

Caracterización del Aporte Eólico en el Mediterráneo Occidental: Registro de la Respuesta Atmosférica a la Variabilidad Climática

/ MARTA RODRIGO-GÁMIZ (1,*), FRANCISCA MARTÍNEZ-RUIZ (1), FRANCISCO J. JIMÉNEZ-ESPEJO (2), VANESA NIETO-MORENO (1), DAVID GALLEGRO-TORRES (3)

- (1) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra. CSIC-Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Campus Fuentenueva s/n. 18002, Granada (España)
(2) Institute for Frontier Research on Earth Evolution Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC). 2-15 Natsushima-Cho, Yokosuka-city, Kanagawa 237-0061 (Japan)
(3) Departamento de Mineralogía y Petrología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Campus Fuentenueva s/n. 18002, Granada (España)

INTRODUCCIÓN.

Océano y atmósfera son dos componentes fundamentales del sistema climático ya que la circulación atmosférica y oceánica son los mecanismos más importantes de redistribución de energía en nuestro planeta. Si bien la respuesta oceánica a la variabilidad climática, a escalas mayores del tiempo presente, se conoce mejor, la de la atmósfera está comparativamente peor comprendida. Numerosos indicadores paleoclimáticos (p. ej., composición isotópica de foraminíferos o materia orgánica, elementos mayores y traza, asociaciones faunísticas, etc.) han permitido reconstruir la salinidad, temperatura y patrones de circulación oceánica en tiempos pasados. En el caso de la atmósfera los registros de hielo han servido para reconstruir la temperatura y composición atmosféricas. No obstante, la circulación atmosférica, intensidad de los vientos, distribución de aerosoles, etc. son más difíciles de reconstruir debido a que son más escasos e indirectos los indicadores que permiten reconocer las fluctuaciones en la atmósfera pasada. Sin embargo, la reconstrucción de estos flujos es fundamental para el entendimiento de nuestro sistema climático y el de la respuesta de unos de sus principales subsistemas, la atmósfera.

En este sentido, las regiones mediterráneas son clave para la reconstrucción de la actividad atmosférica ya que reciben un elevado

volumen de aportes eólicos procedente del margen africano (e.g., Moulin et al., 1997; Moreno et al., 2002), que a su vez se ha caracterizado por notables oscilaciones climáticas y marcados periodos de humedad y aridez (e.g., De Menocal, 2004). Adicionalmente, la situación de la Península Ibérica entre dos límites de placa hace del Mediterráneo más occidental, la cuenca del Mar de Alborán, un archivo único para estudios de la variabilidad climática, debido a sus altas tasas de sedimentación. Así, este trabajo presenta el análisis mineralógico y geoquímico de un registro obtenido en la cuenca Este de Alborán donde, como se ha mencionado, las tasas de sedimentación han permitido un estudio de muy alta resolución. A partir del mismo, se han planteado una serie de objetivos encaminados a caracterizar el aporte sedimentario y a establecer la actividad y circulación atmosféricas durante el último ciclo glacial y conocer su incidencia en el clima actual.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Los sedimentos analizados proceden del testigo de gravedad 293G, recuperado durante la campaña oceanográfica Training Trough Research-12 (TTR-12) en la cuenca Este de Alborán (36° 10.414' N, 2° 45.280' W) (Fig. 1).

Se trata de sedimentos pelágicos-hemipelágicos moderadamente bioturbados, ricos en arcilla y de color verdoso-grisáceo. El testigo (402 cm) fue muestreado en continuo a alta resolución a intervalos de 1.5 cm. Una

vez secada y homogeneizada la muestra se tomaron partes representativas para los distintos análisis mineralógicos y geoquímicos. Estos incluyen los de Difracción de rayos X (XRD), Microscopía electrónica de barrido (SEM) y de transmisión (TEM), Granulometría, Fluorescencia de rayos X (XRF) y Espectrometría de Masas con antorcha de plasma (ICP-MS). Los resultados obtenidos han servido para establecer los siguientes indicadores de aporte eólico: composición de las asociaciones de minerales de la arcilla, tamaño de grano, relaciones de elementos mayores y traza (Zr/Al, Hf/Al, Si/Al, etc.). A partir de dichos indicadores se ha obtenido el registro de la variabilidad climática durante el último máximo glacial (UMG).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La composición mineralógica de los sedimentos estudiados responde a la habitual en sedimentos pelágicos, estando formados fundamentalmente por arcillas, calcita y cuarzo, y proporciones menores de dolomita, feldespatos y piritita. El contenido en arcillas oscila alrededor del 50%, el de calcita alrededor del 30% y el de cuarzo alrededor del 20%. Las asociaciones de minerales de la arcilla están esencialmente compuestas de mica detrítica (en torno al 50%), esmectitas e interestratificados illita/esmectita (en torno al 25%), caolinita y clorita (en torno al 15% en cada caso) y proporciones menores de minerales fibrosos, fundamentalmente palygorskita. Las variaciones en las

palabras clave: Paleoclima, Sedimentos Marinos, Arcillas, Aporte Eólico.

key words: Paleoclimate, Marine Sediments, Clays, Eolian Input.

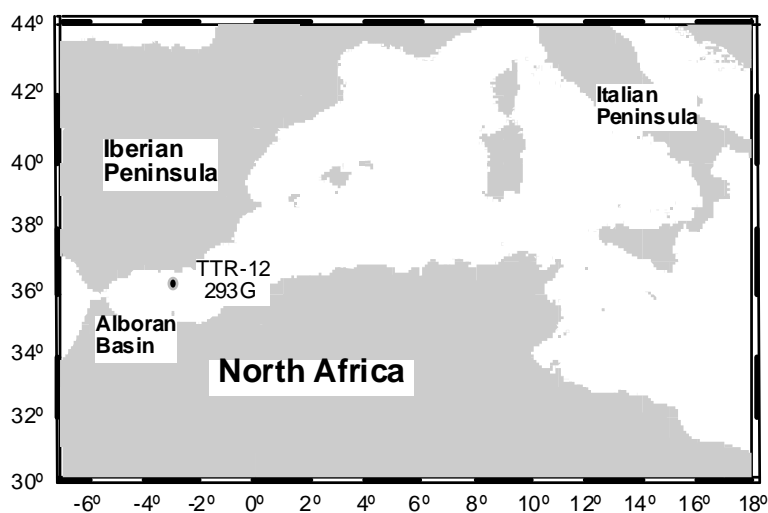


fig. 1. Mapa de localización del testigo de gravedad 293G (TTR 12).

proporciones de los distintos minerales están fundamentalmente relacionadas con las oscilaciones climáticas acaecidas durante el último ciclo glacial, como el evento Heinrich más reciente (H1), Younger Dryas o periodo correspondiente al depósito del sapropel más reciente (S1). Los periodos secos como YD o H1 se caracterizan por un incremento en los aportes detríticos eólicos del margen africano. Este incremento se relaciona con la progresiva aridificación de los continentes y un incremento de la actividad atmosférica con mayor intensidad de los vientos. Se han registrado, además, cambios significativos en la vegetación (e.g., Bout-Roumazailles et al., 2007). La presencia abundante de palygorskita en regiones norteafricanas con escasa vegetación durante estos periodos favorecería una mayor erosión y un mayor aporte de este mineral al Mediterráneo, tal y como se registra en la región estudiada.

En cuanto a las concentraciones de elementos mayores y traza también presentan variaciones en respuesta a los cambios climáticos y fluctuaciones en la humedad/aridez. Las relaciones de elementos típicamente detríticos como Si/Al, Ti/Al, K/Al, Mg/Al y Zr/Al son excelentes indicadores de las fluctuaciones de los aportes fluviales y eólicos. La relación Si/Al se relaciona con las variaciones del contenido en aluminosilicatos y cuarzo. Sus fluctuaciones también se correlacionan en este caso con las del tamaño de grano

y dicha relación aumenta de forma más significativa durante el H1 y Younger Dryas. La relación Ti/Al, también es un claro indicador del aporte terrígeno. En el caso del registro analizado, sus variaciones se relacionan igualmente con las fluctuaciones de los aportes durante los periodos fríos. La relación K/Al está estrechamente ligada con la abundancia de mica detrítica y feldespato potásico, fases típicamente detríticas. El Mg se ha relacionado en el caso del Mediterráneo oriental con fluctuaciones en el aporte fluvial. Así, el aumento de la relación Mg/Al durante el depósito de sapropelas en el Este del Mediterráneo se interpreta en relación con el aumento del aporte fluvial del margen europeo durante los periodos húmedos correspondientes al depósito de sapropelas en los cuales aumentaría el aporte de clorita frente al aporte del margen africano más rico en esmectitas y caolinita (e.g., Wehausen and Brumsack, 2000). En el caso de la relación Zr/Al, ésta señala importantes oscilaciones en el aporte del margen africano como consecuencia de variaciones en el grado de humedad y régimen de precipitaciones. En general, todas las fluctuaciones en la composición mineralógica y las de relaciones de elementos detríticos se correlacionan con cambios climáticos, aumentando especialmente el aporte terrígeno eólico durante los periodos fríos, H1 y YD. Durante Holoceno, aunque marcado por una mayor estabilidad climática, también se han reconocido fluctuaciones de elementos detríticos y minerales terrígenos

asociados a cambios rápidos del clima y/o cíclicos. Hay que destacar que el periodo correspondiente al depósito del sapropel más reciente (~ 9500 y 6000 años) no está marcado en el Mediterráneo más occidental por un significativo aumento en productividad, pero este periodo, que se caracteriza por un cambio climático significativo hacia condiciones de mayor humedad y precipitación, si queda registrado por un descenso en elementos típicamente eólicos como el Zr.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado por Proyecto CGL2006-13327-C04-04 (MEC), Grupo de Investigación RNM 0179 y Proyecto RNM 432 de la Junta de Andalucía. Agradecemos igualmente al Proyecto Sagas (CTM2005-08071-C03-01, MEC), Proyecto Topoiberia (CSD2006-00041) y Training Through Research Programme.

REFERENCIAS.

- Bout-Roumazailles, V., Combourieu Nebou, N., Peyron, O., Cortijo, E., Landais, A., Masson-Delmotte, V. (2007): Connection between South Mediterranean climate and North African atmospheric circulation during the last 50,000 yr BP North Atlantic cold events. *Quaternary Science Reviews*, **26**, 3197-3215.
- DeMenocal, P. B. (2004): African climate change and faunal evolution during the Pliocene-Pleistocene. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **220**, 3-24.
- Moreno, A., Cacho, I., Canals, M., Prins, M. A., Sánchez-Goni, M. F., Grimalt, J. O. & Weltje, G. J. (2002): Saharan dust transport and high-latitude glacial climatic variability: the Alboran Sea record. *Quaternary Research*, **58**, 318-328.
- Moulin, C., Lambert, C. E., Dulac, F. & Dayan, U. (1997): Control of atmospheric export of dust from North Atlantic Oscillation. *Nature*, **387**, 691-694.
- Wehausen, R., and Brumsack, H.-J. (2000): Chemical cycles in Pliocene sapropel-bearing and sapropel-barren eastern Mediterranean sediments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **158**, 325-352.