



RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO EN SECUENCIAS SEDIMENTARIAS DEL CENOZOICO TARDÍO EXPUESTAS EN ENTRE RÍOS, ARGENTINA

Ana María Walther*^{1,2} and Mabel Mena^{1,3}

¹ Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGeBA).

² Universidad de Buenos Aires (UBA)

³ Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR).

RESUMEN

Se presenta un estudio paleomagnético preliminar realizado en las formaciones La Juanita y Punta Gorda, del Grupo Punta Gorda y la Formación Salto Ander Egg. Estas unidades sedimentarias están expuestas en la Provincia de Entre Ríos. Las direcciones de remanencia magnéticas encontradas permitieron asignar edades magnéticas que llevaron a las siguientes interpretaciones: 1) considerar una edad Matuyama para el Grupo Punta Gorda, con la Fm. La Juanita ubicada en el techo del Sanandresense mientras la Fm. Punta Gorda se habría depositado durante el evento normal Olduvai. 2) La Fm. La Juanita tendría un edad más joven (≤ 1.77 Ma) dentro del cron Matuyama y la Fm. Punta Gorda podría corresponder con el evento normal Jaramillo o alternativamente a la base del cron Bruhnes. La primera opción sugiere que el Grupo Punta Gorda se depositó en un ciclo de sedimentación continua durante el Pleistoceno temprano (2.5-1.77 Ma). Las otras opciones sugieren una secuencia sedimentaria muy extendida temporalmente, desde 2.5 Ma hasta la base del Pleistoceno medio (≤ 0.78 Ma), con unidades separadas por discontinuidades representativas de lapsos significativos. La polaridad normal y la edad Pleistoceno tardío previamente asignada sugieren una edad magnética Bruhnes < 0.78 Ma para la Fm. Salto Ander Egg.

Palabras clave: Cenozoico tardío, magnetoestratigrafía, Grupo Punta Gorda, edad magnética.

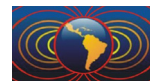
ABSTRACT

We present a preliminary paleomagnetic study performed on three late Cenozoic continental sedimentary units, exposed at Entre Ríos province: La Juanita and Punta Gorda formations, belonging to the Punta Gorda Group, and the Salto Ander Egg Formation. The magnetic remanence directions allowed to assign magnetic ages that lead to the following interpretations: 1) Consider a Matuyama age for the Punta Gorda group, then La Juanita Fm. would correspond at the top of Sanandresian while the Punta Gorda Fm. may have been deposited during the Olduvai normal event. 2) La Juanita Fm. was deposited during the Matuyama chron but with a younger age (≤ 1.77 Ma). The Punta Gorda Fm. may correspond to the Jaramillo normal event or alternatively to the bottom of Bruhnes chron. The first option suggests that Punta Gorda Group was deposited in a cycle of continuous sedimentation during the Early Pleistocene, (2.5-1.77 Ma). The other options suggest a time-extended sedimentary sequence from 2.5 Ma to the bottom of the Middle Pleistocene (≤ 0.78 Ma), with units separated by unconformities that represent significant periods of time. A normal polarity and the previously assigned age of upper Pleistocene suggest a Bruhnes magnetic age < 0.78 Ma for Salto Ander Egg Fm.

Keywords: Late Cenozoic, magnetostratigraphy, Grupo Punta Gorda, magnetic age.

Introducción

En la Mesopotamia argentina, especialmente en la provincia de Entre Ríos, se encuentran expuestas diversas unidades estratigráficas que registraron una amplia secuencia temporal extendida desde el Mioceno tardío hasta el Holoceno. En este trabajo se presenta un estudio paleomagnético preliminar efectuado en el sureste



de esa provincia, sobre sedimentos fluviales del Cenozoico pertenecientes a las formaciones La Juanita y Punta Gorda, ambas del Grupo Punta Gorda y, a la Fm. Salto Ander Egg (Fig. 1). El grupo Punta Gorda comprende la Fm. Puerto Alvear, ubicada en la base y no estudiada en este trabajo, y las formaciones La Juanita y Punta Gorda. Estas dos últimas unidades están integradas por limos de colores castaños, pardos y verdosos, contienen concreciones características de carbonato de calcio y fueron depositadas en ambientes palustres, eólicos y fluviales (Brunetto *et al.*, 2007). La Fm. Salto Ander Egg está integrada por sedimentos fluviales que se apoyan en discordancia sobre las unidades anteriormente mencionadas (Brunetto *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo fue analizar la estabilidad de las remanencias y la mineralogía magnética portadora para determinar direcciones de remanencia magnética que permitan asignar una edad magnética a los sedimentos estudiados, y aportar a la ubicación temporal y a la correlación estratigráfica de las secuencias cenozoicas tardías.

Muestreo y Metodología

Se realizaron cuatro muestreos sistemáticos en el Departamento Diamante: Uno de ellos se realizó en una cantera de la localidad de La Juanita, dos en sendos perfiles sobre la barranca del río Paraná, ubicados en la localidad de Punta Gorda y un cuarto en la margen izquierda del arroyo Ensenada (Sitios (1), (2), (3) y (4) en la Figura 1). En la cantera se muestrearon cuatro niveles en los 1.70 metros inferiores de la Fm. La Juanita y cuatro niveles en los 1.20 metros inferiores de la Fm. Punta Gorda. En los dos perfiles en el río Paraná, se muestrearon cinco niveles de la Fm. La Juanita y diez de la Fm. Punta Gorda. En la margen izquierda del arroyo Ensenada se encuentra expuesta la Fm. Salto Ander Egg. Esta unidad está integrada por dos miembros, uno inferior (verde) y otro superior (rojo). De cada miembro se muestrearon 3 niveles separados verticalmente entre 8 y 20 cm. En todos los muestreos se extrajeron entre 5 y 7 especímenes por nivel empleando portamuestras de hidrobronce debido a que estas unidades sedimentarias se encuentran poco consolidadas. Los especímenes fueron orientados *in situ* respecto al norte magnético y al plano horizontal y consolidados con silicato de sodio pro análisis.

La estabilidad de las remanencias portadas por los sedimentos fue analizada mediante los métodos habituales de desmagnetización por campos alternos linealmente decrecientes (AF) y por altas temperaturas. Se emplearon para ello un magnetómetro criogénico 2G Enterprise con equipo AF incorporado y un equipo de desmagnetización térmica Schonstedt TSD-10. Además se utilizó un susceptibilímetro AGICO Kappabridge MFK1 para medir la susceptibilidad magnética a temperatura ambiente y realizar curvas de variación de la susceptibilidad con el campo y a tres frecuencias en especímenes especialmente elegidos.

Los tratamientos AF se aplicaron sobre especímenes previamente extraídos de la capsula de hidrobronce, empleando entre 15 y 17 etapas de desmagnetización bajo campos de 0 a 120 mT. Los incrementos entre etapas sucesivas fueron de 2 a 3 mT en campos bajos y de 5 a 10 mT en los campos más altos. Los tratamientos de desmagnetización por altas temperaturas se realizaron en doce etapas sucesivas desde 100° C a 630° C. Se determinaron componentes de remanencia magnética mediante análisis de componentes principales (Kirschvink, 1980), empleando al menos cuatro etapas de desmagnetización y con un ángulo de desviación máximo (MAD) < 10°, salvo en algunos pocos casos donde fue necesario extender el rango a MAD < 15°.

Resultados Paleomagnéticos

Los especímenes de todas las unidades se comportaron de modo diferente frente a las dos técnicas de desmagnetización usadas, dado que las remanencias residuales obtenidas mediante AF presentaron menor dispersión. Respecto de las formaciones del Grupo Punta Gorda, varios especímenes de las formaciones La Juanita y Punta Gorda del perfil del Paraná presentaron bajas intensidades y comportamientos erráticos ante ambas desmagnetizaciones, por lo que fueron descartados para el cálculo de direcciones medias de remanencia. Por el contrario, en el perfil de la cantera los especímenes de ambas formaciones presentaron

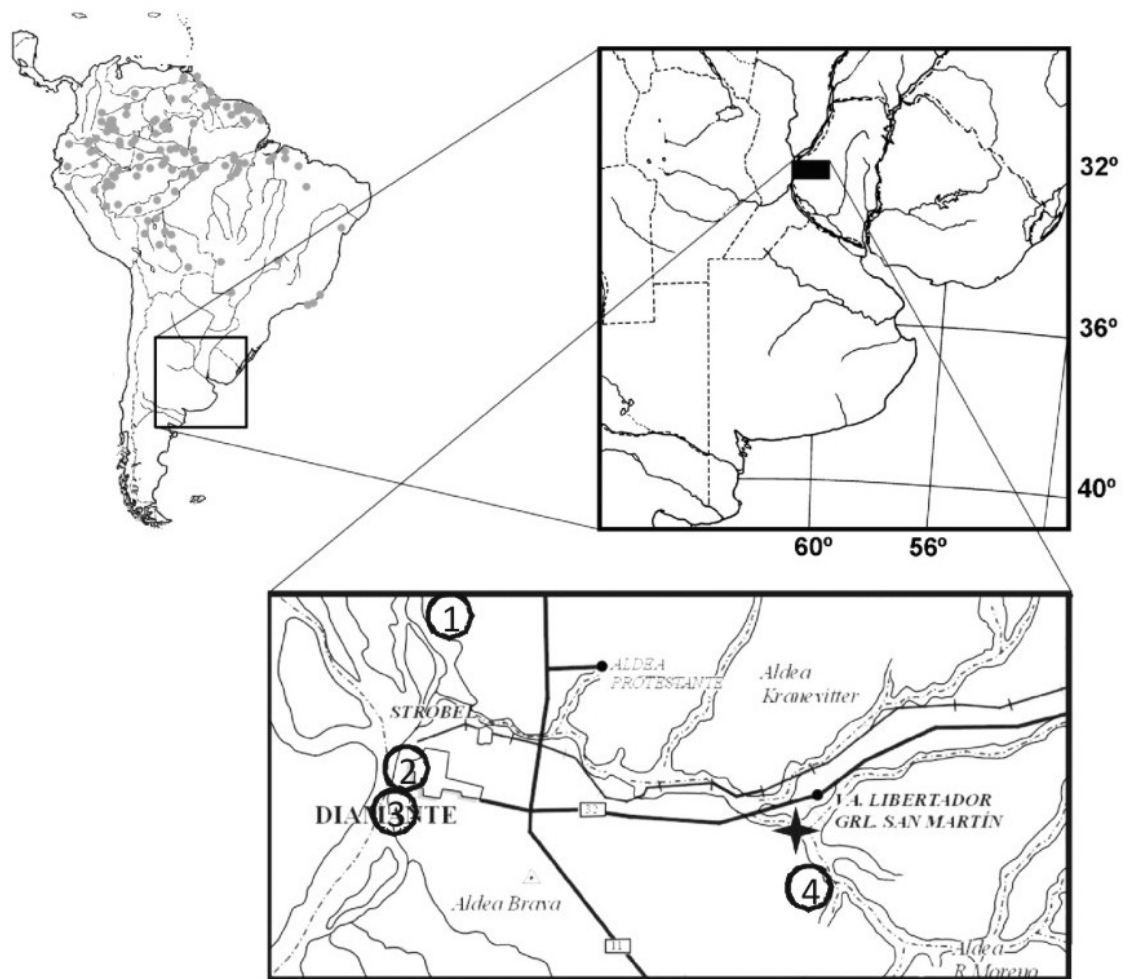
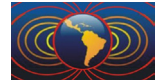


Figura 1. Ubicación geográfica de las cuatro localidades de muestreo. (1) Cantera de La Juanita; (2) y (3) perfiles en la barranca del río Paraná; (4) margen izquierda del arroyo Ensenada.

remanencias estables. Para la Fm La Juanita se determinó una dirección media de remanencia magnética a partir de 9 sitios, con declinación $D = 189.9^\circ$, inclinación $I = 41.4^\circ$, parámetro de concentración $k = 72.3$ y $\alpha_{95} = 6.1$. Para la Fm Punta Gorda, a partir de 8 sitios, se calculó una dirección media con $D = 49.0^\circ$, $I = -59.1^\circ$, $n = 8$; $k = 70.3$ y $\alpha_{95} = 6.7$ (fig. 2). Las direcciones medias de ambas formaciones presentan polaridades opuestas, si bien no resultan antípodas (27.5° de separación entre los ejes de ambas direcciones) dando *reversal tests* rechazados al 95% de confianza.

Los dos miembros de la Fm Salto Ander Egg presentan algunas diferencias en sus mineralogías magnéticas. La desmagnetización térmica permitió observar en ambos miembros una fase de alta temperatura de bloqueo, con remanencias que persisten por arriba de los 620°C , comportamiento que es indicativo de la presencia de hematita como portador. Pero mientras que los especímenes extraídos en el miembro inferior evidencian además la presencia de minerales magnéticos con temperaturas de desbloqueo en el intervalo de 250°C a 500°C , en el miembro superior se evidencian minerales que tienen temperaturas de desbloqueo entre 450°C y 580°C , indicativas de titanomagnetitas pobres en titanio o de magnetita. También aparecen algunas diferencias en la desmagnetización por AF: los especímenes del miembro inferior presentan fuerzas coercitivas principales bajas, entre 20 mT y 50 mT, aunque el decaimiento de la intensidad de remanencia se extiende hasta las 120 mT quedando por encima de esos campos intensidades menores al 7 % de la

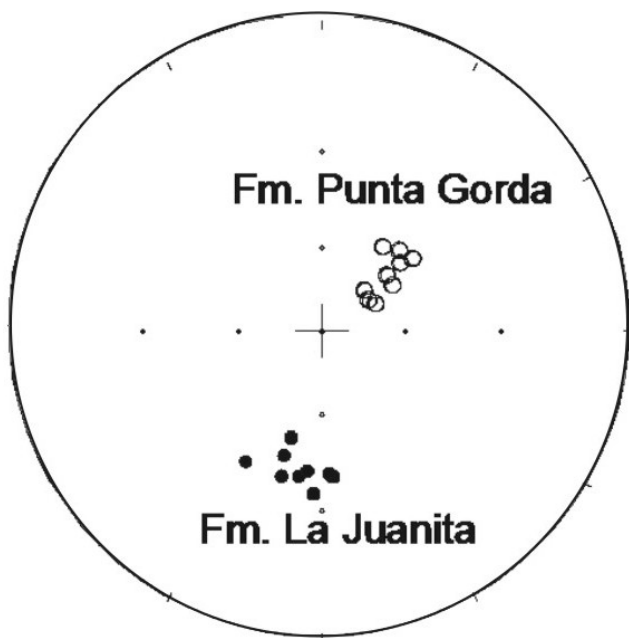
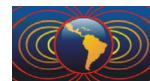


Figura 2. Direcciones de remanencia media por sitio para las formaciones La Juanita y Punta Gorda (● = inclinación positiva), (○ = inclinación negativa).

remanencia natural. En el miembro superior la curva de decaimiento es semiparabólica entre 2 y 120 mT acercándose asintóticamente al 5% sin alcanzarlo, lo que podría indicar la presencia de una única mineralogía magnética de muy variada granulometría, que podría atribuirse a titanomagnetitas pobres en Ti, a la que se superpone la presencia de hematita en menor proporción. Los sitios de ambos miembros permitieron definir remanencias estables con direcciones coherentes entre sí, por lo que a partir de los 6 sitios se calculó una dirección media para la formación, con $D = 11.0^\circ$, $I = -32.6^\circ$, $n = 6$, $k = 30.13$ y $\alpha_{95} = 4.6$. La polaridad normal de la remanencia es concordante con una edad magnética Bruhnes.

Discusión y Conclusiones

La unidad basal del Grupo Punta Gorda es la Formación Puerto Alvear, cuya edad fue asignada al subpiso / subedad Sanandresense del Marplatense (cron Matuyama) a partir del contenido de mamíferos fósiles (Brunetto *et al.*, 2007). Según las polaridades encontradas y teniendo en cuenta la información fosilífera, se pueden hacer distintas interpretaciones:

- Se podría considerar para todo el grupo edades dentro del intervalo de polaridad reversa Matuyama (2.59 a 0.78 Ma). A la Fm. La Juanita le podría corresponder una edad Matuyama en el techo del Sanandresense mientras que la Fm. Punta Gorda se habría depositado durante el evento normal Olduvai (1.95 a 1.77 Ma; Oggs, 2013).
- Otra interpretación sería considerar que la Fm. La Juanita se habría depositado durante el cron Matuyama pero tendría una edad más joven (≤ 1.77 Ma) y la Fm. Punta Gorda podría corresponder al evento normal Jaramillo (1.07 a 0.99 Ma) del Pleistoceno temprano o alternativamente podría corresponder a la base del cron Bruhnes (≤ 0.78 Ma).

La primera alternativa apoya la idea de que el Grupo Punta Gorda se habría depositado en un ciclo de sedimentación continua durante el Pleistoceno temprano, que puede ajustarse a edades comprendidas entre aproximadamente 2.5 Ma y 1.77 Ma. Las otras cronologías podrían ser interpretadas como representativas de una secuencia sedimentaria extendida en el tiempo que duró desde aproximadamente 2.5 Ma hasta la base del Pleistoceno medio (≤ 0.78 Ma). En esta última alternativa, las unidades estarían separadas por discordancias que representarían lapsos de tiempo significativos.



De acuerdo con la edad Pleistoceno superior previamente asignada a la Fm. Salto Ander Egg (Brunetto *et al.*, 2009) y a la polaridad normal de la remanencia definida en este estudio estos sedimentos podrían tener una edad magnética Bruhnes, menor a 0.78 Ma.

Agradecimientos

Este estudio fue realizado con el soporte económico del proyecto PICT 2007, N°392. Todas las mediciones fueron realizadas en el Laboratorio de Paleomagnetismo Daniel Valencio, del Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGeBA).

Referencias

- Brunetto, E., Noriega, J.I., Ferrero, B., Zamboni, L. and Gottardi, G., 2007. Relaciones estratigráficas de campo en unidades pliocenas y pleistocenas del departamento Diamante, provincia de Entre Ríos. *Actas XXIII Jornadas Argentinas de Paleontología Vertebrados*, Trelew.
- Brunetto, E., Ferrero, B.S., Noriega, J.I., Gottardi, M.G., Zamboni L. and Galina, G., 2009. Formación Salto Ander Egg: depósitos fluviales del Pleistoceno Superior, en el Suroeste de Entre Ríos. IV Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, XII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário y II Reunión sobre el Cuaternario de América del Sur, La Plata. Actas de resúmenes, 260 p.
- Kirschvink, J.L., 1980. The least-squares and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophysical Journal of the Royal astronomical Society* 67, 699-718.
- Ogg, J. G., 2013. Magnetic Polarity Time Scale of the Phanerozoic, in Global Earth Physics (editor: T. J. Ahrens), *American Geophysical Union*, Washington, D. C.. doi: 10.1029/RF001p0240