

ESTRATIGRAFÍA DEL CUATERNARIO DEL SUR DE LA PROVINCIA SANTA FE, ARGENTINA

Horacio PARENT, Marcelo POLARE & Francisco LATTUCA



**Boletín
del Instituto de
Fisiografía y Geología**

Parent H., Polare M. & Lattuca F., 2010. Estratigrafía del Cuaternario del sur de la Provincia Santa Fe, Argentina. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología 72-75*: 47-54. Rosario, 20-02-2010. ISSN 1666-115X.

Resúmen.- La clasificación estratigráfica de los sedimentos que conforman el relleno superficial de la unidad morfoestructural denominada Subcuenca Rosario ha sido revisada sobre la base de estudios actuales. Se propone la Fm. Saladillo (nov.), sección tipo en las barrancas del Río Paraná en Rosario, dentro de la cual los moluscos ocurrentes se han clasificado en cuatro conjuntos fáunicos sucesivos. Se considera que el tramo superior es de edad Holocena, mientras que el inferior sería de edad Pleistoceno tardío. La Cuenca del Arroyo del Medio se emplaza en la Subcuenca Rosario. La sucesión sedimentaria muestra en el sector occidental un desarrollo análogo al de las barrancas del Río Paraná en Rosario. La Fm. Saladillo (nov.) se presenta bien desarrollada y prácticamente todos sus términos pueden ser diferenciados. Sin embargo, hacia el Oeste se aprecia un fuerte acuñaamiento que produce la supresión de varios términos, principalmente los estratos de arcillas verdes, como así también la pérdida de potencia de todos los estratos. Este patrón de acuñaamiento es típico en toda la Subcuenca Rosario.

Palabras clave.- Subcuenca (morfoestructural) Rosario, Litoestratigrafía, Bioestratigrafía, Cronoestratigrafía, Cuenca (hidrográfica) del Arroyo del Medio.

Abstract.- *Quaternary Stratigraphy of southern Santa Fe Province, Argentina.* The stratigraphic classification of the sediments conforming the upper part of the sedimentary succession of the Rosario Subbasin has been revised on the basis of recent studies. The Saladillo Fm. (nov.) is proposed with type section at Rosario. The ocurrent molluscs are classified in four successive faunal assemblages. The upper part of the formation is considered Holocene and the lower part late Pleistocene in age. The Arroyo del Medio basin (CAM, East-Central Argentina) is developed within the boundaries of the Rosario Subbasin. The stratigraphic succession of western CAM shows the characteristic features of the Saladillo Fm. in the type section with very similar development of all the succession. However, westwards it can be seen a strong wedging which produces the supression of some terms, especially those of greenish clays, and, moreover, reduction of thickness throughout all the succession. This wedged pattern is typical throughout all the Rosario Subbasin.

Key words.- Rosario (morphostructural) Subbasin, Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Chronostratigraphy, Arroyo del Medio (hydrographic) Basin.

H. Parent [parent@fceia.unr.edu.ar]: *Laboratorio de Paleontología, Instituto de Fisiografía y Geología, FCEIA, Universidad Nacional de Rosario. Pellegrini 250, 2000 Rosario, Argentina.*

M. Polare [polare@fceia.unr.edu.ar]: *Departamento de Ciencias Geológicas, FCEIA, Universidad Nacional de Rosario. Pellegrini 250, 2000 Rosario.*

F. Lattuca: *Departamento de Ciencias Geológicas, FCEIA, Universidad Nacional de Rosario. Pellegrini 250, 2000 Rosario.*

Editores: A.F. Greco & E. P. Peralta.
Recibido: 12/11/2009; aceptado: 04/02/2010.

INTRODUCCIÓN

La Subcuenca morfoestructural Rosario (Fig. 1) se extiende en el extremo sudeste de la Provincia Santa Fe y una porción del noreste de la Provincia Buenos Aires (Yrigoyen 1975; Zambrano 1974: fig. 2, 1981, 1987). La sucesión estratigráfica es conocida, principalmente, a partir de perforaciones practicadas a lo largo de una transecta entre Maciel y Villa Sauce (Fig. 1), sumariamente descripta por Padula (1972). Según este autor, consiste en un manto de unos 500 m de espesor compuesto por limos y arcillas en la parte superior, y areniscas, calizas y basaltos apoyados sobre granitos y metamorfitas precámbricas. Las diferencias litológicas y de espesor de los estratos con respecto a la sucesión de la Cuenca Salado (cf. Turner 1975) denotan una tendencia de continentalización progresiva hacia el Norte. Esta tendencia parece estar generada por dos factores concurrentes: (1) el desplazamiento regresivo preholocénico de la línea de costa hacia el Sur (Isla 1989) y (2) la tendencia subsidente en el área de la Subcuenca Rosario es de magnitud menor que en las cuencas circundantes (Introcaso 1983). El ambiente tectono-sedimentario resultante ha sido profusamente estudiado por Pasotti (1968, 1974, 1981).

La reconstrucción de la historia geológica de la Llanura Pampeana requiere la datación de los cuerpos sedimentarios regionales para establecer sincronía entre diferentes procesos geológicos, es decir, correlación temporal. La datación de estos procesos requiere, por otra parte, una clasificación cronoestratigráfica local para establecer correlaciones temporales con otras regiones y, finalmente, con respecto a el estándar internacional primario. El desarrollo de esta clasificación cronoestratigráfica tendría que basarse sobre dos procedimientos iniciales: (1) el establecimiento de una clasificación litoestratigráfica conformada por unidades claramente diferenciables e identificables en el terreno, es decir

mapeables, y (2) el estudio de la sucesión de asociaciones de especies fósiles para establecer una clasificación bioestratigráfica que sirva de base para el desarrollo de una clasificación cronoestratigráfica. El marco estratigráfico local disponible hasta el momento es la clasificación desarrollada por Castellanos (1938, 1943), la cual presenta inconvenientes por no estar actualizada en aspectos formales de nomenclatura. Sin embargo disponemos de resultados de estudios realizados por los autores en los últimos años que presentamos aquí para fundamentar una revisión de las clasificaciones lito-, bio- y cronoestratigráfica del Cuaternario del Sur de Santa Fe que utilizaremos luego, en la última parte de esta contribución, para correlacionar e interpretar secciones estudiadas de la Cuenca hidrográfica del Arroyo del Medio (CAM).

ESTRATIGRAFÍA DE LA SUBCUENCA ROSARIO

Los sedimentos cuaternarios del área estudiada (denominados corrientemente "sedimentos pampeanos") presentan dificultades para su clasificación y correlación debido principalmente a su homogeneidad litológica, escasez de afloramientos, e insuficiente conocimiento de su bioestratigrafía. Como consecuencia de esto resulta muy difícil identificar niveles estratigráficos de validez regional. La situación es semejante en la provincia Buenos Aires (Nabel et al. 1999, Tonni et al. 1999), donde originalmente d'Orbigny (1842) utilizó el término "Argille pampeene" para nombrar los sedimentos marrón-rojizos aflorantes cerca del Río de la Plata. Luego, los términos "Formación Pampeana", "Formación Pampiano" y "sedimentos pampeanos", entre otros, fueron derivados de este nombre original (cf. Fidalgo et al. 1975). Los problemas emergentes de clasificación y correlación que genera esta aparente homogeneidad litológica interregional fueron claramente indicados y discutidos por González-Bonorino (1965) y mas actualmente por Cione & Tonni (1995).

Litoestratigrafía - Fm. Saladillo (nov.).- Castellanos (1938) describió la sucesión sedimentaria del Sur de Santa Fe basándose sobre detallada información de perforaciones y cortes naturales en barrancas del Río Paraná en Rosario. El perfil correspondiente a los cortes sobre la barranca reúne características convenientes para ser considerado referente del Cuaternario de la Subcuenca Rosario ya que es fácilmente observable y relativamente potente. La sucesión estratigráfica revisada se presenta en Fig. 2A y las características de los sedimentos en Tabla 1.

Se propone la Fm. Saladillo (nov.) para denominar los 20 a 30 metros de limos marrón rojizo a marrón amarillento con arcillas verdosas intercaladas que asientan sobre arenas finas, laminadas que ocurren conspicuamente a lo largo de las barrancas del Río Paraná (denominadas localmente "Ensenadense medio e inferior", ENM y ENI en Fig. 2A; ver Castellanos 1943: fig. 9). Los nombres originalmente propuestos por Castellanos (1938) para los distintos cuerpos de sedimentos (ENS, BEI, BEM, BES, BOI, BOM, BOS, LUJ, PLI, PLM, PLS, Fig. 2A) son aquí considerados subdivisiones informales o estratos. Posibles contactos erosivos han sido descriptos por Castellanos (e.g., 1943) pero no han sido evaluados en el presente estudio. Es importante destacar que estos estratos no se interpretan aquí como unidades o subdivisiones temporales, sino únicamente como subdivisiones informales en términos de sus características litológicas.

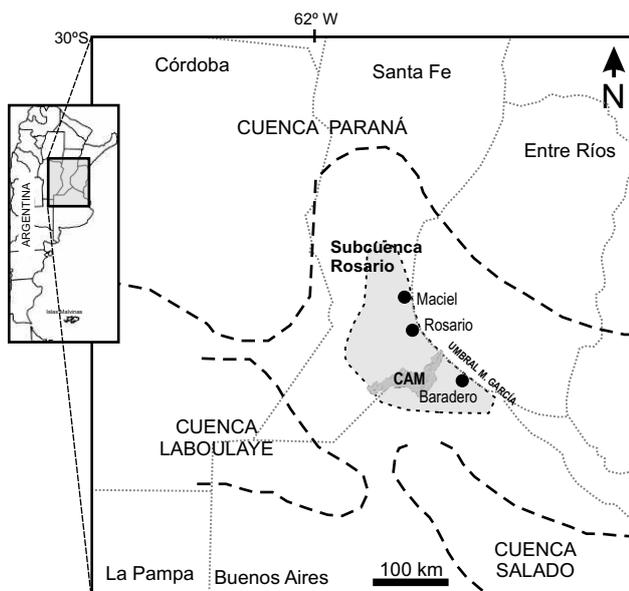


Figura 1. Ubicación del área estudiada con indicación de las localidades citadas en el texto y el sistema de cuencas sedimentarias (unidades morfoestructurales) de la Llanura Pampeana, Centro-Este de Argentina. La Subcuenca morfoestructural Rosario y la Cuenca hidrográfica del Arroyo del Medio (CAM) indicadas en gris. Modificado de Yrigoyen (1975) y Zambrano (1974, 1981, 1987).

Localidad tipo.- Rosario, Provincia Santa Fe (Fig. 1).

Sección tipo.- Corte en las barrancas del Puerto sobre el Río Paraná en Rosario (Fig. 2A), Avenida Belgrano entre 3 de Febrero y 9 de Julio. Descripción en Castellanos (1938).

Derivación del nombre.- A partir de Arroyo Saladillo, situado en el sur de Rosario.

Denominaciones anteriores.- Los términos "Pampeano", "Formación Pampeana", "Fm. Pampa", "Post-Pampeano" y "Formación Pospampeana", originalmente propuestos para la Provincia Buenos Aires, han sido utilizados para referir cuerpos sedimentarios locales que en parte podrían ser equivalentes a la Fm. Saladillo (nov.). Sin embargo su aplicación e interpretación ha resultado siempre ambigua, sin definición formal, tal como la nomenclatura original en las localidades tipo, ya que se han aplicado con connotaciones variables (temporal, litológica).

Descripción.- Conjunto de 20 a 33 metros de espesor constituido por limos, limos finamente arenosos, arcillas y margas (tosca), poco coherentes, friables, con carácter loésico dominante, de colores amarillo claro a marrón rojizo. La unidad asienta sobre el cuerpo sedimentario clástico denominado localmente "Ensenadense" (estratos ENI y ENM, Fig. 2A), constituido por arenas finas, amarillentas a marrón rojizas, laminadas. Desde la base alternan cuatro lentes de arcillas, a veces ligeramente margosas, lacustres, de color verde (estratos BEI, BES, BOM, LUJ, Fig. 2A). En la sección tipo se manifiesta claramente una sucesión de cinco conjuntos o secuencias (S_1 a S_5 , Fig. 2A); cada una de estas secuencias consiste en un nivel de limos amarillentos a marrón rojizos coronado por un nivel lenticular de arcilla verdes.

Espesor.- Poco variable, irregular, entre 20 y 33 metros de Oeste a Este. Los mayores espesores se observan en cercanías de la sección tipo, donde todos los estratos parecen alcanzar su mayor potencia, disminuyendo hacia el Oeste.

Variaciones laterales.- Facies asociadas a cursos de agua, visibles en cortes de barranca; típicamente contienen moluscos fluviales y terrestres así como restos de vertebrados. En algunas localidades se observa gran desarrollo de calcáreos travertínicos, lumachélicos. Facies principalmente eólica, dominada por limos y limos arcillosos a finamente arenosos que comprende la mayor parte del área de distribución; contienen espículas de gramíneas y polen y moluscos terrestres. Facies marina, asociada al Río Paraná, incluyendo sedimentos arcillosos con bivalvos marinos (ver abajo).

Distribución geográfica.- Subcuenca Rosario (Fig. 1). Hacia el norte de la subcuenca los sedimentos cambian sus características mostrando una mayor influencia de los paleo-cursos de agua, especialmente del sistema hídrico del Río Carcarañá. Estos sedimentos corresponderían a las formaciones Puerto San Martín y Tezanos Pinto (véase Iriando & Kröhling 2009).

Relaciones estratigráficas.- La Fm. Saladillo (nov.) yace sobre un cuerpo de areniscas amarillentas (estratos ENI y ENM) denominado Fm. Rosario (Iriando 1987). Esta última, por su parte, apoya en aparente concordancia sobre las areniscas que conforman la Fm. Puelches (Santa Cruz

1972) que es el equivalente en subsuelo de la Fm. Ituzaingó (DeAlba 1953, Herbst 2000) que aflora hacia el Norte.

Contenido fosilífero.- En la base ocurren bivalvos marinos; en la parte superior gastrópodos y bivalvos. La fauna de vertebrados es importante en toda la unidad (Castellanos 1940, 1941, 1943, 1962). Escasos restos de vegetales se han colectado en arcillas del estrato LUJ. En los estratos PLI y PLM suelen presentarse lumachellas en las que predominan gastrópodos, ostrácodos, esponjas y restos de vegetales. Espículas silíceas de gramíneas y polen se presentan frecuentemente en los niveles de limos y limos arcillosos.

Edad.- Pleistoceno-Holoceno (discusión abajo). En la margen derecha del Río Carcarañá (Parque Sarmiento) se ha observado recientemente un nivel de ceniza volcánica de unos 0.2 m de espesor en el tramo BES-BOS que podría proveer una interesante datación numérica.

Observaciones.- La Fm. Saladillo (nov.) conforma una unidad de roca definida en términos de sus características litológicas exclusivamente, su edad puede variar de un punto a otro dentro de su área de distribución, al igual que el contenido fosilífero. Las secuencias S_1 a S_5 denotan cambios climáticos y depositacionales periódicos bien definidos. Los limos y arcillas amarillos a rojizos con abundante tosca (marga) indican depositación bajo condiciones climáticas de aridez a semiaridez (cf. Tonni et al. 1999). Las arcillas verdes, lacustres formando estratos lenticulares indicando depositación bajo condiciones climáticas húmedas, o bien áreas de recepción de materiales finos acarreados por escurrimiento superficial, o bien áreas de inundación. En los estratos de limos eólicos, bases de las secuencias S_1 a S_5 , es típica la ocurrencia de Dióxido de Manganeso formando películas negras en las caras de disyunción poliédrica. Esto parece indicar drenaje pobre y escaso escurrimiento superficial.

Bioestratigrafía.- La distribución bioestratigráfica de los vertebrados cuaternarios ha sido estudiada ampliamente por Castellanos (e.g., 1940, 1941, 1943, 1962). Algunos estudios en curso (Zurita et al. 2002) indican gran similitud de las faunas locales con las del Pleistoceno-Holoceno de las provincias Formosa, Chaco y Buenos Aires, tal como ya fuera discutido por Castellanos (1962).

Otros fósiles que se presentan localmente con cierta abundancia en la Fm. Saladillo son los moluscos. Trabajos recientes sobre más de 200 muestras de moluscos de los ríos Carcarañá y Paraná, los arroyos Pavón y Frías, y varios cortes de barranca en Rosario han proporcionado datos acerca de la distribución bioestratigráfica de numerosas especies. Estos resultados permitieron establecer una primera subdivisión bioestratigráfica en términos de conjuntos de estratos portadores de conjuntos de especies que denominamos faunas (Fig. 2A).

La fauna F_1 en la base de la Fm. Saladillo (nov.) comprende exclusivamente bivalvos, especialmente marinos (Castellanos 1943, 1952): *Macra isabelleana* (d'Orbigny, 1846), *Erodona mactroides* (Daudin in Bosc, 1801), *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) y *Tagelus gibbus*. Nominalmente, estas especies son conocidas en el Pleistoceno y Holoceno de Argentina y Uruguay. Martínez & Del Río (2005) han concluido, luego de examinar una parte importante de dicho material, que es necesaria la obtención de nuevas muestras para confirmar las determinaciones. De todas formas, F_1 ocurre

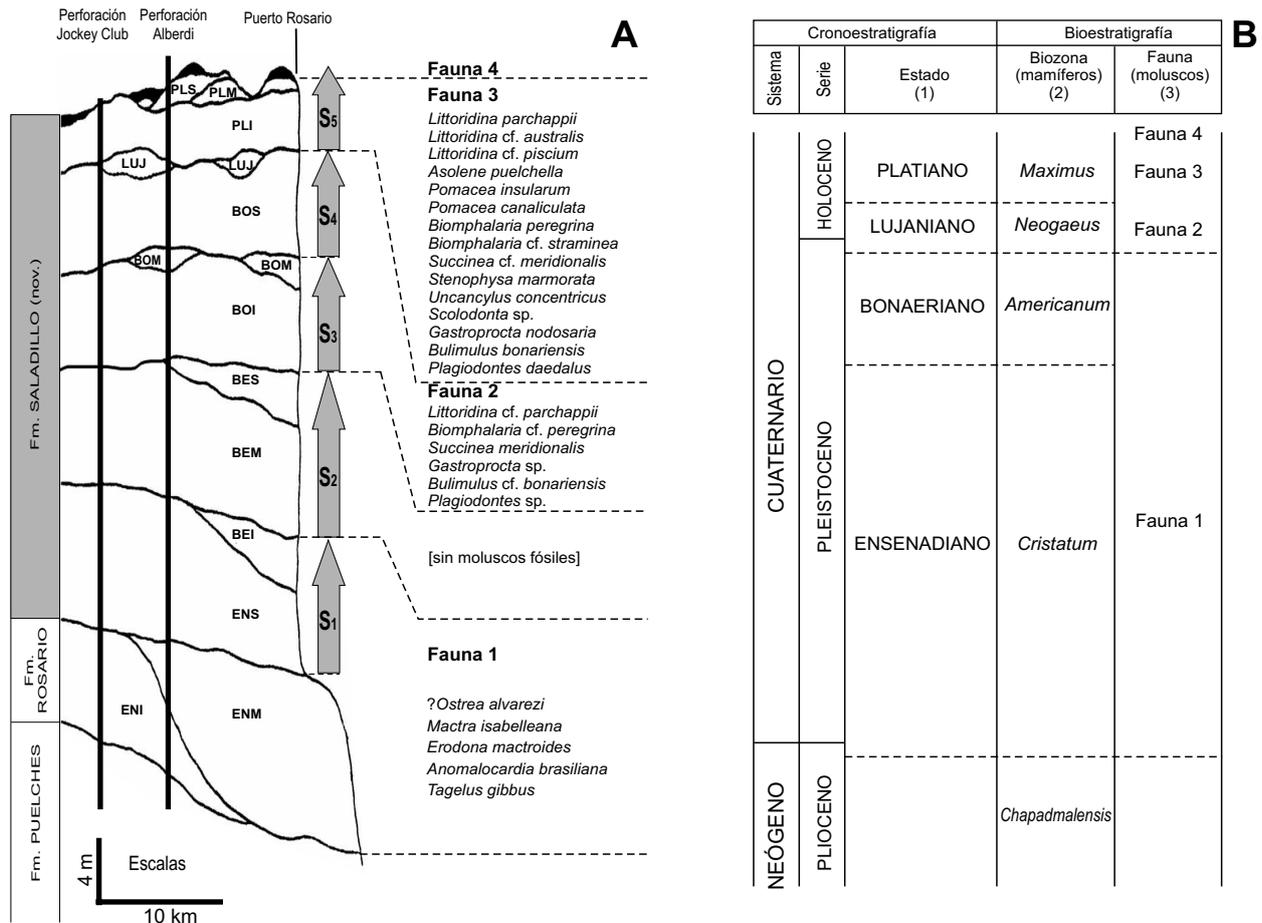


Figura 2. Carta estratigráfica del Cuaternario de la Subcuenca Rosario. **A.** Litoestratigrafía y sucesión bioestratigráfica de la Fm. Saladillo (nov.). Litología indicada en Tabla 1. PLI, PLM, PLS ("Platense inferior, medio, superior"), LUJ ("Lujanense"), BOI, BOM, BOS ("Bonaerense inferior, medio, superior"), BEI, BEM, BES ("Belgranense inferior, medio, superior"), ENI, ENM, y ENS ("Ensenadense inferior, medio y superior") son nombres locales informales según nomenclatura de Castellanos (1938, 1943). S₁-S₅: secuencias sedimentarias. F₁-F₄: faunas o asociaciones faunísticas de moluscos reconocidas principalmente en secciones de barranca de cursos de agua. **B.** Clasificación bioestratigráfica basada en moluscos y correlación cronoestratigráfica con respecto a la clasificación bioestratigráfica de mamíferos y cronoestratigrafía derivada de la Provincia Buenos Aires. (1), (2): Cronoestratigrafía y bioestratigrafía de la región pampeana según Cione & Tonni (2005); (3): unidades bioestratigráficas locales definidas en el texto. La subdivisión de la escala cronoestratigráfica estándar internacional no está representada proporcionalmente a la magnitud temporal de cada unidad. Las líneas horizontales representan planos de tiempo; las líneas cortadas indican límites no estandarizados.

incuestionablemente debajo de F₂ e incluye ostréidos marinos. En Octubre de 2002 obtuvimos muestras de *?Ostrea alvarezzi* (d'Orbigny, 1842) (Fig. 3) en el estrato BEI de una sección cuaternaria del Arroyo Saladillo en Rosario, descubiertos por J.C. Vega (Rosario). La estratigrafía local ha sido descrita por Castellanos (1944). Las muestras obtenidas incluyen mas de 20 ejemplares, adultos y juveniles, algunos con sus valvas articuladas y bien preservadas, indicando que fueron depositados *in-situ*.

F₂ a F₄ comprenden gastrópodos y bivalvos, pero solamente se consideran en este trabajo los gastrópodos. Las especies identificadas se distribuyen de la siguiente forma: F₂: *Littoridina cf. parchappii* (d'Orbigny, 1835), *Biomphalaria cf. peregrina* (d'Orbigny, 1835), *Succinea meridionalis* (d'Orbigny, 1837), *Gastroprocta* sp., *Bulimulus cf. bonariensis* (Rafinesque, 1833), *Plagiodontes* sp.; F₃: *L. parchappii*, *Littoridina cf. australis* (d'Orbigny, 1835), *Littoridina cf. piscium* (d'Orbigny, 1835), *Asolene puelchella* (Anton, 1839), *Pomacea insularum* (d'Orbigny, 1835), *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1801), *B. peregrina*, *Biomphalaria cf. straminea* (Dunker, 1848), *S. cf. meridionalis*, *Stenophysa marmorata* (Guilding, 1828), *Uncancylus concentricus* (d'Orbigny,

1835), *Scolodonta* sp., *Gastroprocta nodosaria* (d'Orbigny, 1835), *B. bonariensis*, *Plagiodontes daedalus* (Deshayes 1821). El gastrópodo atribuido a *L. parchappii* es muy abundante, especialmente en los estratos BOS y PLI, y podría tratarse de una especie diferenciada a partir de poblaciones residuales de *L. parchappii* de ingresiones marinas anteriores, o bien una especie homoeomorfa derivada mas recientemente de regiones occidentales, arrastrada por cursos de agua con nacientes en regiones centrales del país.

F₄ incluye las especies que componen F₃ y además las descritas por Miquel & Parent (1996).

Cronoestratigrafía.- Las unidades originales de Ameghino (1906) han sido redefinidas como unidades cronoestratigráficas para áreas de la Provincia Buenos Aires (véanse Cione & Tonni 2005 y Rabassa et al. 2009 que incluyen discusiones y bibliografía a partir de lo cual puede seguirse el desarrollo de la clasificación actual así como su alcance y limitaciones). Estas unidades cronoestratigráficas han sido definidas sobre la base de unidades bioestratigráficas y dataciones numéricas. El esquema obtenido, que resulta relativamente estable y aplicable para

Tabla 1. Características de los sedimentos de los estratos de la Fm. Saladillo (nov.) agrupados en secuencias (S₁-S₅), Cuaternario del Sur de la Provincia Santa Fe dentro de los límites de la Subcuenca Rosario. Los nombres de los estratos según Castellanos (1938, 1943). Espesores en metros.

	Secuencia	Estrato	Espesor	Características de los sedimentos
Fm. Saladillo (nov.)	S ₅	Suelo ("Arianense" y "Aymarense" sensu Castellanos 1943)	(0 – 1)	Capa de "Tierra vegetal", constituida por arcilla migajosa, cargada de sustancias orgánicas. La proporción de arena es variable gradando hacia limos, arcillas y capitas de arenas fina mas compactas hacia la base. Color gris marrón en superficie, rojo a marrón oscuro hacia la base.
		PLS: "Platense superior"	(0 – 1)	Limo suelto, algo pulvulento y liviano, salitroso. Color amarillo oscuro.
		PLM: "Platense medio"	(0 – 1)	Fangolita muy friable gris-negra, constituida por arcilla negra endurecida y limo amarillo marrón. Abundantes restos de vegetación palustre.
		PLI: "Platense inferior"	(2 – 4)	Limos marrón rojizos, escasamente arcillosos. Disyunción poliédrica.
	S ₄	LUJ: "Lujanense"	(0 – 1)	Arcillas verdes lacustres, muy plásticas.
		BOS: "Bonaer. superior"	(4 – 8)	Limos arcillosos marrón rojizos con tosca arborescente y en pequeños nódulos.
	S ₃	BOM: "Bonaerense medio"	(0 – 1)	Arcillas verdes lacustres.
		BOI: "Bonaerense inferior"	(4 – 7)	Limo escasamente arcillosos, compacto, sin tosca. Color marrón amarillento.
	S ₂	BES: "Belgran. superior"	(0 – 3)	Margas arcillosas palustres o lacustres verdes. Suelen ocurrir nódulos calcáreos.
		BEM: "Belgranense medio"	(6 – 9)	Limos marrón rojizos.
	S ₁	BEI: "Belgranense inferior"	(0 – 3)	Margas arcillosas palustres o lacustres. Color verde a verde grisáceo.
		ENS: "Ensenad. superior" (= "cuspidal")	(4 – 9)	Limos muy coherentes, con tosca formando grandes nódulos, tabiques y planchas. Color marrón amarillento.
		ENM: "Ensenad. medio" (= "Interensenadense")	(0 – 10)	Margas y arcillas con arenas finas, herrumbrosas de facies fluvial, bien laminadas aunque con espesores variables. Color verde grisáceo a gris verdoso.
		ENI: "Ensenadense inferior" (= "basal")	(0 – 6)	Limos muy duros y compactos. Color marrón rojizo.

correlaciones fuera de las áreas tipo, está sintetizado en Cione & Tonni (2005). La clasificación estratigráfica de Castellanos (1938) fue inicialmente basada sobre la original de Ameghino (1906). Inmediatamente Castellanos (1943) estableció correlaciones temporales atribuyendo edades a las unidades de la sucesión local aplicando criterios de correlación bioestratigráfica (Castellanos 1940, 1941, 1943, 1962). La clasificación cronoestratigráfica propuesta por Castellanos (e.i., lo que hoy se considera una sucesión de cuerpos de roca delimitados por planos de tiempo) no puede

aplicarse en detalle en la actualidad, fundamentalmente por las conocidas variaciones faciales en las extensas áreas de la Llanura Pampeana y por la ambigüedad de la clasificación estratigráfica de la Provincia Buenos Aires sobre la cual basó sus correlaciones. Una revisión de estos trabajos basada sobre nuevas colecciones es necesaria para establecer correlaciones con la clasificación cronoestratigráfica basada sobre mamíferos de la Provincia Buenos Aires. Los criterios inicialmente propuestos por Castellanos se ajustan, sorprendentemente para la época, a

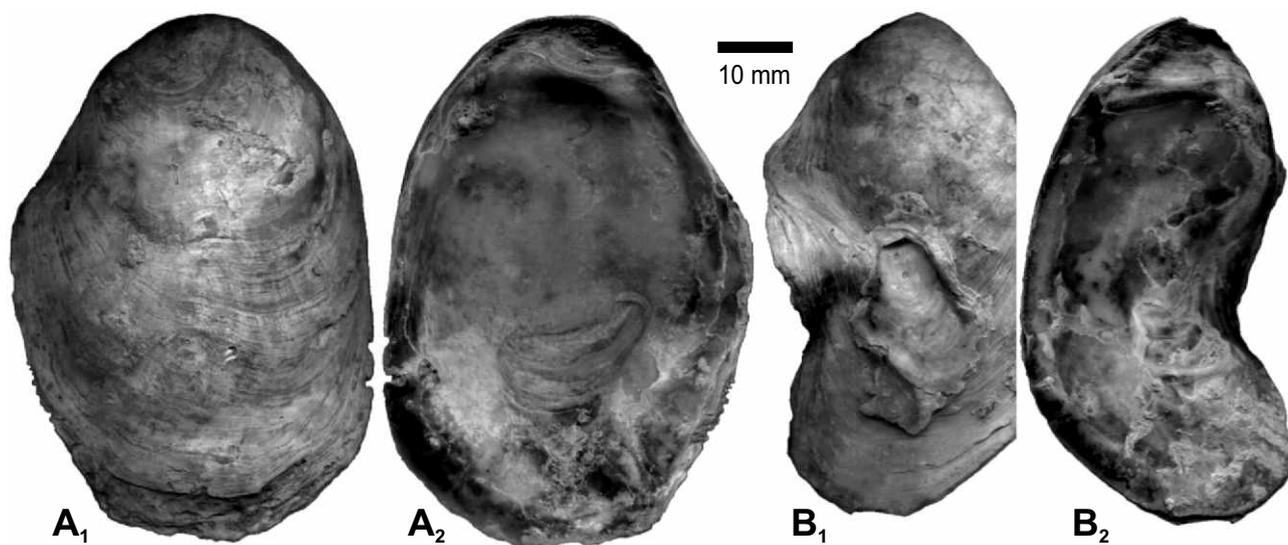


Figura 3. *Ostrea alvarezii* (d'Orbigny, 1842). Vistas externa (A₁, B₁) e interna (A₂, B₂) de las valvas derechas de dos ejemplares del nivel BEI, Arroyo Saladillo, Parque Sur, Rosario. Tamaño natural (x1).

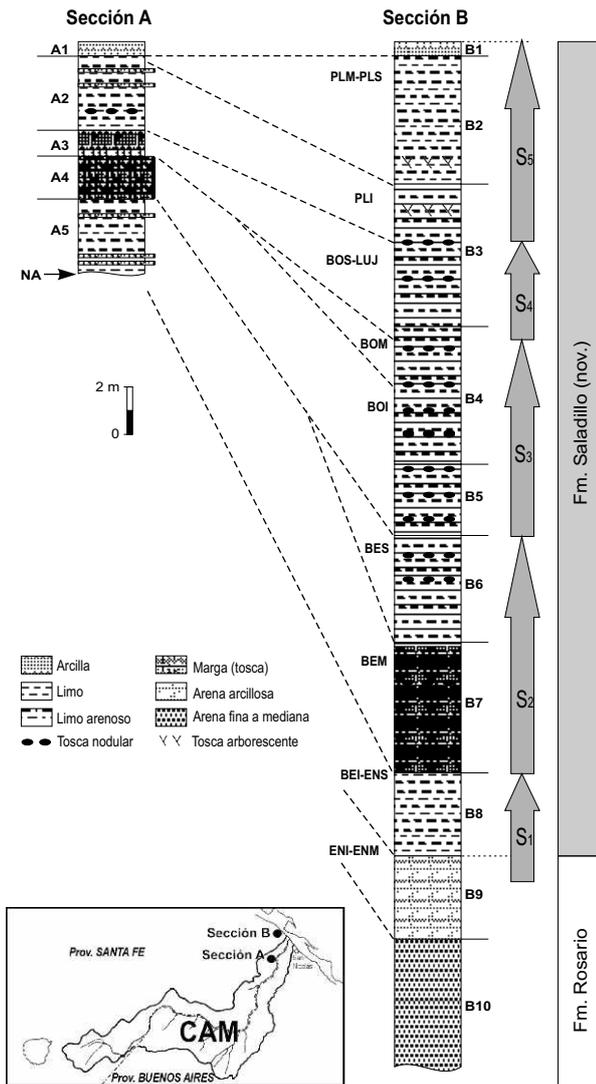


Figura 4. Correlación de las secciones de referencia A (La Usina) y B (Villa Constitución), CAM. Las líneas punteadas indican correlación litológica. NA: nivel del pelo de agua del arroyo en el momento del relevamiento (véase Fig. 5A). S₁-S₅: secuencias sedimentarias descritas en el texto y Tabla 1. Ambas columnas en idéntica escala.

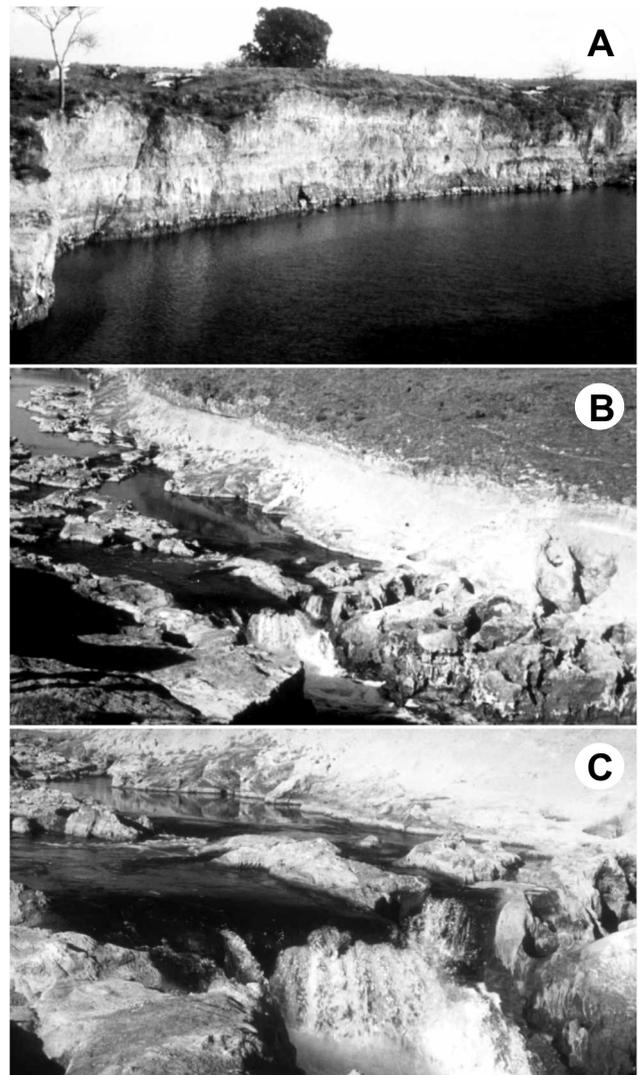


Figura 5. Arroyo del Medio, aproximadamente 2 Km antes de la desembocadura en el Río Paraná. A: vista de la barranca en margen izquierda (sección A en Fig. 4). B-C: detalles de los rápidos formados por erosión del banco de tosca que conforma el estrato A4 de la sección A, unos 20 m antes de la vista en (A).

los de la cronoestratigrafía bioestratigráfica actual que se basan sobre la distribución bioestratigráfica de conjuntos de fósiles asociados en un determinado horizonte estratigráfico (Castellanos 1948: 9) que se utilizan para establecer clasificaciones cronoestratigráficas locales que luego pueden correlacionarse con otras mejor conocidas (Castellanos 1948: 8), y eventualmente con el estándar primario internacional.

La base del Pleistoceno en América del Sur fue ampliamente discutida durante muchos años (véanse Simpson 1940, Cione & Tonni 1995, 2005 y referencias citadas en estos trabajos). La base del Pleistoceno podría correlacionarse con la base del "Ensenadense Basal" de Castellanos (ENI, Fig. 2A) lo cual fue propuesto por Simpson (1940) considerando la fauna ocurrente en dichos niveles y los datos e hipótesis de los trabajos de Ameghino, Castellanos y Frenguelli.

Existe una datación de fósiles del denominado "Querandinense" en Baradero (Fig. 1) que indica 8900 ± 500 años de antigüedad (Fidalgo 1983). Castellanos (1943: 8) correlaciona el "Querandinense" con el "Platense basal" del

Sur de la Provincia Santa Fe (PLI, Fig. 2A), criterio aparentemente acordado por Frenguelli (1957) y de aceptación corriente. Esto sugiere que el estrato PLI (probablemente incluyendo el estrato "Lujanense", LUJ) de la Subcuenca Rosario sería de edad holocena.

Estas correlaciones parecen concordar ajustadamente con los primeros resultados de estudios bioestratigráficos de faunas de vertebrados del Norte de la Llanura Pampeana (cf. Zurita et al. 2002). El análisis bioestratigráfico de las faunas de moluscos presentadas arriba parece concordar también con estas correlaciones.

Las especies que componen la fauna F₁ tienen un rango bioestratigráfico concurrente reconocido Pleistoceno-Holoceno (Martinez & Del Río 2005). Por otra parte, F₃ incluye *L. parchappii*, *L. cf. australis* y *B. peregrina* (Fig. 2A), formas características del Holoceno de la Provincia Buenos Aires y Uruguay (Aguirre 1992). De esta forma, puede asumirse que F₂-F₄ son holocenas y F₁ muy probablemente pleistocena.

En estos términos la Fm. Saladillo (nov.) sería de edad cuaternaria en su totalidad.

LA SUCESIÓN ESTRATIGRÁFICA EN LA CUENCA DEL ARROYO DEL MEDIO (Figs. 4-5)

El Arroyo del Medio presenta sectorialmente barrancas de escasa altura, solamente en proximidad de su desembocadura existen barrancas de mayor amplitud (Fig. 5A) de las que hemos obtenido la sección A que junto a otra de referencia permiten caracterizar la estratigrafía local con un aceptable nivel de detalle.

La sección A, denominada La Usina (Fig. 4), comprende desde el suelo actual hasta lo visible por sobre el nivel de agua del arroyo:

A1 (0.00 - 0.40 m): Limo finamente arenoso marrón oscuro. Fauna: *Littoridina* sp., *Biomphalaria* sp., *Corbicula*? sp. y un ostrácodo no identificado.

A2 (0.40 - 3.10 m): Limos muy calcáreos, blanquecinos a ligeramente rojizos con delgados bancos de marga (tosca). Fósiles: en el techo del estrato escasos ejemplares de *Littoridina* cf. *piscium*.

A3 (3.10 - 4.20 m): Limo algo arcilloso, marrón rojizo, friable.

A4 (4.20 - 5.50 m): Banco de marga marrón claro a blanquecina (ver Fig. 5B-C) con pequeños nódulos de arcilla marrón; ocasionales laminillas de mica. Fósiles: fragmentos de tallos vegetales.

A5 (5.50 - 6.50 m): Limo marrón a negro con delgados bancos de marga intercalados. (nivel del arroyo).

La sección B (Fig. 4) fue preparada a partir de muestras de perforaciones practicadas en la ciudad homónima (Castellanos 1950 *inédito*; Rodríguez 1968 *inédito*) y nuestras observaciones en el área de la desembocadura del Arroyo del Medio. La perforación mas detallada comprende muestras tomadas hasta unos 80 m de profundidad, de las que sólo consideraremos los primeros 47 m desde el suelo actual. De arriba hacia abajo:

B1 (0.00 - 0.40 m): Limo arenoso marrón oscuro.

B2 (0.40 - 4.50 m): Limo marrón oscuro a negro.

B3 (5.40 - 11.40 m): Limo arcilloso marrón rojizo con pequeños nódulos de tosca y de Dióxido de Manganeso.

B4 (11.40 - 17.15 m): Limo arcilloso marrón claro a rojizo, con abundantes nódulos de tosca en la parte superior.

B5 (17.15 - 20.10 m): Limo arcilloso, marrón claro, con pátina de Dióxido de Manganeso y abundantes nódulos de tosca.

B6 (20.10 - 24.65 m): Limo arcilloso marrón verdoso, en parte rojizo con tosca.

B7 (24.65 - 29.15 m): Arcilla limosa, marrón rojiza, escasa tosca y escasa mica.

B8 (29.15 - 32.70 m): Limo ligeramente arenoso, marrón verdoso, laminado, con manchas rojizas de óxidos de Fe y escasa mica.

B9 (32.70 - 36.20 m): Arenisca limosa, marrón amarillenta, laminada, friable, con manchas de óxidos de Fe y escasa mica.

B10 (36.20 - 47.00 m): Arenisca fina marrón amarillenta a verdosa con mica.

Correlación estratigráfica de las secciones estudiadas.-

La sucesión observada presenta características muy similares a la sucesión típica de la Subcuenca Rosario. La correlación litoestratigráfica practicada entre las secciones A y B arroja algunos resultados significativos para la interpretación de la estratigrafía del sector oriental de la CAM. La Fm. Saladillo (nov.) puede identificarse claramente en la región de estudio, especialmente a partir de la sección B, en la cual las secuencias S₁ a S₅ se manifiestan

con las mismas características que en la sección tipo. La mayor diferencia entre las dos secciones es la mayor potencia que presentan los estratos en la sección B. Seguramente como consecuencia de esto último es que en la sección B pueden reconocerse prácticamente todos los términos que definen la formación en la sección tipo, mientras que en la sección A algunos faltan. Este patrón de acunamiento de los estratos desde las barrancas del Río Paraná hacia el Oeste es típico en la Subcuenca Rosario, tal como puede apreciarse en el perfil de la Fig. 2. Este patrón de acunamiento produce la supresión de las lentes de arcilla verde de las secuencias S₁ a S₄ en las porciones occidentales del paquete sedimentario de toda la región, incluyendo el área estudiada de la CAM. Es notable la falta de todo vestigio en la sección B de los bancos de tosca masiva que se desarrollan con gran potencia en la sección A (Figs. 4, 5B-C). Estos bancos de marga, que comienzan alternando con niveles de limos oscuros, sugieren períodos de colmatación con muy lento o nulo escurrimiento superficial, lo que habría favorecido elevadas concentraciones locales de CaCO₃. En regiones áridas con altas tasas de evaporación es común la precipitación de CaCO₃ en forma cristalina, cuyos depósitos tienden a formar masas, a veces escasamente laminadas, de caliza o marga, a veces yesosa (Freytet y Verrecchia 2002).

La escasez de fósiles en las secciones muestreadas de la CAM previene de efectuar correlaciones cronoestratigráficas. Parece razonable asumir que los tramos A1-A2 y B1-B3 (estratos PLI-PLS, secuencia S₁) son de edad holocena, y probablemente de edad pleistocena los tramos A3-A5 y B4-B8 (estratos ENS-LUJ, secuencias S₁ a S₄).

Agradecimientos. A. Introcaso (Universidad Nacional de Rosario, Rosario) por interesantes discusiones. A.F. Greco y E.P. Peralta (Universidad Nacional de Rosario, Rosario) por la edición del presente artículo. C.J. del Río (Museo Rivadavia, Buenos Aires) and S.A. Martínez (Universidad de Montevideo, Montevideo) confirmaron la identificación taxonómica provisoria de los ostréidos. E.P. Tonni (Universidad Nacional de La Plata, La Plata) y C. Goso (Universidad de La República, Montevideo) por sus valiosas sugerencias como árbitros de la revista. H. Antonello (Universidad Nacional de Rosario, Rosario) por su valiosa colaboración de apoyo técnico.

REFERENCIAS

- Aguirre M.L., 1992. Caracterización faunística del Cuaternario marino del noroeste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **47(1)**: 31-54.
- Ameghino F., 1906. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et Tertiaire de Patagonie avec un parallele entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent. *Anales del Museo de Historia Natural de Buenos Aires (Serie 3)* **15**: 1-568.
- Castellanos A., 1938. El subsuelo de Rosario. *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, **127**: 3-13.
- Castellanos A., 1940. A propósito de los géneros *Plohoporos*, *Nopatchtnus* y *Panochthus*. 2da Parte. *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **8**: 278-418.
- Castellanos A., 1941. A propósito de los géneros *Plohoporos*, *Nopatchtnus* y *Panochthus*. 3ra. Parte. *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **11**: 419-592.
- Castellanos A., 1943. El Preensadenense ¿es un horizonte geológico o una facies? *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **18**: 1-85.

- Castellanos A., 1948. Sedimentos neógenos del SW del Uruguay. *Publicación de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales aplicadas a la Industria* **34**: 4-35.
- Castellanos A., 1952. Sedimentos con restos de moluscos del Belgranense y del Intensenadense de las márgenes de los Ríos Paraná y Carcarañá en la Prov. de Santa Fe. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **7(4)**: 228-232.
- Castellanos A., 1962. El Holoceno en la Argentina. *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **45**: 1-78.
- Cione A.L. & 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(1)**: 135-159.
- Cione A.L. & Tonni E.P., 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico superior de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. In: R.E. de Barrio, R.O. Etcheverry, M.F. Caballé & E. Llambías (eds.): Geología y recursos minerales de la Provincia de Buenos Aires. *Relatorio del 16 Congreso Geológico Argentino, La Plata* **11**: 183-200.
- 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.
- d'Orbigny A., 1842-1844. Voyage dans l'Amérique Méridionale. *Paleontologie* vol. 3(4): 1-152. *Bertrand edit.*, Paris & Strassbourg.
- d'Orbigny A., 1842-1847. Voyage dans l'Amérique meridionale exécuté pendant les années 1826-1833. *Paleontologie et Geologie* **3(4)** [1842]: 1 - 152. Paris & Strassbourg.
- Fidalgo F., 1983. Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del Río Salado y en la Pampa Ondulada. *Actas del Coloquio de Olavarría* **2**: 1045-1067.
- Fidalgo F., De Francesco F. & Pacual R., 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense. *Relatorio: Geología de la Provincia de Buenos Aires. Sexto Congreso Geológico Argentino*: 103-138.
- Frenguelli J., 1957. Neozoico. In: Geografía de la República Argentina. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA)* **2(3)**: 1-218.
- Freytet P. & Verrecchia P., 2002. Lacustrine and palustrine carbonate petrography: an overview. *Journal of Paleolimnology* **27**: 221-237.
- González-Bonorino F., 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires y su significación estratigráfica y sedimentológica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **20(1)**: 67-150.
- Herbst R., 2000. La Formación Ituzaingó (Plioceno). Estratigrafía y distribución. In: F.G. Aceñolaza & R. Herbst (eds.): El Neógeno Argentino. *INSUGEO, Serie Correlación Geológica* **14**: 181-190.
- Introcaso A., 1983. Estudio gravimétrico de la Provincia Geológica Bonaerense. In: Hidrología de las grandes llanuras. *Actas del Coloquio de Olavarría* **2**: 925-938.
- Iriondo M., 1987. Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe. *D'Orbignyana* **4**: 1-54.
- Iriondo M. & Kröhling D., 2009. From Buenos Aires to Santa Fe: Darwin's observations and modern knowledge. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **64**: 109-123.
- Isla F.I., 1989. ¿Uniformitarismo transgresivo o regresivo? *Boletim Paranaense de Geociencias* **46**: 165-174.
- Miquel S.E. & Parent H., 1996. Moluscos gasterópodos de la Provincia de Santa Fe, Argentina. *Malacological Review* **29**: 107-112.
- Nabel P.E., Morras H.J.M., Petersen, N. & Zech W., 1999. Correlation of magnetic and lithologic features of soils and Quaternary sediments from the Undulating Pampa, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* **12**: 311-323.
- Padula, 1972. Subsuelo de la Mesopotamia y regiones adyacentes. In: A.F. Leanza (ed.): *Geología regional argentina* **1**: 213-235.
- Pasotti P., 1968. Evidencias morfológicas del levantamiento de la "Pampa levantada" en un sector de la llanura santafesino-bonaerense. *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **53**: 1-46.
- Pasotti P., 1974. La Neotectónica en la llanura pampeana. Fundamentos para el mapa neotectónico. *Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología* **58**: 1-28.
- Pasotti P., 1981. Aporte al conocimiento del borde occidental de la cuenca Pampeana. *Boletín de la Sociedad de Estudios Geográficos* **10**: 1-4.
- Rabassa J., Tonni E.P. & Carlini A., 2009. The Ensenadian Stage/Age in southern South America. *Quaternary International* **210**: 1-3.
- Santa Cruz J.N., 1972. Estudio sedimentológico de la Fm. Puelches en la provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **27**: 5-62.
- Simpson G.G., 1940. Review of the Mammal-Bearing Tertiary of South America. *Proceedings of the American Philosophical Society* **83(5)**: 649-709.
- Tonni E.P., Nabel P., Cione A.L., Etchichury M., Tófaló R., Scillato Yané G., San Cristóbal J., Carlini A. & Vargas D., 1999. The Ensenada and Buenos Aires formations (Pleistocene) in a quarry near La Plata, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* **12**: 273-291.
- Turner, 1975. Síntesis. *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. Sexto Congreso Geológico Argentino*: 9-27.
- Yrigoyen, 1975. Geología del Subsuelo y Plataforma continental. *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires. Sexto Congreso Geológico Argentino*: 139-168.
- Zambrano J.J., 1974. Cuenas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* **29(4)**: 443-469.
- Zambrano J.J., 1981. Distribución y evolución de las cuencas sedimentarias en el continente sudamericano durante el Jurásico y el Cretácico. In W. Volkheimer & E.A. Musacchio (eds.): *Cuenas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur*: 9-44.
- Zambrano J.J., 1987. Las cuencas sedimentarias de América del Sur durante el Jurásico y Cretácico: su relación con la actividad tectónica y magmática. In W. Volkheimer (ed.): *Bioestratigrafía de los Sistemas Jurásico y Cretácico de América del Sur*: 1-48.
- Zurita A.E., Carlini A.A., Scillato-Yané G.J., Parent H., Nieto M.C. & Franco D.C., 2002. Nuevo yacimiento de mamíferos pleistocenos en el Arroyo El Tapialito, Reconquista, Santa Fe. Consideraciones bioestratigráficas y paleoambientales. *Cuarto Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, p. 57.