

# Análisis Isotópico de Depósitos Tobáceos Recientes en el Monasterio de Piedra (Zaragoza): Controles Estacionales.

/ M. CINTA OSÁCAR SORIANO, CONCEPCIÓN ARENAS ABAD, LUIS AUQUÉ SANZ, CARLOS SANCHO MARCÉN, MARTA VÁZQUEZ ÚRBEZ

Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009, Zaragoza (España)

## INTRODUCCIÓN.

Los depósitos tobáceos tienen un gran interés por sus implicaciones paleoambientales, dado que sus características reflejan las condiciones dominantes durante su formación. Especialmente, los valores isotópicos de  $C^{13}$  y  $O^{18}$  del sedimento se vienen utilizando desde hace años como indicadores de diversos parámetros climáticos, ambientales e hidrogeológicos (Andrews, 2006). Los depósitos laminados, en los que se pueden reconocer periodos estacionales de crecimiento revisten un particular interés (Chafetz et al., 1991; Matsuoka et al., 2001). Sin embargo, la obtención de información paleoclimática a partir de este tipo de datos no es fácil, ya que deben de suponerse las características isotópicas del agua a partir de la cual se formaron.

La interpretación de la señal isotópica del registro fósil se basa tanto en los cálculos teóricos como en los resultados experimentales de laboratorio y de campo, es decir, la formación actual del mismo tipo de sedimentos en entornos naturales controlados (Ihlenfeld et al., 2003).

En este trabajo se analizan algunos datos de  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{18}O$  de registros de toba del Monasterio de Piedra, lugar que constituye un laboratorio natural para el estudio de la formación de tobas (Fig. 1). Algunos datos preliminares se recogen en Osácar et al. (2002) y Vázquez et al. (2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS.

Los materiales analizados son sedimentos tobáceos fluviales recientes depositados en un entorno natural, sobre un sustrato artificial que permite controlar la sedimentación correspondiente a cada periodo

estacional. Se han utilizado tabletas de caliza de  $25 \times 15$  cm fijadas al sustrato en distintas condiciones hidrodinámicas (Vázquez et al., 2005). Durante 3 años (2000-03) se han retirado cada seis meses para medir el espesor acumulado de sedimento y se han repuesto en la misma posición; el periodo de medida se hizo corresponder, a grandes rasgos con el comienzo de la primavera y del otoño, de manera que los análisis correspondieran a un periodo cálido y a otro fresco. Las pérdidas y reemplazamientos de tabletas son responsables de la ausencia de algunos datos. De las 5 tabletas, tres (PMP-2, 17 y 18) corresponden a ubicaciones en el cauce del río, continuamente sumergidas en flujos de corriente rápida; con predominio de desarrollo biológico microbiano y estructura laminada. Las otras dos (PMP-6 y 7) se sitúan en zonas de cascada, en ambiente subaéreo, con flujos discontinuos y con desarrollo de musgos.



fig 1. Localización geográfica del área de estudio.

De forma también estacional, se midió la temperatura del agua y su composición isotópica en  $\delta^{18}O$ ; los datos corresponden aproximadamente al medio del intervalo temporal al que corresponde el sedimento (julio y enero). Estas medidas comenzaron en fecha posterior al establecimiento de los tabletas (a partir de 2001).

Finalizado el periodo de monitorización las tabletas fueron cortadas perpendicularmente al crecimiento y se tomaron muestras de cada uno de los periodos medidos para su análisis isotópico ( $\delta^{13}C$  y  $\delta^{18}O$ ). En la Fig. 2 se ve una imagen del registro. Los análisis isotópicos de agua y sedimento fueron realizados en el Servicio General de Análisis de Isótopos Estables de la Universidad de Salamanca.

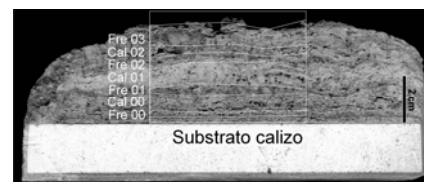


fig 2. Perfil de una tableta con indicación de los periodos analizados (Fre: fresco, Cal: cálido).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de los análisis de isótopos de C y O del sedimento aparecen en la Fig. 3 junto con los promedios correspondientes a cada estación.

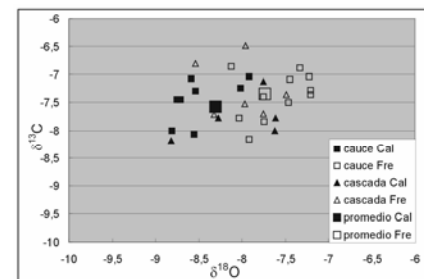


fig 3.  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{18}O$  PDB por estaciones y por tipos de registro, así como los promedios estacionales.

Los valores son similares a los de otros depósitos similares recientes y fósiles (Andrews, 2006) La ausencia de correlación entre los valores de C y O sugiere que el proceso de fraccionamiento no tiene influencia cinética.

Las secuencias estacionales de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  aparecen representadas en la Fig. 4 A y B; las tabletas de cada tipo de ambiente aparecen diferenciadas.

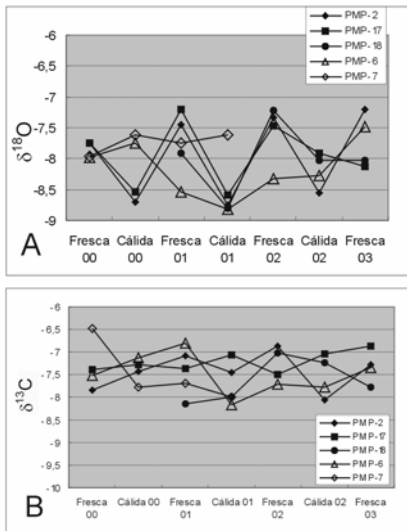


fig. 4. Secuencias estacionales de  $\delta^{18}\text{O}$  (A) y  $\delta^{13}\text{C}$  (B) en los registros analizados. Los registros de cauce corresponden a los símbolos oscuros y los de cascada a los huecos.

Los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  son más negativos en la estación cálida que en la fresca, lo que responde al fraccionamiento en función de la temperatura (Fig. 4A). La tendencia es mucho más clara en los registros de cauce que en los de cascadas.

En cuanto a  $\delta^{13}\text{C}$ , no presenta ninguna tendencia destacada, aunque el valor promedio es ligeramente más negativo en los registros de cascada, ligados a musgos (Fig. 4B).

Las irregularidades de las secuencias isotópicas de los sedimentos de cascada pueden deberse tanto a rasgos sedimentarios como a la dificultad intrínseca para establecer los periodos correspondientes en estas facies, lo que, incluso en condiciones experimentales controladas, puede provocar errores en el muestreo.

A partir de los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  medidos en el sedimento se ha calculado la temperatura teórica de formación utilizando la fórmula de O'Brien et al. (2006), que aplican a registros de temperatura similares a las del Monasterio de Piedra. Se ha utilizado el valor promedio de  $\delta^{18}\text{O}$  medido en el agua durante el periodo al que corresponde el registro. Los resultados, para cada tableta y en promedio, aparecen en la Fig. 5 comparados con el

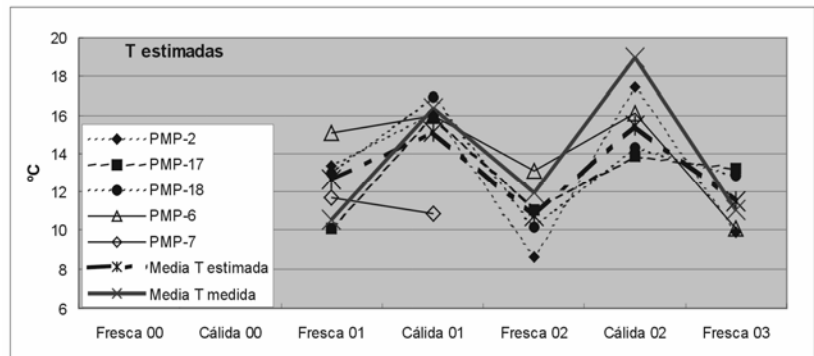


fig. 5. T de formación estimadas para cada una de las tabletas analizadas. Cauce: símbolos oscuros y líneas discontinuas. Cascada: símbolos huecos y líneas continuas. T promedio estimada: línea gruesa discontinua. T promedio medida: línea gruesa continua.

valor promedio de las temperaturas medidas en el mismo momento de toma de agua para su análisis de  $\delta^{18}\text{O}$ . Se observa que la estacionalidad aparece bien representada, pero las temperaturas estimadas abarcan un rango menor que el de las medidas. El promedio de los valores estimados para cada uno de los registros muestra menor variación que las temperaturas medidas.

#### CONCLUSIONES.

Los resultados muestran que la estacionalidad de los depósitos tobáceos es patente en los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  de sedimentos laminados, que se ajustan al fraccionamiento en función de la temperatura. Este resultado es extrapolable a ambientes fluviales que, como en este caso, tengan poca variación de  $\delta^{18}\text{O}$  del agua, por influencia de aguas subterráneas. Sin embargo, los valores concretos de las temperaturas estimados se corresponden sólo aproximadamente con los reales, y el rango de variación de las mismas puede estimarse menor que el real.

En los sedimentos de musgos la identificación de la estacionalidad es dudosa, incluso en el  $\delta^{18}\text{O}$ , por lo que en el registro antiguo este tipo de análisis deba hacerse con precaución.

El  $\delta^{13}\text{C}$  presenta variaciones no periódicas, atribuibles a la diferente contribución de las diversas variables que pueden afectar su señal isotópica.

Aunque no se dispone del valor de Carbono disuelto en el agua, los valores registrados son algo más negativos de lo habitual en regiones semiáridas con predominio de vegetación C4 (Andrews, 2006).

#### AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad de Zaragoza y por el proyecto REN2002-3575/CLI del MCyT y FEDER. Agradecemos a la dirección y personal del Parque del Monasterio de Piedra la autorización y facilidades prestadas para la realización del trabajo

#### REFERENCIAS.

- Andrews, J.E. (2006): Paleoclimatic records from stable isotopes in riverine tufas: Synthesis and review. *Earth Sci. Rev.*, **75**, 85-104.
- Chafetz, H.S., Utech, N.M., Fitzmaurice, S.P. (1991): Differences in the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  signatures of seasonal laminae comprising travertine stromatolites. *J. Sedim. Petrol.*, **61**, 1015-1028.
- Ihlenfeld, C., Norman, M.D., Gagan, M.K., Drysdale, R.N., Maas, R., Webb, J. (2003): Climatic significance of seasonal trace element and stable isotope variations in a modern freshwater tufa. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **67** (13), 2341-2357.
- Matsuoka, J., Kano, A., Oba, T., Watanabe, T., Sakai, S., Seto, K. (2001): Seasonal variation of stable isotopic compositions recorded in a laminated tufa, SW Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **192**, 31-44.
- O'Brien, G.R., Kaufman, D., Sharp, W.D., Atudorei, V., Parnell, R.A., Crossey, L.J. (2006): Oxygen isotope composition of annually banded modern and mid-Holocene travertine and evidence of paleomonsoon floods, Grand Canyon, Arizona, USA. *Quaternary Res.*, **65**, 366-379.
- Osácar Soriano, M.C., Arenas Abad, C., Auqué Sanz, L., Sancho Marcén, C. (2002): Composición isotópica de las formaciones tobáceas del Parque natural del Monasterio de Piedra. *Bol. Soc. Esp. Mineralogía*, **25A**, 75-76.
- Vázquez, M., Osácar, C., Arenas, C., Sancho, C., Auqué, L. (2005): Variabilidad de la señal isotópica ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$ ) del sistema tobáceo actual del Parque del Monasterio de Piedra (provincia de Zaragoza). *Geo-Temas*, **8**, 119-123.