos cuyos registros más modernos rondan los 8.000 años radiocarbono AP (Prevosti *et al.*, 2015).

En el Arroyo Napostá Grande (sudoeste de Buenos Aires), Deschamps (2005) reconoce y describe la Biozona de *Ozotoceros bezoarticus*, como parte del Platense y caracterizada por la presencia de *O. bezoarticus*, *Lama guanicoe*, *Lagostomus maximus*, *Cavia aperea* y *Ctenomys* sp.

El Holoceno temprano (10 - 8 ka¹⁴C AP) en Buenos Aires es predominantemente árido, con temperaturas más bajas que las actuales (ver Pardiñas 2001, y la bibliografía allí citada). Durante el Holoceno medio se registra un pulso cálido (Máximo Térmico del Holoceno, *ca.* 7,5 a 5 ka AP) que comienza con un evento pedogenético, expansión de fauna brasílica (ver Soibelzon *et al.*, 2017) y depósitos marinos de la Formación Las Escobas (Tonni, 2006; Cione *et al.*, 2015). Entre el 900 y 1.300 años AD se registra otro evento cálido y probablemente húmedo (Máximo Térmico Medieval) que coincide con el desplazamiento hacia el sur de especies subtropicales (especialmente micromamíferos y el armadillo *Dasyurus hybridus*). Este evento cálido es reemplazado por condiciones predominantemente áridas y frías desde el siglo XVII hasta fines del siglo XIX (Pequeña Edad de Hielo; Tonni, 2006). Hacia fines del siglo XIX y comienzos del XX se extinguen localmente *O. bezoarticus*, *D. patagonum* y *L. guanicoe*. Deschamps (2003; ver también Cione y Tonni, 2005) propone el uso de la Biozona de *Bos taurus/Ovis aries* para aquellos sedimentos que incluyen fauna europea.

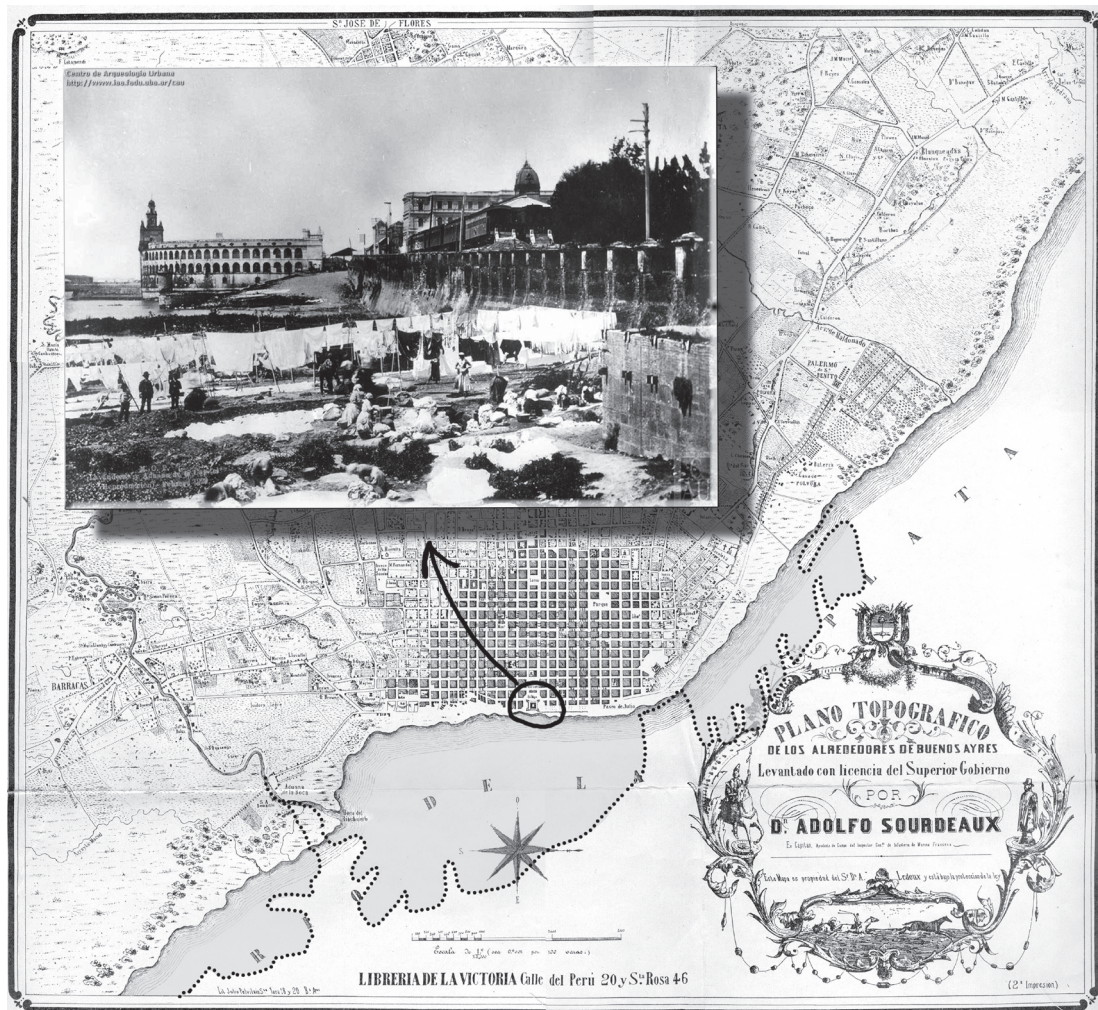


Figura 12. Plano topográfico de la ciudad de Buenos Aires en torno al año 1850 donde se puede observar la línea de costa original. La línea punteada señala la costa actual y el área gris corresponde al terreno ganado al Río de La Plata, lo cual provocó la pérdida de las "toscas del Río de La Plata". En la fotografía superpuesta (ca. 1880) puede observarse la "Aduana de Taylor" (su ubicación se indica en el plano histórico) donde actualmente se erige la casa de gobierno (Casa Rosada) y el escenario típico de la época con las lavanderas utilizando los piletones naturalmente excavados en el río.

CONCLUSIONES

El Pleistoceno en la provincia de Buenos Aires está representado por sedimentos de grano fino que cubren tanto la llanura como los valles y zonas interserranas; incluye varias unidades litoestratigráficas, tanto continentales como marinas. Estos sedimentos fueron denominados y clasificados de diferentes maneras por los investigadores que se ocuparon del tema desde mediados del siglo XIX. Siguiendo los usos de la época, se utilizó el contenido paleontológico, fundamentalmente los mamíferos, para establecer las distintas unidades. Ya promediando el siglo XX y establecidas las distintas clasificaciones estratigráficas, el reconocimiento de las unidades y su integración a las clasificaciones pertinentes, se apoyó en otros elementos. Sin embargo, los fósiles siguieron siendo fundamentales para determinar secuencias, aunque esto



Figura 13. Farola de Punta Hermengo (Miramar, Partido de General Alvarado). Izquierda fotografía tomada en el año 1982 (E. P. Tonni) donde puede observarse la distancia de la farola al acantilado; Derecha: fotografía tomada en el año 2007 (E. Soibelzon), luego de que el municipio dispusiera bloques de cuarcita para evitar la retracción natural de los acantilados, impidiendo así el acceso a los niveles basales de esta clásica localidad paleontológica (ver detalles en Cenizo *et al.*, 2011).

no fue siempre adecuadamente aclarado, lo cual condujo a no pocas confusiones (por ej.: el esquema laxamente litoestratigráfico de J.L.Kraglievich; el uso de las “Edades-mamífero” en desmedro de la clasificación bioestratigráfica).

Muchos de los perfiles tipo o localidades clásicas estudiadas durante más de 150 años han desaparecido (por ej., “toscas del Río de La Plata”: figura 12) o son inaccesibles (puerto de La Plata en Ensenada, Punta Hermengo) en virtud de la actividad humana (figura 13). En el caso del perfil expuesto en el Puerto de la Plata (Ensenada), localidad tipo del “ensenadense” de Ameghino, se definió una nueva localidad tipo en una cantera cercana de la localidad de Hernández (partido de La Plata).

El Pleistoceno incluye los Pisos Sanandresense, Ensenadense, Bonaerense y Lujanense cada uno de los cuales es portador de una fauna de mamíferos particular que caracteriza y define a las biozonas correspondientes (*Ctenomys chapalmalensis*, *Mesotherium cristatum*, *Megatherium americanum*, *Equus (Amerhippus) neogaeus*). Durante este lapso se refleja claramente la irrupción de taxones de origen norteamericano, llegados a América del Sur durante el proceso del GABI. Hacia fines del Pleistoceno se registra una importante extinción faunística, que afectó a todos los megamamíferos sudamericanos; asimismo se verifican aquí los primeros registros del hombre en la región pampeana.

Durante el Pleistoceno se registraron varios eventos glaciales de larga duración, e interglaciales más breves. Es así como el grueso de la fauna de mamíferos es característica de ambientes abiertos desarrollados bajo condiciones de climas áridos/semiáridos. Durante los cortos interglaciales, se verifica un desplazamiento norte-sur de fauna de tipo brásica (por ej.: *Tapirus*, *Clyomys*, *Noctilio*, *Dasyopus*).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. L. 1993. Paleobiogeography of the Holocene molluscan fauna from northeastern Buenos Aires Province, Argentina: its relation to coastal evolution and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 102: 1-26.
- Ameghino F. 1881 *La antigüedad del hombre en el Plata* 2. G. Masson, Paris, Igon Hermanos, Buenos Aires, 640 pp.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Actas Academia Nacional de Ciencias en Córdoba* 32: 1-1027.
- Ameghino F. 1908. Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapalmalán. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 3 (10): 343-428.
- Beilinson, E. 2009. Análisis de facies y paleoambiental de alta resolución de la Aloformación Punta San Andrés (Plio-Pleistoceno), provincia de Buenos Aires, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 16 (1): 57-74.
- Bidegain, J. C. 1991. Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the late Cenozoic in entre Ríos and surrounding areas in Argentina. Tesis Doctoral Stockholm University, 128 pp. Estocolmo.
- Bidegain, J. C. y Rico, Y. 2004. Mineralogía magnética y registros de susceptibilidad en sedimentos cuaternarios de polaridad normal (Brunhes) y reversa (Matuyama) de la cantera de Juárez, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59 (3): 451-461.
- Bidegain, J. C., Van Velzen, A. J., y Rico, Y. 2001. Parámetros magnéticos en una secuencia de loess y paleosuelos del Cenozoico tardío en la cantera de Gorina, La Plata: Su relevancia en el estudio de los cambios paleoclimáticos y paleoambientales. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56 (4): 503-516.
- Bidegain J. C., Van Velzen A. J. y Rico Y. 2007. The Brunhes/Matuyama boundary and magnetic parameters related to climatic changes in Quaternary sediments of Argentina: *Journal of South American Earth Sciences* 23: 17-29.
- Bravard, A. 1857. *Geología de las Pampas*. Registro Estadístico del Estado de Buenos Aires, tomo I: Territorio, pp. 1-22.
- Bravard, A. 1858. *Monografía de los terrenos marinos terciarios de las cercanías del Paraná*. Imprenta del Registro Oficial, Paraná, 107 pp.
- Campbell, K. E, Frailey, C. D. y Romero Pitman, L. 2000. The Late Miocene Gomphothere *Amahuacatherium peruvium* (Proboscidea: Gomphotheriidae) from Amazonian Peru: Implications for the Great American Faunal Interchange. *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Boletín* 23, Serie D, Estudios Regionales: 1-152.
- Campbell, K. E. Jr, Prothero, D. R., Romero-Pittman, L., Hertel, F. y Rivera, N. 2010. Amazonian magnetostratigraphy: dating the first pulse of the Great American Faunal Interchange. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 619-626.

- Cenizo M. M., Soibelzon E. y Tonni E. P. 2011. Protección de costas y pérdida del patrimonio paleontológico: el caso de Punta Hermengo (Miramar, provincia de Buenos Aires). *Revista del Museo de La Plata, Sección Paleontología* 11 (63): 1-16.
- Cione A. L. y Tonni, E. P. 1995. Chronostratigraphy and "Land-mammal ages" in the Cenozoic of southern South America: principles, practices, and the "Uquian" problem. *Journal of Paleontology* 69: 135-159.
- Cione A. L. y Tonni, E. P. 1996. Inchasi, a Chapadmalalan (Pliocene) locality in Bolivia. Comments on the Pliocene-Pleistocene continental scale of southern South America. *Journal of South American Earth Sciences* 9: 221-236.
- Cione A. L. y Tonni, E. P. 1999. Biostratigraphy and chronological scale of uppermost Cenozoic in the Pampean area, Argentina. En: Tonni E. P. y Cione A. L. (Eds), *Quaternary Vertebrate Palaeontology in South America. Quaternary in South America and Antarctic Peninsula* 12: 23-52.
- Cione A. L. y Tonni, E. P. 2001. Correlation of Pliocene to Holocene southern South American and European vertebrate-bearing units. En: Rook L. y Torre D. (Eds), *Neogene and Quaternary continental stratigraphy and mammal evolution. Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 40 (2): 167-173.
- Cione, A. L. y Tonni, E. P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. En: de Barrio R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio* 11: 183-200, La Plata.
- Cione, A. L., Tonni, E. P. y San Cristóbal, J. 2002. A Middle- Pleistocene marine transgression in central-eastern Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 19: 16-18.
- Cione, A. L., Tonni, E. P. y Soibelzon, L. H. 2009. Did humans cause large mammal late Pleistocene-Holocene extinction in South America in a context of shrinking open areas? En: Haynes, G. (Ed.), *American megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene*: 125-144. Springer Publishers, *Vertebrate Paleobiology and Paleontology Series*.
- Cione, A. L., Gasparini, G. M., Soibelzon, E., Soibelzon, L. H. y Tonni, E. P. 2015. *The Great American Biotic Interchange. A South American perspective. Springer Brief Monographies in Earth System Sciences. South America and the Southern Hemisphere. Springer International Publishing AG*, 97 pp.
- Church, G. E. 1898. Argentine Geography and the Ancient Pampean Sea. *The Geographical Journal* 12 (4): 386-401.
- Darwin, C. R. 1845. *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the Command of Capt. Fitz Roy, R.N. John Murray* (2d edition), 520 pp.
- De los Reyes, M., Poire, D., Soibelzon, L., Zurita, A. E. y Arouy, M. J. 2013. First evidence of scavenging in a Glyptodont (Mammalia, Glyptodontidae) from the Pliocene of the Pampean region (Argentina). *Taphonomic and paleoecological remarks. Palaeontologia Electronica* 16 (2): 15A; 13 pp.
- Deschamps, C. M. 2003. *Estratigrafía y paleoambientes del Cenozoico en el sur de*

- la Provincia de Buenos Aires. El aporte de los vertebrados. Tesis Doctoral Universidad Nacional de La Plata, 317 pp.
- Deschamps, C. M. 2005. Late Cenozoic mammal bio-chronostratigraphy in southwestern Buenos Aires Province, Argentina. *Ameghiniana* 42 (4): 733-750.
- Dillon, A. y Rabassa, J. 1985. Miembro La Chumbiada, Formación Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires): una nueva unidad estratigráfica del valle del Río Salado. I Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas 1: 1-27, La Plata.
- Doering, A. 1882. Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879 bajo las órdenes del General Julio A. Roca. Tercera parte: Geología. Imprenta de Oswald y Martínez, Buenos Aires, pp. 401-430.
- d'Orbigny, A. 1842. Voyage dans l'Amérique Méridionale (le Brésil, la République Orientale de l'Uruguay, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivia, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833. Tome Troisième, 4^o Partie: Paléontologie. Paris: P. Bertrand; Strasbourg: V. Levrault. 340 pp.
- Fidalgo, F. 1983. Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del río Salado y en la Pampa Ondulada. Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras. Actas 1: 1-19, Olavarría.
- Fidalgo, F., Colado, U. y De Francesco, R. 1973. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Provincia de Buenos Aires). V Congreso Geológico Argentino. Actas 4: 227-240.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. O. y Pascual, R. 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense. VI Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 103-138.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires. Publicaciones Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas, Buenos Aires 2 (33): 1-72.
- Frenguelli, J. 1955. Loess y limos pampeanos. Serie técnica y didáctica del Museo de La Plata 7: 1-88.
- Frenguelli, J. 1957. Neozoico. En: Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA 2 (3): 1-218.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2007. Geocronología, paleoambientes y paleosuelos holocenos en la región pampeana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (3): 425-433.
- Gasparini, G. M. y Tonni, E. P. 2016. La fauna y los ambientes en el Cuaternario de la región Pampeana. En: Agnolin, F. L., Lio, G.L., Brissón Egli, F., Chimento, N. R. y Novas, F. E. (Eds.), *Historia Evolutiva y Paleobiogeografía de los Vertebrados de América del Sur. XXX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Volumen Especial. Contribuciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 6: 395-402.
- Gasparini, G. M., Rabassa, J., Soibelzon, E., Soibelzon, L. H. y Tonni, E. P. 2012a. Estratigrafía y paleontología del Cenozoico tardío de la región de Tandil, provincia de Buenos Aires. XXVI Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Actas: 13, Buenos Aires.

- Gasparini, G. M., Rabassa, J., Soibelzon, E., Soibelzon, L. H. y Tonni, E. P. 2012b. Estratigrafía y paleontología del Pleistoceno tardío y Holoceno del valle del río Sauce Grande, Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. XXVI Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. Actas: 14, Buenos Aires.
- Gasparini, G. M., Rabassa, J., Deschamps, M. C. y Tonni, E. P. 2016. Marine Isotope Stage 3 in Southern South America, 60 ka B.P.-30 ka B.P. Serie Springer Earth System Sciences. Springer International Publishing AG, 354 pp.
- Gasparini, G. M., De los Reyes, M., Francia, A., Scherer, C., y Poiré, D. G. En prensa. The oldest record of *Hemiauchenia* Gervais and Ameghino (Mammalia, Cetartiodactyla) in South America: Comments about its paleobiogeographic and stratigraphic implications. *Geobios*.
- González Bonorino, F. 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires y su significado estratigráfico y sedimentológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20 (1): 67-148.
- Groeber, P. 1927. Ensayos sobre tectónica teórica y provincias magmáticas. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 30: 177-230
- Hershkovitz, P. 1958. A Geographic Classification of Neotropical Mammals. *Fieldiana: Zoology* 36 (6): 620 pp.
- International Commission on Stratigraphy. 2009. International Stratigraphic Chart
- Kraglievich, J. L. 1934. La antigüedad pliocena de las faunas de Monte Hermoso y Chapadmalal, deducidas de su comparación con las que le precedieron y sucedieron. Imprenta el Siglo Ilustrado, Montevideo, 136 pp.
- Kraglievich, J. L. 1952. El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar, Provincia de Buenos Aires. *Revista Museo Municipal Ciencias Naturales y Tradicional Mar del Plata* 1: 8-37.
- Kraglievich, J. L. 1953. La llanura bonaerense a través de un perfil geológico. *Revista Mundo Atómico* 14: 88-89.
- Kraglievich, J. L. 1959. Contribuciones al conocimiento de la geología costera en la desembocadura del arroyo Malacara (provincia de Buenos Aires). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, Geología 1: 3-9.
- Laza, J. H. 2006. Termiteros del Plioceno y Pleistoceno de la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Significación paleoambiental y paleozoogeográfica. *Ameghiniana* 43 (4): 641-648.
- Laza, J. H. y Tonni, E. P. 2004. Possible fossil traces of termites (Insecta, Isoptera) in the late Cenozoic of the eastern pampean region, Argentina. *Ichnia 2004, First International Congress on Ichnology. Abstract Book*: 46, Trelew.
- López, G., Reguero, M. y Lizuain, A. 2001. El registro más antiguo de mastodontes (Plioceno tardío) de América del Sur. *Ameghiniana* 38: R35-R36.
- Marshall, L., Berta, A., Hoffstetter, R., Pascual, R., Reig, O.A., Bombin, M. y Mones, A. 1984. Mammals and stratigraphy geochronology of the continental mammal-bearing Quaternary of South America. *Palaeovertebrata, Mémoire Extraordinaire* 1-76.

- Merino, M., Lutz, A., Verzi, D. y Tonni, E.P. 2007 The fishing bat *Noctilio* (Mammalia, Chiroptera) in the middle Pleistocene of central Argentina. *Acta Chiropterologica* 9 (2): 401-407.
- Mothé, D., dos Santos Avilla, L., Azevedo, L., Borges-Silva, L., Rosas, M., Labarca-Encina, R., Souberlich, R., Soibelzon, E., Roman-Carrion, J.L., Ríos, S.D., Rincon, A.D., Cardoso de Oliveira, G. y Pereira Lopes, R. 2016. Sixty years after "The mastodonts of Brazil": the state of art of South American proboscideans (Proboscidea, Gomphotheriidae). *Quaternary International* 443: 52-64.
- Nabel, P. E., Camilión, M. C., Machado, G. A., Spiegelman, A. y Mormeneo, L. 1993. Magneto y litoestratigrafía de los sedimentos pampeanos en los alrededores de la ciudad de Baradero, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48: 193-206.
- Nabel, P., Cione, A. L. y Tonni, E. P. 2000. Environmental changes in the Pampean area of Argentina at the Matuyama-Brunhes (C1r – C1n) chrons boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 162: 403-412.
- Odin, G. S., Gardin, S. Robszynski, F. y Thierry, J. 2004. Stage boundaries, global stratigraphy, and the time scale: towards a simplification. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology* 2: 1-12.
- Olivares, A. I., Verzi, D. H. y Vucetich, M. G. 2012. Definición del género *Eumysops* Ameghino, 1888 (Rodentia, Echimyidae) y revisión de las especies del Plioceno temprano de Argentina central. *Ameghiniana* 49: 198-216.
- Pardiñas, U. F. J. 2001. Condiciones áridas durante el Holoceno Temprano en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina): vertebrados y tafonomía. *Ameghiniana* 38: 227-236.
- Pardiñas, U. F. J., Gelfo, J., San Cristóbal, J., Cione, A. L. y Tonni, E. P. 1996. Una asociación de organismos marinos y continentales en el Pleistoceno superior en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. *Actas* 5: 95-112.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E. J., Gondar, D. y Tonni, E. P. 1965. Las edades del Cenozoico mamalífero de Argentina con especial atención a aquellas del territorio bonaerense. *Anales de la Comisión de Investigación Científica* 6: 165-193.
- Politis, G. G. y Gutiérrez, M. A. 1998. Gliptodontes y Cazadores-Recolectores de la Region Pampeana (Argentina). *Latin American Antiquity* 9 (2): 111-134.
- Pomi, L. H. y Tonni, E. P. 2011. Termite traces on bones from the Late Pleistocene of Argentina. *Ichnos* 18: 166-171.
- Prevosti, F. y Soibelzon, L. H. 2012. Evolution of the South American carnivores (Mammalia, Carnivora): a paleontological perspective. En: Patterson B.D. y Costa L.P. (Eds.), *Bones, clones, and biomes: an 80-million year history of modern Neotropical mammals*: 102-122. University of Chicago Press, Chicago.
- Prevosti, F., Ramírez, M. A., Schiaffini, M., Martin, F., Udrizar Sauthier, D., Carrera, M., Sillero-Zubiri, C. y Pardiñas, U. 2015. Extinctions in near time: new radiocarbon dates point to a very recent disappearance of the South American

- fox *Dusicyon avus* (Carnivora: Canidae). Biological Journal of the Linnean Society 116 (3): 704-720.
- Rabassa, J. 1989. Geología de los depósitos del Pleistoceno Superior y Holoceno en las cabeceras del río Sauce Grande, Prov. de Buenos Aires. 1° Jornadas Geológicas Bonaerenses (1985). Actas: 765-790, Tandil.
- Rabassa, J., Coronato, A. M. y Salemme, M. C. 2005. Chronology of the Late Cenozoic Patagonia glaciations and their correlation with biostratigraphic units of the pampean region (Argentina). Journal of South American Earth Sciences 20: 81-103.
- Riggi, J. C., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N. 1986. Geología de los "sedimentos pampeanos" en el partido de La Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42 (3-4): 316-333.
- Risso Domínguez, C. J. 1949. Estratigrafía de la barrancas de Chapadmalal y Vorohué. Estudios 81: 353-372 y 419-431.
- Roth, S. 1888. Beobachtungen über Entstehung und Alter der Pampas formation in Argentinien. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 40: 375-64.
- Schenk, H. G. y Müller, S. 1941. Stratigraphic terminology. Bulletin of the Geological Society of America 52: 1419-1426.
- Serrés, P. 1867. De l'osteographie du "Mesotherium" et des affinités zoologiques. Comptes Rendus des Séances de l'Academie de Sciences 65 (2): 841-848.
- Simpson, G. G. 1971. Clasificación, terminología y nomenclatura provinciales para el Cenozoico mamalífero. Revista de la Asociación Geológica Argentina 26: 281-297.
- Soibelzon, L. H., Cenizo, M. M., Prevosti, F. J., Soibelzon, E. y Tartarini, V. B. 2007. Dos nuevos registros de *Dusicyon* Hamilton-Smith, 1839 (Canidae, Mammalia) en el Plioceno y Pleistoceno de la región pampeana (Argentina). Aspectos sistemáticos, tafonómicos y bioestratigráficos. Quinto Congreso Uruguayo de Geología, Montevideo.
- Soibelzon, E., Gasparini, G. M., Zurita, A. E. y Soibelzon, L. H. 2008a. Las "toscas del Río de La Plata" (Buenos Aires, Argentina). Análisis paleofaunístico de un yacimiento paleontológico en desaparición. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 10 (2): 291-308.
- Soibelzon, E., Tonni, E. P y Bidegain, J. C. 2008b. Cronología, magnetoestratigrafía y caracterización bioestratigráfica del Ensenadense (Pleistoceno inferior-medio) en la ciudad de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 63 (3): 421-429.
- Soibelzon, E., Carlini, A. A., Zurita, A. E., Tonni, E. P., Bidegain, J. C. y Rico, Y. 2008c. Magneto y Bioestratigrafía del Sector Noreste de Buenos Aires. XVII Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 1049-1050, Jujuy.
- Soibelzon, E., Prevosti, F. J., Bidegain, J. C., Rico, Y., Tonni, E. P y Verzi, D. 2009. Correlation of cenozoic sequences of southeast Buenos Aires Province. Biostratigraphy and magnetostratigraphy. Quaternary International 210: 51-56.
- Soibelzon, E., Tonni, E. P y Bidegain, J. C. 2010. A new stratigraphic profile of Punta Hermengo (Buenos Aires Province, Argentina). Magnetostratigraphy and biostratigraphy. Current Researches in the Pleistocene 27: 151-154.

- Soibelzon, E. y León, D. C. 2017. Effects of climatic oscillations on the faunas. The Holocene Thermal Maximum and the displacement of armadillos in Argentina: anatomical features and conservation. *Journal of Archaeological Science* 11: 90-98.
- Stappenbeck, R. 1926. *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 512 pp.
- Teruggi, M. E., Andreis, R. H., Mazzoni, M. M., Dalla Salda, L. y Spalletti, L. A. 1974. Nuevos criterios para la estratigrafía del Cuaternario de las Barrancas de Mar del Plata y Miramar. *Anales del LEMIT, Serie II* (268): 135-148.
- Tonni, E. P. 2006. Cambio climático en el Holoceno tardío de la Argentina. Una síntesis con énfasis en los últimos 1000 años. *Folia Histórica del Nordeste* 16: 187-195.
- Tonni, E. P. 2009. Los mamíferos del Cuaternario de la región pampeana de Buenos Aires, Argentina. En: Ribeiro, A.M., Girardi Bauermann, S., Saldanha Scherer, C. (Eds.), *Quaternario do Rio Grande do Sul: integrando conhecimentos*: 207-216. *Monografías da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre. Asociación Paleontológica Argentina Publicación Especial 12, Vida y obra de Florentino Ameghino: 69-79.
- Tonni, E. P., Nabel P., Cione, A. L., Etchichury, M., Tófaló, R., Scillato Yané, G. J., San Cristóbal, J., Carlini, A. A. y Vargas, D. 1999. The Ensenada and Buenos Aires formations (Pleistocene) in a quarry near La Plata, Argentina. *Journal of South America Earth Sciences* 12: 273-291.
- Tonni, E. P., Cione, A. L. y Figini, A. J. 2001. Chronology of Holocene pedogenetic events in the Pampean area of Argentina. *Current Research in the Pleistocene* 18: 124-127.
- Tonni, E. P., Huarte, R. A., Carbonari J. E. y Figini A. J. 2003a. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tonni, E. P., Carlini, A. A., Scillato- Yané, G. J. y Figini, A. J. 2003b. Cronología radiocarbónica y condiciones climáticas en la "Cueva del Milodón" (sur de Chile) durante el Pleistoceno tardío. *Ameghiniana* 40 (4): 609-615.
- Tonni, E. P. y Pasquali, R. C. 2006. Alcide d'Orbigny in Argentina: the beginning of stratigraphical studies and theories on the origin of the "pampean sediments." *Earth Sciences History* 25 (2): 215-223.
- Tonni, E. P., Pasquali, R. C. y Laza, J. H. 2008. Auguste Bravard y su contribución al desarrollo de las Ciencias de la Tierra en la Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Los geólogos y la geología en la historia argentina*: 63-69. INSUGEO, Serie Correlación Geológica 24.
- Tonni, E. P., Rabassa, J. y Carlini, A. A. 2009. The Ensenadan Stage/Age in southern South America. *Quaternary International* 210: 1-109.
- Tonni, E. P., Carbonari, J. E. y Huarte, R. 2010. Marine sediments attributed to marine isotope stage 3 in the southeastern Buenos Aires province, Argentina. *Current Research Pleistocene* 27: 154-156.

- Verzi, D. H., Deschamps, C. M. y Tonni, E. P. 2004. Biostratigraphic and paleoclimatic meaning of the Middle Pleistocene South American rodent *Ctenomys kraglievichi* (Caviomorpha, Octodontidae). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 212: 315-329.
- Verzi, D. y Quintana, C. 2005. The caviomorph rodents from the San Andrés Formation, east-central Argentina, and global Late Pliocene climatic change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 219 (3-4): 303-320.
- Vucetich, M. G. y Verzi, D. H. 1999. Changes in diversity and distribution of the caviomorph rodents during the late Cenozoic in southern South America. En: Tonni, E. P. y Cione A. L. (Eds.), *Quaternary vertebrate palaeontology in South America: 207-223*. *Quaternary of South American and Antarctic Peninsula* 12.
- Vucetich, M. G. y Verzi, D. H. 2002. First record of Dasyproctidae (Rodentia) in the Pleistocene of Argentina: paleoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 178: 67-73.
- Vucetich, M. G., Verzi, D. H. y Tonni, E. P. 1997. Paleoclimatic implications of the presence of *Chyomys* (Rodentia, Echimyidae) in the Pleistocene of central Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 128: 207-214.
- Zamorano, M., Oliva, C., Scillato-Yané, G. J., Ferreira, J. D. y Zurita, A. E. 2015. Primer registro de *Panochthus greslebini* Castellanos (Xenarthra, Glyptodontidae, Hoplophorini) para la región Pampeana de Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia* 18: 555-564.
- Zárate, M. 1989. Estratigrafía y geología del Cenozoico tardío aflorante en los acantilados marinos comprendidos entre Playa San Carlos y el arroyo Chapadmalal, Partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctora Universidad Nacional de La Plata, 221 pp.
- Zárate, M. A. 2003. Loess of southern South America: *Quaternary Science Reviews* 22: 1987-2006.
- Zárate, M. A. y Rabassa, J. 2005. Geomorfología de la provincia de Buenos Aires. En: De barrio, R. E., Etcheverry, R. O., Caballé, M. F. y Llambías, E. (Eds.): *Geología y Recursos Minerales de la provincia de Buenos Aires: 119-138*. XVI Congreso Geológico Argentino, Relatorio, La Plata.
- Zurita, A. E., Gasparini, G. M., Soibelzon, E., Alcaraz, M. A. y Miño-Boilini, A. R. 2007. Mamíferos pleistocenos del oeste de la región Pampeana, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 22 (1): 77-87.