

Datación Radiogénica (U-234/U-238 y Th-230/U-234) de sistemas travertínicos del Alto Tajo (Guadalajara)

S. Ordóñez*, J. A. González Martín**, M. A. García del Cura***

* Dep. de Petrología y Geoquímica. Fac. de Geología. U.C.M. 28040 Madrid.

** Dep. de Geografía. U.A.M. Cantoblanco. Madrid.

*** Inst. Geología Económica. C.S.I.C.-U.C.M. 28040 Madrid.

ABSTRACT

Data of Th-230/U-234 and U-234/U-238 ratios and geomorphological and sedimentological features of several travertine deposits of High Tajo river valley let us point out the evidence of at least four travertine genesis stage(s) > 350 ky has been interpreted as botton-valley travertine deposits, located along Dulce river and Ruguilla river valley. The second stage (≈ 226 ky) are also a botton-valley travertine located at +8 -10 m. over Ruguilla river. Along Cifuentes river botton-valley and water-fall travertines has been dated as ≈ 90 ky. Subrecent travertine deposits of detrital, dam, water-fall types has been attributed to holocene epoch. Radiogenic data of these subrecent travertines has not been in account because uranium lixiviation and «detrital thorium» incorporation of travertine deposits may give a relative Th-230 enrichment and coherently the calculation of too great an age.

Key words: travertine, fluvial carbonates, U-Th datation, High Tajo River Valley, Quaternary.

Geogaceta, 8 (1990), 53-56.

Introducción, antecedentes y objetivos

La modelización físico-química de depósitos travertínicos (Ordóñez y Felipe, 1988), permite señalar que la tasa de sedimentación de estos depósitos está directamente relacionada con el caudal de agua que circula por el sistema, la sobrepresión de CO₂ en el mismo, en relación con la presencia de CO₂ ambiental, así como con la eficacia del mecanismo de desgasificación (Ordóñez y García del Cura, 1983). La influencia de la temperatura por encima del punto de congelación del agua, puede considerarse como poco importante, e incluso biunívoca, en función de la naturaleza litológica del acuífero que alimenta el sistema (Ordóñez y Felipe op. cit.).

La distribución de travertinos y espeleotemas actuales en función de la latitud y del clima, ha permitido a Henning, Grun & Brunnacker (1983) proponer que la presencia de espeleotemas y travertinos en el registro fósil debe considerarse como un indicador inequívoco de paleoclimas húmedos y cálidos. En base a esta línea de pensamiento y datando los depósitos mediante las técnicas cuyo fundamento está en el desequilibrio de las series de desintegración del uranio, los mencionados autores comparan la frecuencia de aparición de los travertinos en

el tiempo, con la escala 0-18, obtenida sobre microfósiles marinos (Sondeo V28-238, de Shackleton & Opdyke, 1973). En el trabajo de Henning *et al.* (op. cit.) se llega a la conclusión de que el desarrollo de los travertinos y espeleotemas fue estimulado a lo largo del Cuaternario por condiciones climáticas concretas y, en consecuencia, tienen un significado paleoclimático. Por otra parte, Vaudour (1984) ha relacionado su génesis con períodos de activa carstificación, coincidentes con ambientes climáticos propicios para el desarrollo de una amplia fitoestabilización de las vertientes. Bajo estas condiciones el transporte de terrígenos en suspensión por los sistemas fluviales sería, coherentemente con el escenario descrito, escaso, permitiendo el desarrollo de los sistemas travertínicos. Y en este sentido se ha podido comprobar, que en toda Europa meridional, la mayor tasa de crecimiento de travertinos parece coincidir en el tiempo con máximos de temperatura y humedad (Radtke, Hausman y Hentzsch, 1986).

A lo largo de los últimos años algunos autores han intentado establecer la estratigrafía de los travertinos del alto Tajo en base a datos radiogénicos (Gladfelter, 1971, Hentzsch *et al.*, 1987; López Vera y Martínez Goitre, 1988 y 1989). Así mismo se ha intentado relacionar, a escala de la

Península Ibérica, el máximo desarrollo de los travertinos con los estadios de paleoclima cálido (Durán, Grun y Sorria, 1988); estos autores muestran en su estudio que el máximo desarrollo de travertinos coincide con los estadios interglaciares 1,5 y en menor medida el 7 de la curva de Shackleton y Opdyke (1973).

Por nuestra parte, en los últimos años, hemos cartografiado numerosos depósitos travertínicos dentro de la Península Ibérica, estudiando sus aspectos geomorfológicos, petrológicos y sedimentológicos con vistas a la modelización de la génesis y evolución de los diferentes tipos de depósitos travertínicos (Ordóñez y González, 1979; Ordóñez, González y García, 1979, 1981, 1986 (a y b), 1987; González, García del Cura y Ordóñez, 1989). En nuestros trabajos hemos ido estableciendo una estratigrafía relativa de procesos y materiales, no sólo de las formaciones travertínicas, sino también de aquellos rasgos morfológicos que permitieran una mejor ubicación geomorfológica de estos depósitos.

En esta comunicación se presentan los resultados de la datación mediante el método basado en las relaciones Th-230/U-234 y U-234/U-238 (Fordk y Schwarcz, 1981), realizadas sobre depósitos travertínicos de los valles de los ríos Dulce, Cifuentes, Ruguilla y Tajo (fig. 1) y se analiza el posible

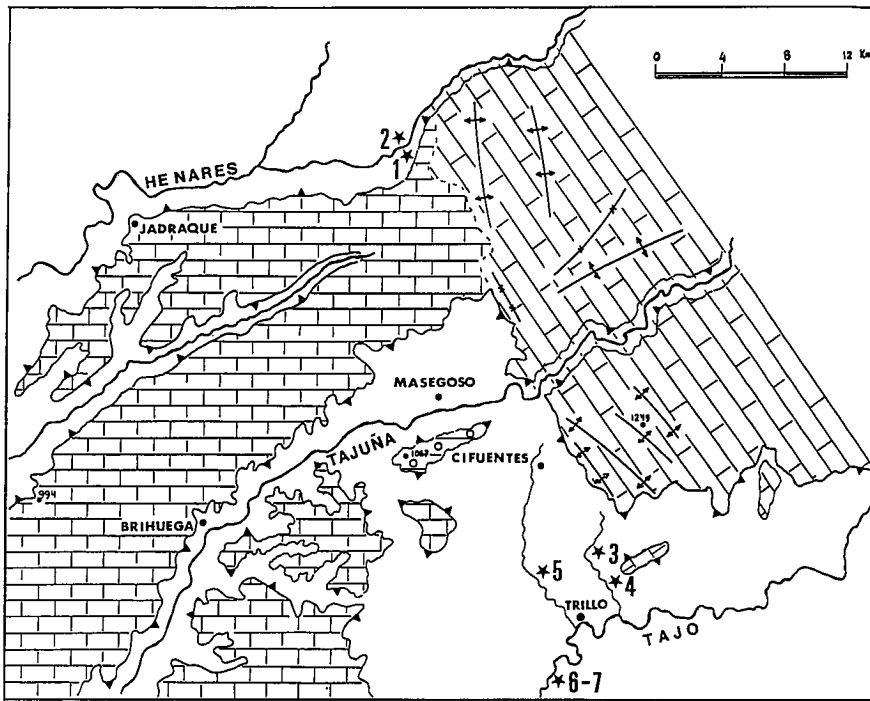


Fig. 1.

significado de los mismos y su integración en el conjunto regional, extrapolando los datos de las dataciones en base a criterios geomorfológicos. Así mismo se plantean algunas matizaciones sobre la metodología empleada.

Resultados e interpretación

Los datos obtenidos demuestran la existencia, al menos, de tres o más etapas de importante desarrollo de las formaciones travertínicas, además de las correspondientes al Holoceno, tan abundantes, por otra parte, en las proximidades de los cauces de la región (tabla 1).

1.^a La(s) etapa(s) más antigua(s) presenta(n) edades superiores a los 350 ka. Sus afloramientos se asocian a la terraza de +40 m. del río Dulce, en las inmediaciones de la localidad de Mandayona (cerca del río Henares) y a la terraza del río Ruguilla, afluente del río Tajo en el sector de Cifuentes. El alto grado de carstificación, y sobre todo su posición geomorfológica nos permitieron ubicarlas en el Cuaternario antiguo (Ordóñez *et al.*, 1987 y González *et al.*, 1989).

Ambos depósitos pueden interpretarse como travertinos de fondo de valle, y su génesis está relacionada con un sistema fluvial de caudales

superiores a los del actual. Incluso en el caso del río Ruguilla se observa un depósito de cascada con un desarrollo horizontal de centenares de a veinte metros, lo que refleja un régimen erosivo muy bajo en el cauce del río Ruguilla en el momento de la génesis del sistema travertínico, en relación al cauce del río Tajo.

2.^a La segunda etapa se puede identificar en el valle del mencionado río Ruguilla, en los alrededores de

Sotoca de Tajo, en una terraza +8 —10 m., que se apoya sobre materiales coluvionares con abundantes cantos gelifractos y cantos tobáceos. La muestra datada fue recogida en el techo de la formación y ha dado una edad de 226 ka., lo que correspondería a unos momentos incluíbles dentro de la glaciación alpina de Riss. Nosotros habíamos atribuido estos depósitos al Cuaternario Medio (Ordóñez *et al.*, 1987).

3.^a Los depósitos travertínicos que conforman el muro de la terraza +15 —20 m. del río Cifuentes, al sur de Gárgoles de Abajo, han suministrado una edad de 91.900 años; es decir, correspondería con etapas terminales del interglaciador alpino Riss-Wurm y comienzos del Wurm. Este depósito fue considerado como perteneciente, también, al Cuaternario Medio y cronológicamente anterior a la etapa de máximo frío alcarreña (Ordóñez *et al.*, 1987), que ha generado, en los tiempos wurmienses, una gran cantidad de depósitos de «grèzes litées».

Un cierto número de tobas datadas en el interior de la Península han dado posiciones cronológicas muy cercanas a las obtenidas en el valle del río Cifuentes. Así, una importante fase de construcción tobácea de esta edad se ha registrado en el alto valle del Tajo, sector del Puente de San Pedro (López Vera y Martínez Goytre, 1989); en las Lagunas de Ruidera (90 ka.-100 ka.) (Martínez *et al.*, 1988); en el valle del río Matarraña

Tabla 1

Nº muestra	Valle	Situación geomorfológica	Situación estratigráfica	Edad anteriormente estimada (geomorfológica)	Edad absoluta (x10 ³ a.) ²³⁴ U/ ²³⁸ U y ²³⁴ Th/ ²³⁸ U
M-1	Río Dulce	T+40 margen izq. (Mandayona)	¿Muro?	Cuat. antiguo/medio	> 350
M-2		T+40 margen dcha. (Mandayona)	¿Muro?	Cuat. antiguo/medio	> 350
M-3	Río Ruguilla	T+40 margen izq. (Ruguilla)	Muro	Cuat. antiguo	> 350
M-4		T+8—10 margen izq. (Sotoca del Tajo)	Techo	Cuat. medio	226,9 (+68,7,—44)
M-5	Río Cifuentes	T+15—18 margen izq. (al Sur de Gárgoles de Abajo)	Muro	Cuat. medio	91,9 (+69,2,—50,6)
M-6 M-7	Río Tajo	Represa Tobacea +305 m. aguas abajo de Trillo		Holoceno	40,7 (+46,9,—30,4) 54,9 (+11,2,—10,1)

(Teruel) con edad de 111 ka. (Martínez Tudela, *et al.*, 1987), etc.

Sin embargo, la edad obtenida en nuestra datación no puede considerarse óptima, debido a que la relación Th^{230}/Th^{232} es menor que 10, reflejando un aporte de Th^{232} detrítico (tabla 2).

Los depósitos travertínicos a lo largo del río Cifuentes son, en todo caso, posteriores a los depósitos del río Ruguilla, por las razones geomorfológicas y paleohidrogeológicas antes apuntadas. Sin embargo, presentan una gran complejidad morfológica y sedimentológica, ya que parece existir un sistema, que vendría representado por los depósitos muestreados, en el que se encaja otro más reciente (¿Holoceno?), con abundancia de facies tobáceas detríticas y algunas represas travertínicas parcialmente activas.

Las muestras recogidas en las represas travertínicas del río Tajo han dado unas dataciones de muy baja calidad. Por una parte la baja relación Th^{230}/Th^{232} (tabla 2) hace que los datos sean muy poco fiables, pero además, muestran una baja concentración de uranio, lo que, unido al carácter poroso de las muestras, nos hace sospechar el lixiviado del uranio, dando un enriquecimiento relativo en torio, lo que provoca el cálculo de una edad demasiado alta.

Estas formaciones, dadas como holocenas por nosotros en trabajos anteriores, están ampliamente representadas a lo largo de los valles de los ríos del Alto Tajo.

La imagen del río Tajo en esta época subreciente permite suponer un sistema de represas que se extienden aguas abajo de la unión con el río Cifuentes, análogo, si bien con menor desarrollo, al actual sistema travertínico de Ruidera.

En este sentido, hay que considerar la época holocena como otra de las importantes fases de construcción tobácea en la región alcarreña; numerosos edificios de cascada e importantes acumulaciones de fondo de valle, muy próximas a los cauces actuales, son los testigos más frecuentes de esta generación, bien conocidos con el nombre de Formación Campiña, la cual ha sido datada por el método del C-14 (Gladfelter, 1971).

Consideraciones finales

Los depósitos travertínicos son el resultado de una intersección de cir-

Tabla 2

Muestra	U (p.p.m.)	U-234/U-238	Th-230/U-234	Th-230/Th-232	U-234/U-238
M-7	0,091 ($\pm 0,080$)	2,914 ($\pm 1,87$)	0,324 ($\pm 0,233$)	1,234	3,145
M-6	0,649 ($\pm 0,031$)	1,415 ($\pm 0,065$)	0,406 ($\pm 0,061$)	1,344	1,484
M-5	0,014 ($\pm 0,040$)	11,14 (± 30)	0,634 ($\pm 0,30$)	9,9	14,1
M-4	0,121 ($\pm 0,003$)	1,711 ($\pm 0,046$)	0,970 ($\pm 0,079$)	30	2,345
M-1	0,132 ($\pm 0,003$)	1,692 ($\pm 0,132$)	1,263 ($\pm 0,097$)	23	—
M-2	0,169 ($\pm 0,002$)	1,390 ($\pm 0,021$)	1,126 ($\pm 0,606$)	Grande	—
M-3	0,161 ($\pm 0,004$)	1,129 ($\pm 0,037$)	1,182 ($\pm 0,058$)	46	—

cunstances que deben jugar simultáneamente para que quede registro fósil de las mismas: alimentación de manantiales y cursos fluviales por aguas procedentes de acuíferos de naturaleza calcárea, dolomítica o dolomítico-yesífera, desgasificación rápida (mecánica o biológica) de las aguas, fitoestabilización de las laderas y, coherentemente, baja carga sólida en los sistemas fluviales, así como equilibrio geomorfológico a lo largo de dichos sistemas. La tasa elevada de deposición de travertinos está relacionada con el caudal de las surgencias y el grado de desequilibrio entre el CO_2 disuelto en las aguas y el CO_2 ambiental, estas condiciones favorables pueden relacionarse con climas húmedos y cálidos, por lo tanto, datando estos depósitos se pueden llegar a establecer las condiciones paleoclimáticas de las zonas en las que se den simultáneamente todas las condiciones de partida del modelo.

La técnica de datación mediante las relaciones $Th-230/U-234$ y $U-234/U-238$ se revela, en principio, como eficaz para la datación de los depósitos travertínicos, si bien presenta los siguientes inconvenientes, difícilmente soslayables por las características innatas de los sedimentos travertínicos:

a) La posibilidad de establecer dataciones de edad radiogénica superior a la real por lixiviado del uranio, fácil de entender en materiales que han sufrido importantes procesos de carstificación y cementación.

b) La incorporación de una fracción terrígena, más o menos abundante, la cual lleva consigo la incorporación de «torio detrítico». Aunque la mayoría de las especies de torio son prácticamente insolubles, el torio puede acomplejarse en los minerales de la arcilla y transportarse en suspensión y depositarse junto con los carbonatos. La presencia de torio detrítico se establece en base a la relación entre $Th-230/Th-232$, ya que

este último es un radioisótopo primordial no derivado de la desintegración del uranio (Ford y Schwarcz, 1981). Estos autores sugieren que valores de $Th-230/Th-232$ menores de cinco, deben llevarnos a rechazar los datos obtenidos de tales muestras. Por otra parte, en los sistemas travertínicos aparecen frecuentemente episodios detríticos procedentes de la destrucción de edificios anteriores, lo que puede contribuir a complicar la interpretación.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Y. Quinif (Cera, Belgique) la realización de los análisis.

Referencias

- Durán, J. J.; Grun, R. y Soria, J. M. (1988): *Com. II Cong. Geol. España*. SGE, Granada, 1, 383-386.
- Ford, D. G. & Schwarcz, H. P. (1981): En: *Geomorphological Techniques*. (A. Goudie ed.) Allen & Unwin, 284-287.
- Gladfelter, B. G. (1971): *Research Paper* 130, Univ. Chicago, 204 págs.
- González, J. A.; García del Cura, M. A. y Ordóñez, S. (1989): *Guía exc. C-4.2.ª Reun. Cuaternario Ibérico*, 39 págs.
- Henning, G. J.; Grun, R. & Brunnacker, K. (1983): *Quat. Research*, 20, 1-29.
- Hentzch, B. *et al.* (1987): *II Cong. Geoquímica de España*. Soria, 105-108.
- López Vera, F. y Martínez Goytre, J. (1988): *Com. II Cong. Geol. España*. SGE, Granada, 2, 84-86.
- López Vera, F. y Martínez Goytre, J. (1989): *Bol. Geol. Min.*, 100, 248-258.
- Martínez Goytre, J. *et al.* (1988): *Estudios Geol.*, 44, 75-81.
- Martínez Tudela, A. *et al.* (1986): En *Quat. Clim. West Med.* (F. López Vera ed.) UAM, 307-324.
- Ordóñez, S. y Felipe, A. (1988): *Estudios Geol.*, 44, 99-105.
- Ordóñez, S. y García del Cura, M. A. (1983): *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.*, 6, 485-497.

Ordóñez, S. y González, J. A. (1979): *Estudios Geol.*, 44, 99-105.
 Ordóñez, S., González, J. A. y García del Cura, M. A. (1979): *Act. IV Reun. G. T. Cuaternario*. Banyoles, 171-178.
 Ordóñez, S.; González, J. A. y García del Cura, M. A. (1981): *Act. V. Reun. G. T. Cuaternario*. Sevilla, 280-293.
 Ordóñez, S.; González, J. A. y García del

Cura, M. A. (1986 a): *Rev. Mat. Proc. Geol.*, 4, 229-255.
 Ordóñez, S.; González, J. A. y García del Cura, M. A. (1986 b): *Mediterrané*, 57, 52-60.
 Ordóñez, S.; González, J. A. y García del Cura, M. A. (1987): *Cuaternario y Geomorfología*, 1, 231-246.
 Radtke, U.; Hausmann, R. & Hentzsch,

B. (1986): En: *Quat. Clim. West. Med.* (F. López Vera, Ed.), UAM, 273-292.
 Shackleton, N. J. & Opdyke, N. D. (1973): *Quat. Research*, 3, 294-296.
 Vaudour, J. (1984): *Rev. Geogr. Phys.*, 349-361.

Recibido el 1 de febrero de 1990
 Aceptado el 23 de febrero de 1990

Caracterización de la materia orgánica de la Facies Villaro-Aramayona por pirólisis Rock-Eval

C. Dorronsoro Urrutia*, M. R. García Sánchez*

* Dpto. Química Aplicada. Geología. F. C. Químicas. Apdo. 1072. 20080 San Sebastián.

ABSTRACT

It has been analyzed the organic matter on the Weald and Aptien sediments from the Villaro-Aramayona facies, using rock-eval pyrolysis as organic geochemistry technique. It has been determined oil potential, the type of organic matter and maturity of the samples.

Key words: *Organic matter, pyrolysis, rock-eval, maturity.*

Geogaceta, 8 (1990), 56-58.

La zona de estudio queda encuadrada en la parte central de la Cuenca Vasco-Cantábrica, en el flanco Sur del Anticlinorio de Bilbao.

El área cubierta en este trabajo comprende la sedimentación Wealdiense y Aptiense Inferior de las provincias de Vizcaya, Guipúzcoa y Alava. Esta, está caracterizada por un depósito terrígeno fino principalmente arcilloso con abundante fauna dulce-salobre, en el que las litologías enriquecidas en materia orgánica son muy abundantes sobre todos las arcillas y en menor medida las calizas.

Los frecuentes y potentes niveles negros enriquecidos en materia orgánica nos delatan que nos encontramos dentro de una cuenca que no estuvo directamente conectada con el mar y sugiere un depósito en condiciones reductoras que favoreció la preservación del material orgánico en el que una sedimentación no marina de aguas salobres dio origen a esta potente serie de material terrígeno, de aproximadamente 1.500 metros de potencia, en el que se intercalaban capas carbonatadas que iban siendo progresivamente más frecuentes hasta la instalación de un régimen carbonatado en el Aptiense.

Han sido varios los autores que se han dedicado al estudio de la sedimentación Wealdiense y Aptiense desde Adán de Yarza (1892), P. Rat (1959), J. Ramírez del Pozo (1971), F. García Garmilla (1987)... Por el

contrario, es prácticamente nula la existencia de estudios geoquímicos, contrastando diversas técnicas analíticas orgánicas. Se tiene referencia de los estudios del IGME, realizados en 1980 y 1981 en el que se realizaron trabajos

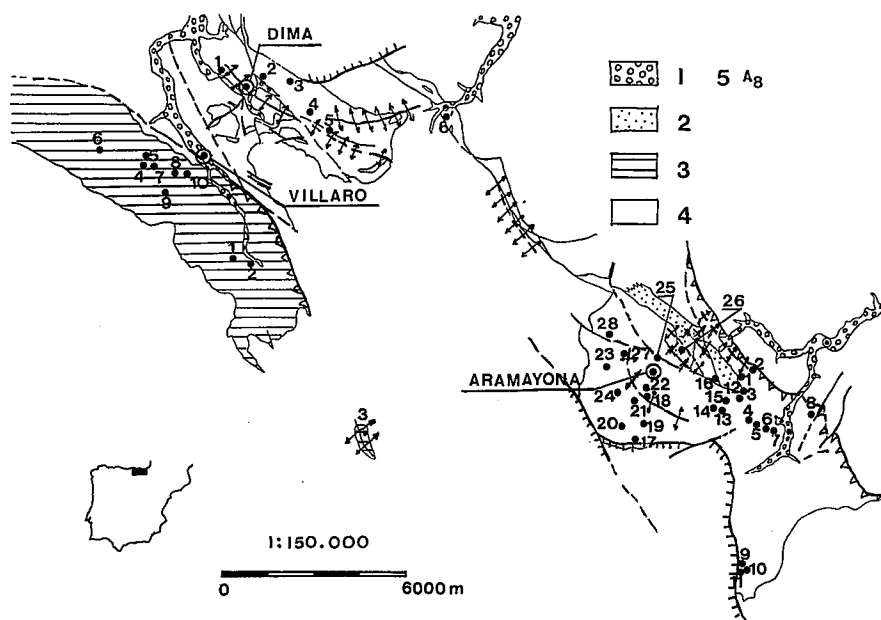


Fig. 1.—Esquema geológico de la zona estudiada y localización de las muestras: 1: Cuaternario, Aluvial. 2: Aptiense, Calizas arcillosas. 3: F. Weald, Areniscas y Arcillas. 4: Purbeck-Weald, Areniscas y Arcillas. 5: A₈: muestra.