

PROBABLE CONEXIÓN ENTRE EL COMPORTAMIENTO DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE Y CAMBIOS CLIMÁTICOS DURANTE EL CENOZOICO TARDÍO

María Julia Orgeira^{1*}, Silvia Duahu², Claudia Gogorza³, Ana M. Sinito³

¹ IGEBA, CONICET, Universidad de Buenos Aires, Departamento de Ciencias Geológicas, FCEyN, Buenos Aires, Argentina.

² CONICET

³ CIFICEN, CONICET, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina.

RESUMEN

Aunque la actividad solar y los ciclos orbitales son los forzantes climáticos más importantes reconocidos al presente, otras variables están cobrando relevancia en los últimos tiempos (fig. 1). La actividad de Sol es claramente un importante factor de cambios, no sólo en el clima, sino también en el comportamiento de la ionosfera, la magnetósfera, y el campo geomagnético externo (Courtillet *et al*, 2007). Este campo modula el flujo entrante de rayos cósmicos galácticos, los cuales se reconocen como un potencial forzante del clima. Variaciones a intervalos regulares del campo magnético terrestre acaecidas en los últimos milenios parecen estar correlacionados con eventos climáticos significativos en el este de la región del Atlántico Norte (Courtillet *et al*, 2007). Debido a ello, se sugiere un mecanismo por el cual el campo magnético interno en sí podría desencadenar importantes cambios climáticos, posiblemente a través de la relación radiación cósmica, ó a la modulación de los vórtices polares conjuntamente con la actividad solar.

Luego, por una parte el campo geomagnético (CMT) modula la entrada de radiación cosmogénica y por otra, existe una correlación entre la radiación cosmogénica y la cobertura de nubes, entre otras variaciones del clima. Pero el proceso no es simple y la relación mencionada parece seguir un patrón geográfico, con áreas de correlación altamente significativa y correlación casi nula en otras áreas. En síntesis, hay dos hipótesis principalmente propuestas al presente sobre la influencia del CMT, la más lineal que indica que a menor intensidad de campo habría más ingreso de radiación (entre ellas la cósmica), más formación de nubes, lo cual induciría clima más frío. Y la otra que asocia el tema a la presencia de “jerks” y está relacionada con cambios bruscos simultáneos de intensidad y dirección. Esta tiene en cuenta la inclinación del dipolo, o sea la componente ecuatorial. Si esa componente es importante, la radiación cósmica llegaría a latitudes más bajas, donde hay mayor humedad y eso produciría más nubes y enfriamiento del clima, lo que puede pasar en aumentos o disminuciones de intensidad. Una combinación de ambos procesos también es factible.

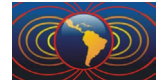
Por otra parte, cuando la intensidad del dipolo axial del CMT es alta la influencia en el clima está directamente vinculada a la actividad del sol, en períodos de actividad solar mínima el clima se enfría y por el contrario, con actividad máxima se calienta.

En la presente contribución se muestran algunos ejemplos con correlación positiva y negativa entre comportamiento de CMT y paleoclima, teniendo en cuenta las hipótesis propuestas al presente.

Palabras clave: Paleoclima, Campo Geomagnético, Actividad del Sol

ABSTRACT

Although solar activity and orbital cycles are the most important climate forcing, other variables are becoming significant in recent times. The sun activity is clearly a significant driver of changes, not only in climate but in the behaviour of the ionosphere and the magnetosphere, and external magnetic field (Courtillet *et al*, 2007). This field modulates the incoming cosmogenic ray flux which is recognized as a potential driver of climate. Geomagnetic field variations found at irregular intervals over the past few millennia seem to be



correlated with significant climate events in eastern North Atlantic region (Courtilot *et al*, 2007). Due to this, a mechanism according to which the internal magnetic field itself could somewhat trigger significant climate changes is suggested; possibly through the cosmic ray/low cloud connection, during periods of extreme tilt of the geomagnetic dipole, climate changes could take place.

Then, the geomagnetic field can modulate the incoming of cosmogenic ray flux. Meanwhile, there is a correlation between cosmogenic ray and cloud cover; higher cosmogenic ray flux lead to more low clouds and thus higher albedo and, as a consequence, lower earth surface temperatures. But the process is no simply and the mentioned relation seems to follow a geographical pattern, with areas of highly significant correlation and almost no correlation in other areas. Briefly, there are two main hypotheses proposed about the influence of the geomagnetic field; the more simply one which indicates that the lower field intensity would promote more radiation income (including cosmic), more cloud formation, which could induce cold weather. And the other associating the subject to the presence of jerks, and it is related to simultaneous sudden changes in intensity and direction of the geomagnetic field. This takes into account the inclination of the dipole, it means the equatorial component. If this component is important, cosmic radiation would reach lower latitudes, where there is more moisture and that produce more clouds and cooler climate, which can happen with increases or decreases in intensity of the geomagnetic field. A combination of both processes is also posible.

On the other hand, when the axial dipole intensity is high, the influence on climate is directly linked to solar activity; during periods of minimum solar activity the weather cools and conversely, with maximum activity heats up.

The present contribution shows some examples with positive and negative correlation between geomagnetic field and paleoclimate behavior, taking into account the hypothesis proposed at present.

Keywords: Paleoclimate, Geomagnetic field, Sun Activity

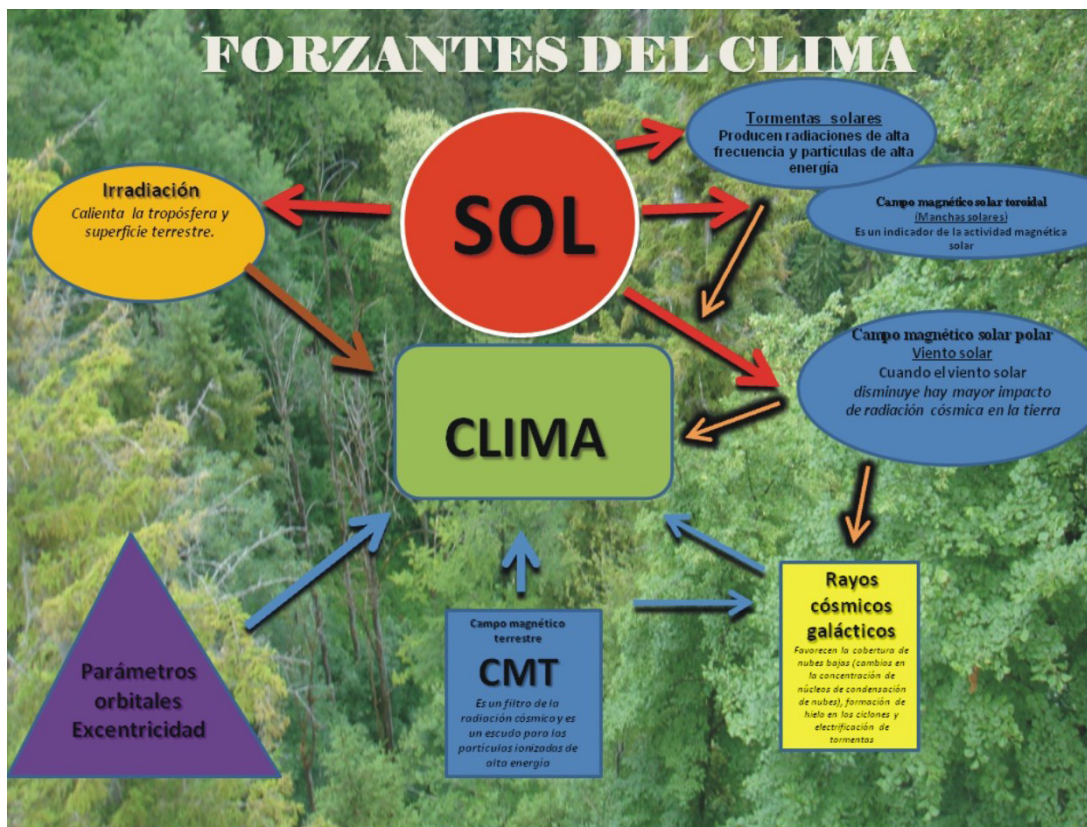
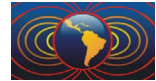


Figura 1. Forzantes del clima



Análisis y Discusión

Estudios sobre depósitos glaciares pleistocenos de la capa de hielo escandinavo (Houmark Nielsen, 2010) sugieren que la dinámica del hielo durante el estadio isotópico marino MIS 3 tuvo una expansión glacial similar a las de los avances post-LGM. Dataciones OSL y ^{14}C disponibles indican que los glaciares avanzaron al menos dos veces durante el Weichselian medio (*ca.* 75-25 ka BP), probablemente en relación con eventos Dansgaard-Oeschger (DO). Por otra parte, un pico distintivo ha sido registrado en datos de isótopo cosmogénico ^{36}Cl en testigos de hielo GRIP aproximadamente 32 ka BP, coetáneamente con el MIS3. Durante el lapso cubierto por dicho estadio isotópico, dos acontecimientos magnéticos tuvieron lugar: el evento Mono Lake (o excursión) y el evento Laschamp. El evento Laschamp fue una reversión corta del campo geomagnético, en torno a 39-41 Kyr BP., y el evento Mono Lake ocurrió aproximadamente entre el 32 y el 34 ka BP (Channel, 2006). El pico de ^{36}Cl se atribuyó a un mínimo del campo geomagnético dipolar asociado con Mono Lake evento (Wagner *et al*, 2000). La consistencia en las edades de los registros mencionados sugiere que los fenómenos magnéticos, *input* de radiación cosmogénica y cambios climáticos podrían tener una relación de causalidad.

En cuanto a resultados obtenidos en Sudamérica se analizan los resultados paleomagnéticos obtenidos recientemente por otros autores en los sedimentos de la laguna Potrok Aike (Lisé-Pronovost *et al*, 2012) atribuidos a los eventos Mono Lake y Laschamp, los que podrían correlacionarse con un episodio erosivo drástico registrado en los sedimentos del lago. Asimismo, se analizan resultados paleomagnéticos obtenidos en sedimentos de la llanura Chacopampeana (Orgeira *et al* 1988) presumiblemente atribuibles al evento Blake y su relación con la ingresión marina “Belgranense” correlacionable con el estadio isotópico marino MIS5.

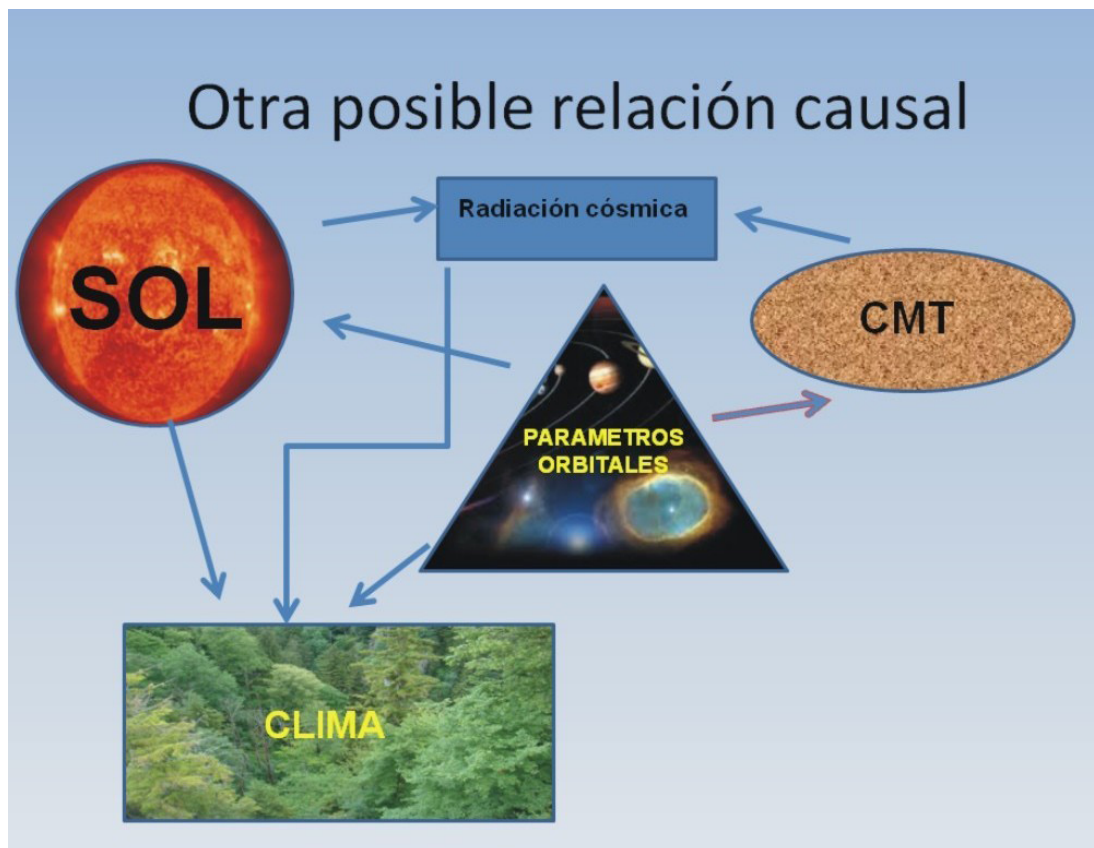
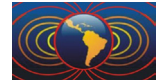


Figura 2. Forzantes del clima



Finalmente se evalúan otro tipo de posibles relaciones entre los forzantes climáticos previamente citados (fig. 2). En esta hipótesis son los parámetros orbitales los que modulan tanto la actividad solar, las variaciones del CMT como la irradiancia que recibe la tierra (forzante principal del clima).

Referencias

- Channel, J. E. T., 2006. Late Brunhes polarity excursions (Mono Lake, Laschamp, Iceland Basin and Pringle Falls) recorded at ODP Site 919 (Irminger Basin). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 244, 378–393.
- Courtillot V., Gallet, Y., Le Mouel, J. L., Fluteau, F., Genevey, A., 2007. Are there connections between the Earth's magnetic field and climate? *Earth Planet. Sci. Lett.*, 253, 328-339.
- Houmark-Nielsen, M., 2010. Extent, age and dynamics of Marine Isotope Stage 3 glaciations in the southwestern Baltic Basin. *Boreas*, 10.1111/j.1502-3885.2009.00136.x.
- Lisé-Pronovost, A., St-Onge, G., Gogorza, C., Haberzettl, T., Preda, M., Francus, P., Zolitschka, B. and the PASADO science team, 2012. High-resolution paleomagnetic secular variation and relative paleointensity since the Late Pleistocene in Southern South America, *Quaternary Sci Rev.* 71, 91-108. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.05.012>.
- Orgeira, M. J.; L. Beraza; H. Vizán; M. L. Bobbio y J. F. Vilas, 1988. Evidence for a geomagnetic field excursion in the Late Pleistocene (Entre Ríos, Argentina). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula; Vol VI*, 173-188.
- Vieira L. E. A. and da Silva, L. A., 2006. Geomagnetic modulation of cloud effect in the southern Hemisphere magnetic anomaly through lower atmosphere cosmic ray effects. *Geophys Res Lett*, 33 L 14802, doi:10.1029/2006GL026389.
- Wagner, G., Beer, J., Laj, C., Kissel, C., Masarik, J., Muscheler, R., Synal, H. A., 2000. Chlorine-36 evidence for the Mono Lake event in the Summit GRIP ice core. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 181, 1-6.