

Cronología radiocarbónica en paleoambientes del Pleistoceno tardío y Holoceno de la Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires

F. Mari¹, E. Fucks^{1,2}, F. Pisano³, R. Huarte¹ y J. Carbonari¹

¹ Laboratorio de Radiocarbono, CIG-LATYR, CONICET, FCNyM, Universidad Nacional de La Plata. Paseo del Bosque s/n, La Plata. latyr@fcnym.unlp.edu.ar.

² Facultad de Ciencias Naturales y Museo de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 64 n° 3, (1900) La Plata.

³ CONICET, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Calle 64 n° 3, (1900) La Plata.

RESUMEN. En la Pampa Deprimida de la provincia de Buenos Aires, se pueden diferenciar dos regiones: la continental y la planicie marina costera. En ambas se observan rasgos geomorfológicos y secuencias sedimentarias que conservan evidencias de las condiciones climáticas bajo las cuales se han generado. En momentos de morfogénesis –en la llanura de inundación del río Salado– se depositaron unidades litoestratigráficas en forma de sedimentos fluvio-lacustres con edades radiocarbónicas entre 14 ka y 0,5 ka del Pleistoceno tardío y Holoceno. En la planicie marina costera se encuentran depósitos ingresivo-litorales del pico máximo de la ingesión marina del MIS 1, del orden de los 6 ka, con un posterior y paulatino retiro del mar. En momentos de estabilidad ambiental se formaron suelos, de los cuales se han podido individualizar y datar los geosuelos Puesto Callejón Viejo y Puesto Berrondo en sus sitios tipo, con edades que los sitúan en el Holoceno tardío. Las edades en años C^{14} AP se determinaron sobre megamamíferos extinguidos, invertebrados marinos y dulceacuícolas y materia orgánica, provenientes de las unidades litoestratigráficas y pedoestratigráficas estudiadas. El clima durante el Pleistoceno tardío fue árido-semiárido. En el Holoceno con alternancias a cálido-húmedo. Este estudio aporta información referente a la factibilidad de ámbitos para los asentamientos humanos y para estudios que necesiten aportes de índole crono/litoestratigráfico.

Palabras clave: *Edades C^{14} , Paleoambientes, Pleistoceno Tardío, Holoceno, Pampa Deprimida.*

ABSTRACT. In the Depressed Pampa of Buenos Aires Province, two regions can be differentiated: the continental and the coastal marine plain environments. Geomorphological characteristics and sedimentary sequences of both sectors preserve evidences of the climatic conditions under which they were generated. In morphogenesis periods -in the floodplain of the Salado river- lithostratigraphic units were deposited in the form of fluvio-lacustrine sediments with radiocarbon ages between 14 ka and 0,5 ka in the Late Pleistocene and Holocene. In the coastal marine plain there are deposits of the MIS 1 marine ingression of circa 6 ka, with a later and gradual retreat of the sea. In periods of environmental stability soils were formed. Among them the geosoils Puesto Callejón Viejo and Puesto Berrondo have been individualized and dated on their type sites with radiocarbon ages corresponding to the Late Holocene. The ^{14}C ages in years BP were determined using bones of extinct megamammals, shells of marine and fresh water invertebrates and organic matter from the lithostratigraphic and pedostratigraphic units. The climate during the Late Pleistocene was arid-semiarid. In the Holocene there were alternations to warm-humid. This study provides information on the feasibility of areas for human settlements and for studies requiring contributions of a chrono/lithostratigraphic nature.

Keywords: *^{14}C Ages, Palaeoenvironments, Late Pleistocene, Holocene, Depressed Pampa.*

Introducción

La Pampa Deprimida de la provincia de Buenos Aires es una depresión muy ancha, asimétrica y muy poco marcada, situada entre la Pampa Ondulada y las Sierras Peripampeanas, ocupada esencialmente por la cuenca del río Salado y una gran cantidad de canales artificiales (Tricart 1973) (Figura 1). Desde el punto de vista geomorfológico se diferencian en esta región dos ambientes: el netamente continental y la planicie marina costera. En ambas se pueden observar rasgos geomorfológicos y secuencias sedimentarias que conservan evidencias de las condiciones climáticas bajo las cuales se han generado, con diversos elementos que permiten su determinación cronológica. Muchas de estas morfologías y depósitos sedimentarios del Pleistoceno tardío y Holoceno, presentan muy buenas exposiciones en las cercanías del río Salado y canales artificiales creados para la evacuación de las aguas. Los actuales trabajos de dragados permiten la observación de nuevas exposiciones, como así también la desaparición de otras.

En el ambiente continental se han depositado diferentes unidades litológicas asociadas fundamentalmente con sedimentos fluvio-lacustres en cuencas de deflación y en la llanura de inundación de este río, con edades C^{14} AP determinadas entre 14 ka y 0,5 ka, correspondiendo al Pleistoceno tardío y al Holoceno. En la planicie marina costera los depósitos ingresivo-litorales, correspondientes al pico máximo de la ingresión marina Holocena del MIS 1, se sitúan en el orden de los 6 ka C^{14} AP (Cavallotto 1995; Isla & Espinosa 1998; Spagnuolo 2005), a partir del cual se produce un retiro paulatino del mar y un sucesivo incremento en la disponibilidad del espacio tanto en esa llanura marina costera como en la planicie de inundación del río Salado (Fucks *et al.* 2010).

De los períodos de estabilización del paisaje, se han podido datar los geosuelos Puesto Callejón Viejo y Puesto Berrondo en sus sitios tipo (Fidalgo *et al.* 1973). Por evidencias recuperadas tanto de los depósitos sedimentarios como de los rasgos geomorfológicos estudiados (Tonni & Cione 1995; Prieto 1996), las fluctuaciones climáticas durante el Pleistoceno tardío sucedieron dentro de un clima general de tipo árido-semiárido que en el Holoceno variaron con alternancias a cálido-húmedas. Las edades en años C^{14} AP se determinaron sobre restos de megamamíferos extinguidos, mamíferos aún vivientes, invertebrados marinos y dulceacuícolas y materia orgánica de diferentes superficies de estabilización (paleosuelos). Las edades en años C^{14} AP permiten estimar la ubicación temporal y la duración de los procesos naturales involucrados posibilitando la correlación cronológica de los eventos sedimentarios.

El objetivo de este trabajo es brindar a las investigaciones arqueológicas, información tanto en lo referente a la factibilidad de ámbitos para los asentamientos humanos a través del tiempo -útil para las prospecciones de esta disciplina-, como para los estudios que involucren aspectos crono/estratigráficos en ésta región.

Materiales y métodos

Las muestras para datación C^{14} provienen de unidades litológicas o pedológicas individualizadas en perfiles estratigráficos, ubicados en localidades seleccionadas por la presencia de afloramientos naturales. Se emplearon diferentes materiales para datación C^{14} : colágeno extraído de huesos de mamíferos extinguidos, carbonato de calcio de valvas de moluscos dulceacuícolas/marinos y materia orgánica total de suelos.

El colágeno fue extraído de las muestras de hueso empleando el método de Longin (1971) con modificaciones (Figini *et al.* 1984; Carbonari *et al.* 1987). De las valvas de moluscos se eliminó el 20% superficial y se empleó el 80% restante para datación. De sedimentos y suelos se utilizó solo la fracción Materia Orgánica Total, previa eliminación de carbonatos. Las muestras fueron procesadas en

líneas de alto vacío para su síntesis en benceno, que se empleó para la medición de la actividad C^{14} mediante Espectrometría de Centelleo Líquido con dos equipos: Packard TriCarb 1050 y PerkinElmer 3170.

Todas las edades C^{14} informadas están expresadas en años radiocarbónicos convencionales (años C^{14} AP), que significa que las edades están expresadas en años radiocarbónicos antes del presente (AP= 1950 AD), corregidas por $\delta^{13}C$ (mediante tablas) y expresadas con un error de $\pm 1 \sigma$ (Stuiver & Polach 1977). No se efectúan correcciones por efecto de reservorio.

Presentación de los resultados

A lo largo del río Salado se realizaron diferentes observaciones, donde se procedió al levantamiento de los perfiles y de los materiales a ser utilizados para las dataciones (Figura 1). En la Tabla 1 se muestran las edades radiocarbónicas obtenidas en el LATYR de cada sitio, con la referencia de ubicación en el curso del río Salado. La Figura 2 incluye los perfiles relevados en la región continental y la Figura 3 los correspondientes a la región de la planicie marina costera. En las ordenadas se representan las edades radiocarbónicas y en las abscisas los sitios relevados donde se indica la unidad muestreada y el tipo de muestra fechada. Cabe aclarar, que solo se registran aquellas unidades en las que se encontró material apto para datación. A lo largo del curso hay unidades que fue posible fechar en más de un sitio, mientras que hay otros que no presentan todas las unidades.

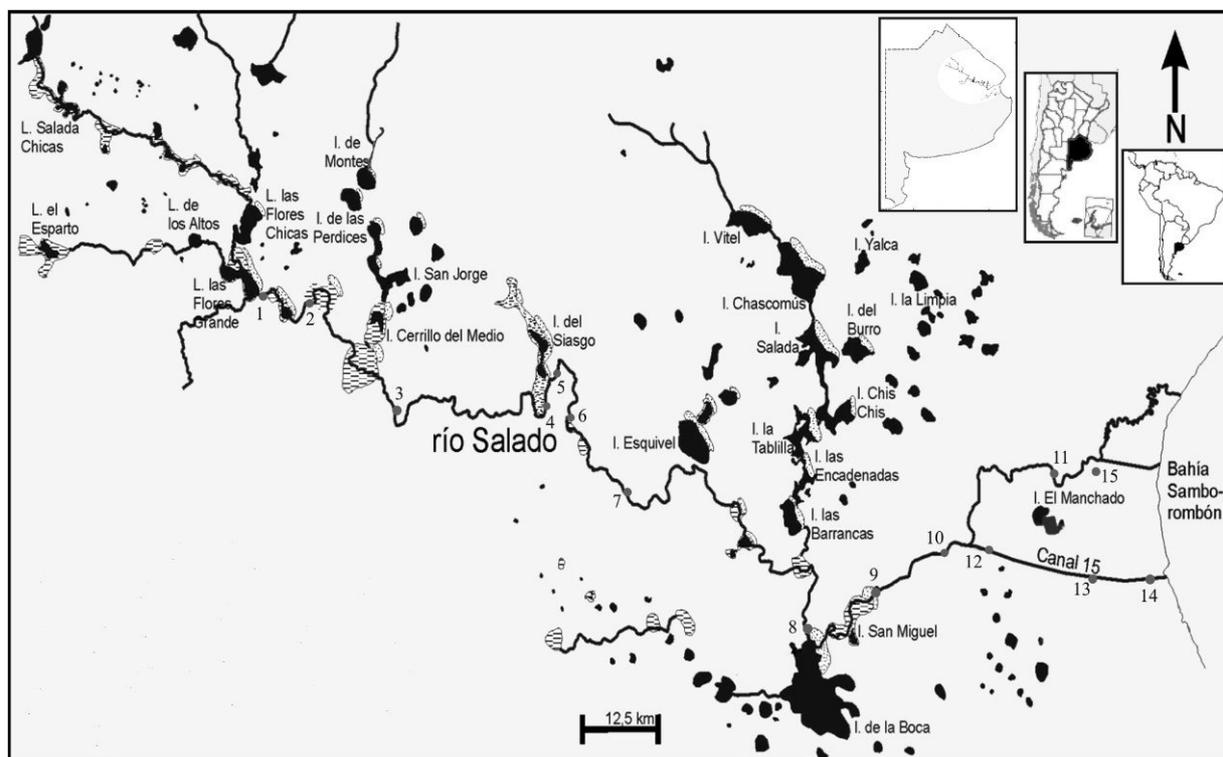


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en la red de drenaje del sector inferior y medio de la depresión del Salado. Referencias: 1= Puente Romero, 2= Los Horneros, 3= Los Cerrillos, 4= Balneario General Belgrano, 5= Termas de General Belgrano, 6= Frigorífico General Belgrano, 7= Puente Las Gaviotas, 8= Laguna San Lorenzo, 9= Estancia La Postrera, 10= Los Carpinchos, 11= Puesto Berrondo, 12= Puesto Callejón Viejo, 13= Canal 15, 14= Cerro de la Gloria, 15= Rincón de López.

Tabla 1. Dataciones C^{14} de la cuenca del Salado.

Referencia	Sitio	LP	Edad	Muestra
1	Pte. Romero	2153	680+/-60	●
		2228	1650+/-80	●
		2697	2900+/-60	○
		2699	8720+/-100	●
2	Los Horneros	2693	710+/-40	●
		2703	3960+/-90	○
3	Los Cerrillos	2299	9570+/-160	●
		2184	12100+/-100	○
		2568	12380+/-90	▲
		2259	12860+/-120	▲
		2140	13400+/-200	▲
4	Balneario Gral. Belgrano	1445	1060+/-40	●
		1769	2440+/-70	●
		1773	4220+/-90	○
		1770	8640+/-110	●
5	Termas de Belgrano	2519	1770+/-40	●
		2514	5100+/-100	○
6	Frigorífico Belgrano	2179	1240+/-60	●
		2278	3040+/-70	●
		2253	11690+/-110	●
7	Puente Las Gaviotas	2483	1550+/-80	●
		2515	9280+/-150	●
8	Laguna San Lorenzo	2119	2580+/-50	○
		2127	5610+/-110	●
9	La Postera	2577	1840+/-80	●
		2509	5920+/-90	●
		2561	9510+/-110	●
10	Los Carpinchos	2586	1070+/-80	●
		2597	6730+/-100	●
11	Puesto Berrondo	1766	1710+/-60	●
		1700	3540+/-70	●
		1701	4010+/-90	○
		1574	4110+/-60	●
		1580	6180+/-100	●
12	Puesto Callejón Viejo	1209	5640+/-70	●
		1211	5870+/-70	●
13	Canal 15	50	6150+/-190	●
		66A	6490+/-230	●
		66B	6760+/-190	●
14	Cerro de la Gloria	147	4220+/-110	●
		107	4440+/-110	●
		110	4510+/-110	●
		109	4550+/-100	●
		154	4610+/-90	●
		108	4800+/-90	●
15	Rincón de López	52	4920+/-220	●
		67B	5930+/-220	●
		67A	6060+/-200	●
		49	7030+/-320	●

Nota: Edades radiocarbónicas continentales convencionales (Stuiver 1977) corregidas por $\delta C^{13}\text{‰}$ según tablas, asumiendo los valores de -8‰ para valvas continentales, -24‰ para materia orgánica y -20‰ para huesos (Polach 1976; Stuiver & Polach 1977).

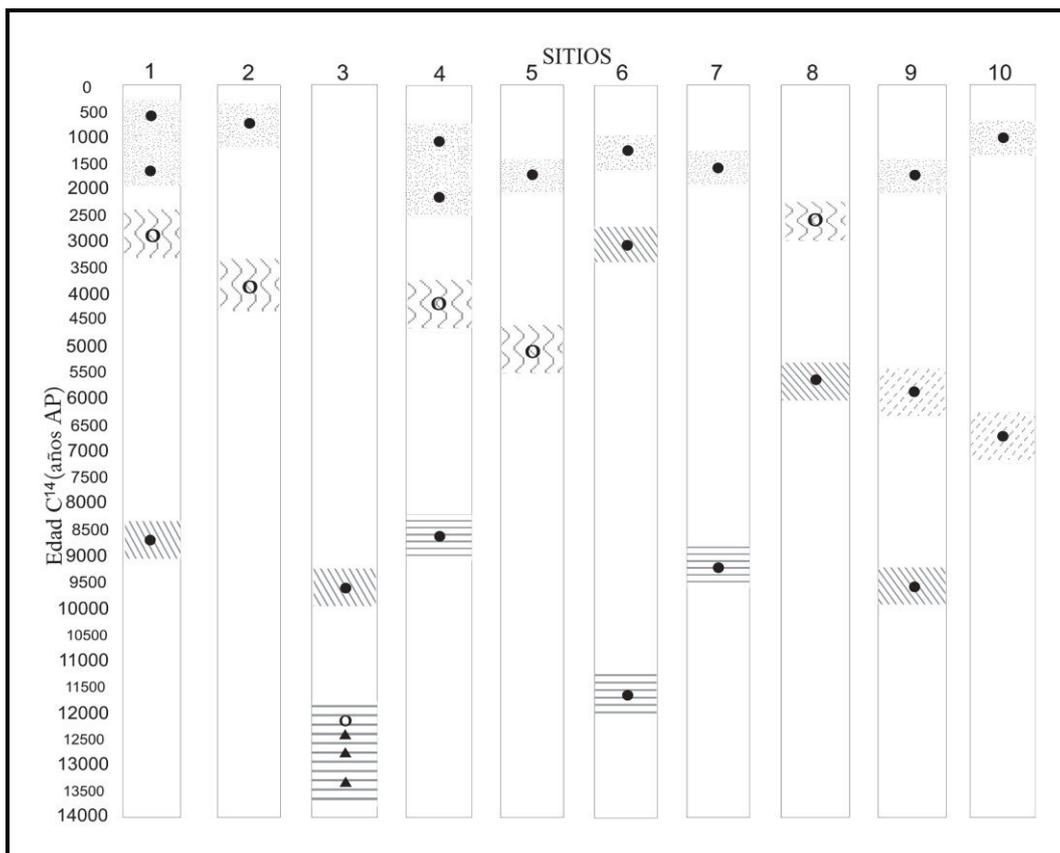


Figura 2. Región Continental. Posicionamiento de las edades radiocarbónicas en los sitios, describiendo unidades estratigráficas y tipo de muestra.

Referencias: círculo lleno= valva, círculo vacío= materia orgánica, triángulo= hueso.

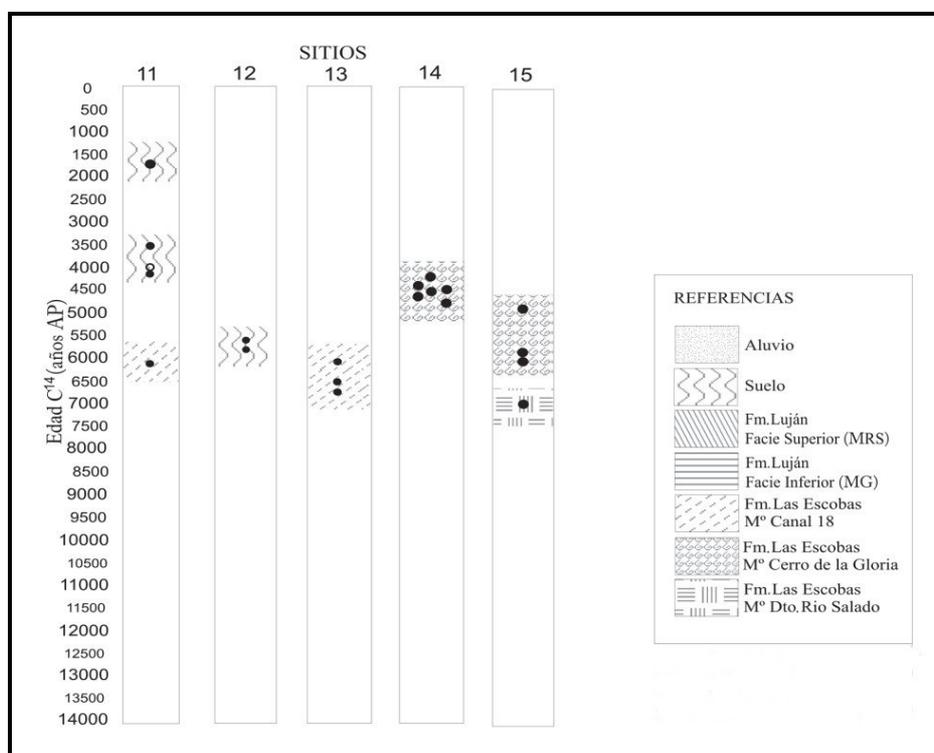


Figura 3. Región Planicie Marina Costera. Posicionamiento de las edades radiocarbónicas en los sitios, describiendo unidades estratigráficas y tipo de muestra.

Referencias: círculo lleno= valva, círculo vacío= materia orgánica, triángulo= hueso.

Análisis de los resultados y conclusiones

Está muy extendido el uso de dataciones radiocarbónicas utilizando diferentes tipos de muestras extraídas de secuencias en planicies de inundación. Las valvas de moluscos, tanto dulceacuícolas como marinas, son muy empleadas dando edades C^{14} altamente confiables, en especial cuando no presentan alteraciones macroscópicas superficiales por meteorización en el periostraco (Gozlar & Pazdur 1985). Es conocido que los moluscos, presentan frecuentemente un envejecimiento en su edad C^{14} , llamado efecto de reservorio (R). El efecto de reservorio de las masas marinas fue calculado (Stuiver & Braziunas 1993) en 400 años como valor promedio, implicando que todos estos organismos marinos deberían corregirse por este valor. Recientes investigaciones (Gómez *et al.* 2008; Lewis *et al.* 2008; Dubois 2009; Negrete *et al.* 2011) han puesto de manifiesto diferencias locales en la edad del reservorio. La discrepancia entre el reservorio regional y local se denomina ΔR . Para la costa de la provincia de Buenos Aires los valores preliminares son muy dispares (Gómez *et al.* 2008) y requieren más investigación. Un caso particular es el envejecimiento de la edad que manifiestan los moluscos continentales, debido a la alimentación pueden incorporar carbonos de edades C^{14} muy variables. Hay en la bibliografía (Tammers 1970; Goodfriend & Hood 1983; Goodfriend 1987), diferencias muy marcadas entre moluscos dulceacuícolas y terrestres. A diferencia de los marinos, no hay una corrección general. La disponibilidad de alimentos (aguas, carbonatos, vegetales) es ampliamente variable, los especímenes incorporan desde actividades C^{14} muy empobrecidas hasta actuales. El efecto de reservorio es característico de cada lugar en particular, taxón dependiente y de difícil determinación. Por lo expuesto, los autores no realizan correcciones por efecto de reservorio y expresan las edades como años radiocarbónicos convencionales AP.

La materia orgánica de los suelos y/o geosuelos ha demostrado ser muy conveniente para datar, cuando estas unidades provienen de ambientes de planicies de inundación, dominados por procesos sucesivos relativamente rápidos de acumulación de sedimentos-estabilización del paisaje (Orlova & Panichev 1985). Las dataciones de colágeno, extraído de restos que se encuentren con un grado de diagénesis que haya posibilitado la preservación del 4% de proteína contenida en los mismos, son altamente confiables.

Cuando se analizan las dataciones radiocarbónicas empleando estos tres tipos de muestras, se deben tener en cuenta dos aspectos que hacen a la significación de las edades obtenidas: 1) las edades C^{14} provenientes de valvas y de colágeno de huesos, son el resultado de emplear sustancias altamente organizadas y estables a través del tiempo, que han sido parte constitutiva de organismos. Estas proveen la edad de muerte. 2) las dataciones C^{14} de materia orgánica de suelos proveen edades que se deben considerar como “tiempo medio de residencia” ó “tiempo medio aparente de residencia”, significando que la edad informada es aproximadamente un promedio de las diferentes edades de la materia orgánica de ese suelo incorporada durante todo el período de su formación (Scharpenseel & Becker-Heidmann 1992; Mayer *et al.* 2008).

En algunos sectores, se observan paleosuelos con desarrollos incipientes, interrumpidos por procesos de acumulación. Por ello, es común observar en la planicie de inundación del río Salado –que configura un ambiente susceptible de recibir aportes sedimentarios- la presencia de niveles pedológicos que se interrumpen lateralmente en metros y que evidentemente responden a condiciones estrictamente locales.

Los geosuelos definidos en la cuenca del río Salado, denominados Puesto Callejón Viejo, Puesto Berrondo y La Pelada (*sensu* Fidalgo *et al.* 1973) fueron posteriormente extrapolados a gran parte de la llanura pampeana. Se ha abierto una problemática con respecto a la posición cronológica de Puesto Callejón Viejo en el sitio tipo y con respecto a la correlación Puesto Berrondo-La Pelada (Figini *et al.* 2003; Fucks *et al.* 2007). Las edades C^{14} del geosuelo Puesto Callejón Viejo, determinadas en el sitio tipo (que se encuentra en la planicie de inundación del río Salado inferior dentro de la Planicie Marina

Costera), considerado límite Pleistoceno-Holoceno (Fidalgo & Tonni 1982), son posteriores al Máximo Transgresivo del Holoceno (ubicado en *circa* 6000 años C¹⁴ AP). Es decir, que en la Planicie Marina Costera, las edades de los geosuelos y de los sedimentos aluviales que los suprayacen son de una génesis posterior al Máximo Transgresivo del Holoceno. Los geosuelos denominados Puesto Berrondo y La Pelada arrojan edades C¹⁴ que brindan elementos de juicio para considerar que han sido el resultado de estabilizaciones locales del paisaje. Hasta el momento sus correlaciones no han sido establecidas por las escasas dataciones.

Los sedimentos aluviales -que colmatan muchas secuencias- fueron considerados tradicionalmente modernos o históricos (Fidalgo *et al.* 1973; Fucks *et al.* 2005). Las dataciones C¹⁴ brindan edades muy superiores, alcanzando hasta *circa* 2000 años C¹⁴ AP. Estos sedimentos, en algunos casos presentan varios paleosuelos incipientemente desarrollados.

Unidades litoestratigráficas muy difundidas y muy bien representadas en otros ambientes fluviales de la llanura pampeana como el Miembro Guerrero (Fm Luján) datado entre 21.000 años C¹⁴ AP y 10.000 años C¹⁴ AP (Tonni *et al.* 2003), se presenta de manera saltuaria y poco espesor. Una muestra en posición cuspidal en esa unidad brindó una edad Holoceno temprano (*circa* 8500 años C¹⁴ AP). Uno de los autores del presente trabajo (EF) considera a esa unidad estratigráfica -muy poco representada en esta cuenca- como una expresión facial. En un trabajo en preparación reinterpretará el hasta aquí denominado Miembro Guerrero.

La presencia de geosuelos en una unidad estratigráfica nos indica una estabilización de esa superficie topográfica que en el caso de la Planicie Marina Costera son tiempo transgresivos. Aunque la posición estratigráfica de algunos geosuelos, puede inducir a considerar una estabilización regional del paisaje, las dataciones radiocarbónicas efectuadas discriminan aquellos que pueden ser sincrónicos, de aquellos diacrónicos.

Agradecimientos

A las instituciones patrocinantes del CIG-LATYR: CONICET y Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. A Andrea Di Bastiano por su colaboración en la graficación de la presentación de los resultados. A Adrián Perla y Andrea Di Bastiano por la preparación de muestras para datación radiocarbónica. Se agradece a los revisores Gustavo A. Martínez y anónimo los comentarios y sugerencias efectuados sobre el manuscrito, las que contribuyeron sustancialmente a mejorar la versión final.

Referencias

- Carbonari, J., Figini, A., Gómez, G., Tonni, E. & Fidalgo, F. 1987. Edades Isotópicas de cetáceos fósiles de la Formación Las Escobas, NE de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Actas X Congreso Geológico Argentino* 3: 179-183, Tucumán.
- Cavallotto, J. 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicado en el margen sur del Río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 237 pp. (Inédito).
- Dubois, C. 2009. Valores del efecto reservorio marino para los últimos 5.000 años obtenidos en concheros de la costa atlántica norpatagónica (Golfo San Matías). *Magallania* 37(2): 139-147.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. & Colado, U. 1973. Geología superficial de las hojas Castelli, J. M. Cobo y Monasterio (Pcia. de Bs As). *Actas V Congreso Geológico Argentino* 4: 27-39, Córdoba.
- Fidalgo, F. & Tonni, E. 1982. The Holocene in Argentina. En: J. Mangerud, H. J. B. Birks & K. D. Jäger (eds.): *Chronostratigraphic subdivision of the Holocene*, vol 16, pp. 49-52. Striae, Uppsala.

- Figini, A., Gómez, G., Carbonari, J., Huarte, R. & Zubiaga, A. 1984. Museo de La Plata Radiocarbon Measurements I. *Radiocarbon* 26(1): 127-134.
- Figini, A., Carbonari, J. & Huarte, R. 2003. Geosuelo Puesto Callejón Viejo. Su posición cronológica y relación con eventos paleoclimáticos y paleoambientales. *Actas II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología* 1: 93-100, Tucumán.
- Fucks, E., Aguirre, M. & Deschamps, C. 2005. Late Quaternary continental and marine sediments of northeastern Buenos Aires province (Argentina): Fossil content and paleoenvironmental interpretation. *Journal of South American Earth Sciences* 20: 45-56.
- Fucks, E., Huarte, R., Carbonari, J. & Figini, A. 2007. Geocronología, Paleoambientes y Paleosuelos Holocenos en la Región Pampeana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62(3): 425-433.
- Fucks, E., Schnak, E. & Aguirre, M. 2010. Nuevo ordenamiento estratigráfico de las secuencias marinas del sector continental de la Bahía de Samborombón, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67(1): 27-39.
- Gomez, E., Borel, M., Aguirre, M. & Martinez, D. 2008. Radiocarbon Reservoir Age and Hardwater Effect for The Northeastern Coastal Waters of Argentina. *Radiocarbon* 50(1): 119-129.
- Goodfriend, G. 1987. Radiocarbon age anomalies in shell carbonate of land snails from semi-arid areas. *Radiocarbon* 29(2): 159-167.
- Goodfriend, G. & Hood, D. 1983. Carbon isotope analysis of land snail shells: implications for carbon sources and radiocarbon dating. *Radiocarbon* 25(3): 810-830.
- Gozlar, T. & Pazdur, M. 1985. Contamination studies on molluscs shell samples. *Radiocarbon* 27(1): 49-55.
- Isla, F. L. & Espinosa, C. 1998. Modelo sedimentario de colmatación de pequeños estuarios dominados por limos, Provincia de Buenos Aires. *Actas 7ª Reunión Argentina de Sedimentología*, 24-36, Salta.
- Lewis, C., Reimer, P. & Reimer, R. 2008. Marine reservoir Corrections: St. Helena, South Atlantic Ocean. *Radiocarbon* 50(2): 275-280.
- Longin, R. 1971. New method for collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature* 230: 241-242.
- Mayer, J., Burr, G. & Holliday, V. 2008. Comparisons and interpretations of charcoal and organic matter radiocarbon ages buried soils in north-central Colorado. USA. *Radiocarbon* 50(3): 331-346.
- Negrete, J., Soibelzon, E., Tonni, E., Carlini, A., Soibelzon, L., Poljak, S., Huarte, R. & Carbonari, J. 2011. Antarctic radiocarbon reservoir: the case of the mummified crabeater seals (*Lobodon carcinophaga*) in bodman cape, Seymour Island, Antarctica. *Radiocarbon* 53(1): 161-166.
- Orlova, L. & Panichev, V. 1985. The reliability of Radiocarbon dating buried soils. *Radiocarbon* 35(3): 367-377.
- Prieto, A. R. 1996. Late Quaternary vegetational and climatic changes in the Pampa grassland of Argentina. *Quaternary Research* 45: 73-88.
- Scharpenseel, H. & Becker-Heidmann, P. 1992. Twenty-five years of radiocarbon dating soils: paradigm of erring and learning. *Radiocarbon* 34(3): 541-549.
- Spagnuolo, J. 2005. Evolución geológica de la región costera-marina de Punta Alta, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, 269 pp. (Inédito).
- Stuiver, M. & Polach, E. 1977. Discusión. Reporting of ^{14}C Data. *Radiocarbon* 19(3): 355-363.
- Stuiver, M. & Braziunas, T. 1993. Modeling Atmospheric C^{14} Influences and C^{14} Ages of Marine Samples to 10000 BC. *Radiocarbon* 35(1): 137-189.
- Tammers, M. 1970. Validity of radiocarbon dates on terrestrial snail shells. *American Antiquity* 35: 94-100.
- Tonni, E. & Cione, A. 1995. Los mamíferos como indicadores de cambios climáticos en el cuaternario de la Región Pampeana de la Argentina. En: J. Argollo & P. Mourguiart (eds.): *Los climas cuaternarios en América del Sur*, pp. 319-326. ORSTOM, La Paz.
- Tonni, E., Huarte, R., Carbonari, J. & Figini, A. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tricart, J. 1973. *Geomorfología de la Pampa Deprimida*. Colección Científica 12. INTA, Buenos Aires. 202 pp.