

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE SERIES DE URANIO AL GRAFISMO RUPESTRE DE ESTILO PALEOLÍTICO: EL CASO DE LA CAVIDAD DE COVALANAS (RAMALES DE LA VICTORIA, CANTABRIA)*

Resumen: Se ensaya la aplicación del procedimiento analítico de series de Uranio para el conocimiento de la seriación artística de obras parietales de estilo paleolítico. El resultado obtenido muestra la validez del método y abre nuevas vías para la obtención de fechas absolutas *ante quem* y *post quem* que sirvan para enmarcar momentos de ejecución de obras rupestres.

Palabras-clave: Series de Uranio, datación absoluta, datación relativa, arte rupestre, Covalanas - Cantabria - España.

Abstract: Practise the application of the analytical procedure of Uranium-series for the knowledge of the artistic evolution of palaeolithic rock art. The result obtained sample the validity of the method and opens the way for the procurement of date absolute *ante quem* and *post quem* that serve to frame moments of execution of rock art.

Key words: Uranium-series, absolute date, relative date, rock art, Covalanas - Cantabria - Spain.

1. LA CUEVA DE COVALANAS

La cueva de Covalanas se localiza en el término municipal de Ramales de la Victoria, en el sector más meridional e interior de la provincia de Cantabria. Se sitúa en la margen derecha del valle del río Calera; más concretamente a media ladera de la cara SW del monte Pando o Haza, ya en las afueras del núcleo de población de Ramales de la Victoria. Geológicamente se inscribe dentro del complejo de calizas periarrecifales urgonianas de la zona, también denominadas «calizas de Ramales» (García Mondejar 1982).

El descubrimiento de Covalanas lo realizan H. Alcalde del Río y L. Sierra el 11 de Septiembre de 1903. Escuetas e imprecisas son las referencias (Alcalde del Río 1906: 46; Alcalde del Río *et alii* 1911: 22) relativas al depósito arqueológico existente en la entrada de la cavidad: se indicó la realización de pequeñas excavaciones en las que se recuperaron piezas líticas del Paleolítico y algunos fragmentos cerámicos. Las tareas documentadas son «*simples calicatas*» (Alcalde del Río 1906: 46) y el vaciado de los sedimentos de la entrada, a iniciativa de J. Carballo, llevado a cabo entre los años 1950 y 1956, cuya finalidad era acondicionar la cueva para las visitas turísticas, buscar algún tipo

* La toma de muestras fue autorizada por la Consejería de Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria. Los

autores agradecen a Joaquín Eguizabal, guía de la Cueva de Covalanas, su colaboración en el desarrollo del trabajo.

de material arqueológico destacable y localizar posibles accesos a nuevas galerías y conductos; es posible que los materiales hoy en día depositados en el Museo de Prehistoria y Arqueología de Santander, un pequeño lote de fragmentos cerámicos, líticos y faunísticos (Moure *et alii* 1991: 10), pertenezcan a la época de J. Carballo. De los imprecisos y poco clarificadores datos, se puede considerar, de manera genérica, la posible existencia de ocupaciones desarrolladas en época prehistórica e histórica imposibles, hoy por hoy, de caracterizar cronológica y ocupacionalmente.

El interior de la cavidad alberga un conjunto destacado de manifestaciones gráficas rojas de estilo paleolítico que ha sido objeto de diversos trabajos. Un primer grupo lo conforman los escritos de H. Alcalde del Río, H. Breuil y L. Sierra (Alcalde del Río 1906; Sierra 1908; Alcalde del Río *et alii* 1911), quienes presentan los descubrimientos, hacen una descripción de la cavidad y de las figuras y emprenden valoraciones artísticas y cronológicas. Un segundo grupo lo integran las publicaciones de M. R. González Morales, C. González Sainz y A. Moure Romanillo (González Morales, Moure 1989; Moure *et alii* 1990 y 1991); éstos constituyen una actualizada documentación donde se describen nuevas evidencias pintadas, se vuelven a interpretar algunas figuras y se realizan estudios sobre la organización espacial, la ejecución técnica, la temática, el análisis estilístico y valoraciones cronológicas.

El dispositivo iconográfico se compone de 18 ciervas, 2 équidos, 1 ciervo, 1 uro¹, 1 zoomorfo indeterminado, 4 rectángulos, 1 trapecio, 1 rombo, un amplio conjunto de líneas preferentemente rectilíneas y de puntos, y concentraciones de materia colorante. El color utilizado es el rojo y la modalidad técnica es el dibujo realizado mediante aplicación digital. La discusión cronológica (Moure *et alii* 1991: 77-82) propone un momento de ejecución de las graffias en un momento solutrense del estilo III.

Junto a los dibujos rojos de claro estilo paleolítico, la cavidad alberga un gran número de marcas negras situadas, preferentemente, en el primer tercio de la cavidad y tendiendo a concentrarse en superficies amplias. En un primer momento (Alcalde del Río *et alii* 1911: 15) se relacionaron con acciones de reavivamiento de antorchas. Posteriormente E. Muñoz y M. Serna (1985) las incluyen dentro del llamado «arte esquemático-abstracto», entendiéndolas así como representaciones de carácter artístico de momentos post-paleolíticos. Y. Díaz (1992: 108) indica la posibilidad de relacionarlas con el tránsito por la cavidad, apuntando que su cronología debe ser amplia y relacionada con los momentos de frecuentación. Dos dataciones realizadas de las marcas negras han arrojado fechas medievales.

2. DATACIONES RADIOMÉTRICAS: OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y MÉTODO DE ANÁLISIS, TOMA DE MUESTRAS, RESULTADO Y VALORACIÓN

2.1. *Introducción y objetivo*

Desde aproximadamente los años 80 se ha venido produciendo la incorporación de métodos y analíticas propias de las ciencias físico-químicas a la investigación arqueológica. Para el caso concreto del arte rupestre, el estudio de la materia colorante y la aplicación de métodos de datación absoluta son las dos vertientes analíticas más destacadas y las que de manera progresiva, en especial la relativa a la cronología, vienen siendo aplicadas a los diferentes conjuntos artísticos.

¹ Preferidos clasificar, tal y como se justifica más adelante, la figura B.1 (Moure *et alii* 1991: 37) como uro en vez de reno.

El recurso a técnicas radiométricas, concretamente el C^{14} A.M.S, para el conocimiento de la cronología del grafismo rupestre es una aplicación reciente. Desde los primeros resultados (Valladas *et alii* 1992) hasta la actualidad el número de datos disponibles ha aumentado vertiginosamente tanto en la zona española (Fortea *et alii* 1995; Moure *et alii* 1996; Moure, González Sainz 2000) como francesa (Clottes *et alii* 1995 y 1997; Lorblanchet 1995: 241-281). El conjunto de fechas obtenidas, basado en la datación directa de la materia colorante con la que se realizaron los dibujos y pinturas, ha servido para crear un corpus de datos que hace, por veces y de aceptar radicalmente los resultados, modificar y/o matizar las propuestas de seriación estilística (Breuil 1952; Leroi-Gourhan 1965). La imposibilidad de datación de motivos cuya materia colorante no contenga elementos orgánicos limita la aplicación extensiva del C^{14} A.M.S.

Recientemente (Arias *et alii* 1998-1999; González Sainz, San Miguel 2001: 170-174) se ha recurrido a otra técnica de datación, concretamente la Termoluminiscencia, con el fin de obtener fechas de formaciones calcíticas que se encuentran en relación directa con los motivos, aportando así una fecha *ante quem* y *post quem* para la realización de las figuras.

El gran número de datos hoy en día disponible, la ruptura que supusieron los resultados en un momento donde las críticas a los sistemas estilísticos no encontraban una contrapartida con nuevas propuestas y la tendencia a tomar, acriticamente como absolutos los datos procedentes de analíticas físico-químicas, especialmente aquellos acordes con los esquemas de H. Breuil y A. Leroi-Gourhan, son los factores que han llevado a crear un estado de creencia absoluta en los datos radiométricos, obviando contradicciones (Lorblanchet 1995; Evin 1996; Moure *et alii* 1996; González Sainz 2000; Lorblanchet, Bahn 2000) que se van poniendo de manifiesto. Sin duda alguna, la progresiva incorporación de nuevos datos, el contraste de los mismos con otros criterios, la necesidad de estudiar los procesos a los que se ven sometidas las muestras a lo largo del tiempo en que permanecen adheridas al soporte y la mejora en los protocolos de toma de muestras y tratamiento en el laboratorio, irán creando una mayor credibilidad en los resultados, pudiéndose así aportar valoraciones cada vez más precisas y fundadas.

Junto a los procedimientos ya mencionados, la técnica de series de Uranio presenta unas posibilidades de aplicación similares a la de la Termoluminiscencia, habiendo sido aplicada en la presente cavidad y encontrándose en marcha proyectos en la cavidad de la Garma. Su aplicación extensiva servirá para obtener fechas relativas (*ante quem* y *post quem*) relacionadas, principalmente, con graffias en donde la falta de elementos orgánicos en la composición de la materia colorante impide la aplicación de C^{14} A.M.S. Además, su utilización de forma complementaria con la Termoluminiscencia servirá para calibrar ambos métodos.

En el caso concreto de su aplicación a la cavidad de Covalanas, el objetivo principal era la obtención de una fecha que sirviera para establecer límites cronológicos de encuadre temporal del momento de ejecución de las graffias, o cuanto menos de aquella con la que se relaciona la toma de muestras.

2.2. Principios y metodología de la analítica de las series de Uranio

Espeleotemas, recubrimientos calcíticos y otras formas de carbonatos son los tipos de materiales que se seleccionan, en ambientes de cueva, para la datación mediante analítica de series de Uranio. Éstos atrapan el Uranio durante el periodo de formación, comportándose posteriormente como un sistema cerrado para los isótopos de Uranio y Torio. Después de la cristalización el Uranio atrapado se descompone en series de productos de isótopos radioactivos.

La datación por series de Uranio usando el sistema $^{230}\text{Th}/\text{U}$ depende de la acumulación hacia un equilibrio secular del ^{230}Th con la descomposición del ^{234}U y de la descomposición hacia un

equilibrio secular del ^{234}U con la descomposición del ^{238}U . Debido a que el Uranio es mucho más soluble en agua oxigenada que el Torio, el carbonato autigénico próximo a la superficie del medio ambiente presenta, comparado con el equilibrio secular, una menor cantidad de ^{230}Th . Además, debido a los efectos *alpha-recoil* y *Szilard-Chalmers*, el $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ incorporado en el carbonato será típicamente más representativo que la proporción del equilibrio secular. Si la proporción $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ es razonable a partir del equilibrio secular con la corrección apropiada para el Uranio inicial y los isótopos de Torio, el $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ y $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, forman un sistema cerrado que define su edad (Ivanovich *et alii* 1992).

Las muestras de series de Uranio fueron ligeramente trituradas y disueltas en ácidos minerales fuertes, aislando mediante cromatografía de cambio de ión los isótopos de Uranio y Torio (Bischoff *et alii* 1988). Concretamente fueron disueltas en concentrado de HNO_3 -HF y utilizando como *spike* ^{236}U y ^{229}Th . El Uranio y Torio fueron separados, eliminado el Fe y otros cationes, usando el método convencional de cambio de ion y cargando, como un «sándwich» de grafito coloidal, sobre filamentos de renio simple (Chen *et alii* 1986; Edwards *et alii* 1987). El Torio fue aislado de la columna usando 6N HCL y el Uranio utilizando Teflon destilado H_2O . 10 μl de 0.15N H_3PO_4 fueron añadidos a la fracción de Torio. Las fracciones de Uranio y Torio fueron evaporadas por secado convertidas a forma de nitrato usando 8N HNO_3 e incidiendo, sobre un lado de la muestra, el filamento de renio. El análisis isotópico se realizó en un *Micromass Sector-54 TIMS* (ionización termal de espectrometría de masas) equipado con ángulo ancho que retarda el filtro de energía potencial y con un contador de ion tipo *Daly*. Los isótopos de Uranio fueron medidos usando el *peak-hoppingmode* y la secuencia ^{234}U - ^{238}U , ^{235}U , ^{236}U - ^{238}U . Las corrientes del rayo ^{238}U fueron generalmente mayores a 12^{-12} a. La discriminación de la masa para el Uranio fue corregida utilizando como *spike* $^{233}\text{U}/^{236}\text{U}$, mientras que la proporción de Torio no fue necesaria corregir. Los isótopos de Torio fueron medidos usando el *peak-hoppingmode* en el contador de ion. La tasa de las cuentas para los picos ^{229}Th y ^{230}Th fueron generalmente mayores que 100 cps, alcanzando ocasionalmente 500 cps, lo que representa una excelente eficiencia de ionización de 1 a 5 pg para las cargas de Torio medidas. Los procedimientos blancos fueron insignificantes (<30 picogramas tanto para el Uranio como para el Torio). Las ecuaciones de edad y la vida media de las series de Uranio utilizadas se encuentran descritas en J.L. Bischoff y otros (1995), y fueron calculados utilizando el programa *Isoplot/Ex* (Ludwing 1999).

2.3. Toma de muestras

Para la realización de la analítica de series de Uranio se extrajeron 3 pequeñas muestras de una formación calcítica, tipo «coliflor», que se superpone a la zona inferior del despiece escapular del motivo B.1 (Moure *et alii* 1991) pintado en rojo y definido como reno (lám. 1).

Creemos necesario discutir brevemente su asignación taxonómica en los siguientes términos: ¿uro —*Bos primigenius*— o reno —*Rangifer tarandus*—? Los caracteres externos que vienen a diferenciar ambas especies son los apéndices craneales (cornamenta en el reno, cuernos en el bóvido), la línea cérvico-dorsal (en el uro tiende a mostrarse recta y presenta un pequeño y suave resalte a la altura de la cruz, mientras que en el reno el resalte es más marcado), la cola (muy corta en el reno y larga en el uro), la cara (haciendo una comparación puede decirse que la del reno es más estrecha y alargada y que la del bóvido es más ancha, dando un aspecto de maciza y potente; más recta la región maxilar en el reno y sinuosa, especialmente por una forma cóncava en la parte posterior, en bóvidos), las patas (en relación al tronco en el *Bos* son más cortas) y proporciones (si se comparan ambos efectivos el aspecto más macizo y masivo, especialmente en la parte anterior, se obtiene en el bóvido). Teniendo en cuenta la imposición formal del soporte en la línea cérvico-dorsal y zona de la nalga, y



LÁMINA 1. *Localización de las muestras extraídas*

la problemática existente en torno al tamaño de la cola —para la cual pudiera apuntarse la utilización de caracteres morfológicos del soporte—, pensamos que se trata de un bóvido, un uro, por las proporciones de la figura respecto al tronco, por la cara, la amplitud de la zona del pecho y por la representación de los cuernos (es de anotar que cuando inclinan la cabeza hacia delante, los cuernos se dirigen ligeramente hacia delante, mientras que en los bisontes lo hacen hacia arriba).

Las muestras presentaban un color blanco y un alto grado de cristalización. Por la cantidad extraída fue necesario tramitar las tres muestras, que formaban parte de una misma formación litogénica, como una unidad.

2.4. *Resultados*²

El Uranio varía de 0,25 a 0,43 ppm, el torio de 0,030 a 0,003 ppm y la proporción de la actividad $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ es de 3,3 a 21,2. El resultado obtenido es una edad isocrónica de $^{230}\text{Th}/\text{U}$ de 2.760 ± 390 B.P. (con un 95% de intervalo de confianza), es decir una amplitud (780 años) variable

² Las muestras fueron procesadas en el *Uranium-daughter Laboratory of the Berkeley Geochronology Center*. La referencia del laboratorio es #32099.

entre 3.150 B.P. y 2.370 B.P. El intervalo es amplio, poniendo de manifiesto que las muestras han permanecido cerradas con respecto a la movilidad del U y Th y que la corrección para los isótopos iniciales de U y Th derivada del detritus es apropiada. Su correspondencia en años B.P. sin calibrar es, aproximadamente, de 2.484 ± 390 - 2.346 ± 390 , lo que representa un margen amplio (918 años) variable entre las fechas de 2.874 y 1.956 B.P.

2.5. Valoración

Del dato aportado pueden extraerse tres valoraciones:

1. De ámbito metodológico. El resultado obtenido mediante el procedimiento analítico de series de Uranio manifiesta la validez del método. La aplicación sobre formaciones calcíticas que se relacionan con grafías constituye una nueva manera de proceder, ofreciendo la posibilidad de crear un corpus de datos *ante quem* y *post quem* que permitirá un acercamiento a la edad de los motivos, especialmente de grabados, pinturas y dibujos cuya materia colorante no contenga elementos orgánicos, y, a la vez, contrastar resultados obtenidos mediante Termoluminiscencia y C^{14} A.M.S.
2. De ámbito arqueológico. Certificación prehistórica de los dibujos rojos de la cavidad de Covelanas, y más concreta y restrictivamente de la figura del bóvido, al interpretarse la fecha obtenida por series de Uranio con *ante quem* respecto a la unidad gráfica. Así y estrictamente a tenor del dato obtenido, sólo puede asegurarse que la figura es anterior a la data obtenida. El resultado obtenido sólo permite descartar que las figuras rojas fueron realizadas en un momento de la Edad del Hierro o posterior, siendo imposible precisar el objetivo propuesto, su inserción precisa dentro del Paleolítico.
3. De ámbito climático. La datación obtenida por series de Uranio de la costra calcítica reincide en apreciaciones de orden climatológico. La formación de crecimientos calcíticos va acompañada necesariamente de momentos donde el grado de pluviosidad y humedad es significativo. La fecha obtenida de 2.760 ± 390 B.P, aproximadamente entre 2.484 ± 390 - 2.346 ± 390 B.P. en fecha de C^{14} no calibrado, coincide con los datos climáticos que apuntan, para la Europa templada, a una de las pulsaciones de deterioro climático documentadas en el Jura y en los Alpes (Magny 1995) durante el Holoceno. Concretamente se documenta un deterioro gradual del clima hacia los 3.000-2.500 B.P, renovándose la acción glaciaria en Europa en torno a los 2.500 B.P. (Bell, Walter 1992). Los análisis polínicos realizados en zonas próximas ponen de manifiesto un mayor grado de humedad ambiental para estas fechas (Iriarte 1997 y 2000).

JAMES BISCHOFF
Department of the Interior
U.S. Geological Survey
345 Middlefield Rd. Ms 910
Menlo Park Ca 94025

MANUEL R. GONZÁLEZ MORALES
Dpto. de Ciencias Históricas
Universidad de Cantabria
Avda. de los Castros s/n
39071 Santander

MARCOS GARCÍA DÍEZ
Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología
Universidad del País Vasco
c/ Tomás y Valiente s/n
01006 Vitoria-Gasteiz

WARREN SHARP
Berkeley Geochronology Center
2455 Ridge Rd
Berkeley CA 94709

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDE DEL RÍO, H., 1906, *Las pinturas y grabados de las cavernas prehistóricas de la Provincia de Santander. Altamira, Covalanas, Hornos de la Peña y El Castillo*. Blanchard y Arce. Santander.
- ALCALDE DEL RÍO, H.; BREUIL, H.; SIERRA, L., 1911, *Les cavernes de la Région Cantabrique (Espagne)*. A. Chene. Mónaco.
- ARIAS, P.; CALDERÓN, T.; GONZÁLEZ SAINZ, C.; MILLÁN, A.; MOURE, A.; ONTAÑÓN, R.; RUIZ, R., 1998-1999, «Dataciones absolutas para el arte rupestre paleolítico de Venta de la Perra (Carranza, Vizcaya)», *Kobie* 25, 85-92.
- BELL, M.; WALTER, M., 1992, *Late Quaternary Environmental Change: physical and human perspective*. Longman. Harlow. Essex.
- BISCHOFF J.L.; ROSENBAUER R.J.; DE LUMLEY H.; TAVOSO A., 1988, «A test of Uranium-series dating of fossil tooth enamel: results from Tournal Cave, France», *Applied Geochemistry* 3, 145-151.
- BISCHOFF J.L.; ROSENBAUER R.J.; MOENCH A.F.; KU T.-L., 1995, «U-series age equation for uranium assimilation by fossil bones», *Radiochimica Acta* 69, 127-135.
- BREUIL, H., 1952, *Quatre cents siècles d'art. Pariétal. Les cavernes ornées de l'âge du renne*. Centre d'études de documentation préhistoriques, Montignac (Reimp. Max Fourny, Paris 1974).
- CHEN, J.H.; EDWARDS, R.L.; WASSERBURG, G.J., 1986, «²³⁸U, ²³⁴U, and ²³²Th in sea water», *Earth and Planetary Science Letters* 80, 241-251.
- CLOTTES, J.; CHAUVET, J. M.; BRUNEL, E.; HILLAIRE, CH.; DAUGAS, J.P.; ARNOLD, M.; CACHIER, H.; EVIN, J.; FORTIN, PH.; OBERLIN, CH.; TISNERAT, N.; VALLADAS, H., 1995, «Les peintures de la Grotte Chauvet-Pont d'Arc, à Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche, France): datations directes et indirectes par la méthode du radiocarbone», *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 320, série IIa: 1133-1140.
- CLOTTES, J.; COURTIN, J.; COLLINA-GIRARD, J.; ARNOLD, M.; VALLADAS, H., 1997, «News from Cosquer caves: climatic studies, recording, sampling, dates», *Antiquity* 71, 321-326.
- DÍAZ, Y., 1993, *El arte rupestre esquemático en Cantabria*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. Santander.
- EDWARDS, R.L.; CHEN, J.H.; WASSERBURG, G.J., 1987, «²³⁸U-²³⁴U-²³⁰Th-²³²Th systematics and the precise measurement of time over the past 500.000 years», *Earth and Planetary Science Letters* 81, 175-192.
- EVIN, J., 1996, «La datation des peintures pariétales par le radiocarbone», *Techne* 3: 98-107.
- FORTEA, J.; RODRÍGUEZ, V.; HOYOS, M.; FEDERACIÓN ASTURIANA DE ESPELEOLOGÍA; VALLADAS, H.; TORRES, T., 1995, «Covaciella», *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 1991-1994*, 258-270. Consejería de Cultura. Servicio de publicaciones del Principado de Asturias. Oviedo.
- GARCÍA MONDEJAR, J., 1982, «Región Vasco-Cantábrica y Pirineo Navarro. Reconstrucción paleogeográfica, síntesis y evolución general», *El Cretácico en España*: 145-160. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- GONZÁLEZ MORALES, M.; MOURE ROMANILLO, A., 1989, «Las Cuevas de Ramales de la Victoria (Cantabria)», *Revista de Arqueología* n.º 95, 10-17.
- GONZÁLEZ SAINZ, C., 2000, «Sobre la organización cronológica de las manifestaciones gráficas del Paleolítico superior. Perplejidades y algunos apuntes desde la región cantábrica», *Edades* 6, 123-144.
- GONZÁLEZ SAINZ, C.; SAN MIGUEL, C., 2001, *Las cuevas del desfiladero. Arte rupestre paleolítico en el valle del río Carranza (Cantabria-Vizcaya)*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. Santander.
- IRIARTE, M. J., 1997, «El paisaje vegetal de la Prehistoria tardía y primera historia en el País Vasco Peninsular», *Isturitz* 9, 669-677.
- , 2000, «Antropización del paisaje y economía de producción en Euskal Herria durante el primer milenio a.C.», *El productes alimentaris d'origen vegetal a l'edat del Ferro de l'Europa Occidental: de la producció al consum*: 117-126. Sèrie Monogràfica 18. Museu d'Arqueologia de Catalunya. Girona.
- IVANOVICH, M.; LATHAM, A.G.; KU, T.L., 1992, «Uranium-series disequilibrium applications in geochronology», *Uranium Series Disequilibrium: Applications to Earth, Marine and Environmental Sciences* (M. Ivanovich and R.S. Harmon eds.): 62-89. Oxford Science Publications. Oxford. England.
- LEROI-GOURHAN, A., 1965, *Préhistoire de l'Art. Occidental*. Mazenod. Paris.
- LORBLANCHET, M., 1995, *Les grottes ornées de la Préhistoire. Nouveaux regards*. Errance. Paris.
- LORBLANCHET, M.; BAHN, P., 2000, «Diez años después de la "Era post-estilísitica": ¿Dónde estamos ahora?», *Edades* 6, 115-121.
- LUDWIG, K.R., 1999, *User's Manual for Isoplot/Ex. Version 2.01: A geochronological toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center Special Publication No.1a. Berkeley.

- MAGNY, M., 1995, *Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. Errance. Paris.
- MOURE, A.; GONZÁLEZ MORALES, M.; GONZÁLEZ SAINZ, C., 1990, «Las pinturas rupestres paleolíticas de la cueva de Covalanas (Ramales de la Victoria, Cantabria)», *Trabajos de Prehistoria* 47, 9-38.
- MOURE, A.; GONZÁLEZ SAINZ, C., 2000, «Cronología del arte paleolítico cantábrico: últimas aportaciones y estado actual de la cuestión», *III^{er} Congreso de Arqueología Peninsular (Vila Real, 1999)*, vol. II: 461-473. ADECAP. Oporto.
- MOURE, A.; GONZÁLEZ SAINZ, C.; BERNALDO DE QUIRÓS, F.; CABRERA, V., 1996, «Dataciones absolutas de pigmentos en cuevas cantábricas: Altamira, El Castillo, Chimeneas y Las Monedas», *El «Hombre Fósil» 80 años después* (A. Moure ed.): 295-324. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria. Santander.
- MOURE, A.; GONZÁLEZ SAINZ, C.; GONZÁLEZ MORALES, M., 1991, *Las cuevas de Ramales de la Victoria (Cantabria). Arte rupestre paleolítico en las cuevas de Covalanas y La Haza*. Universidad de Cantabria. Santander.
- SIERRA, L., 1908, «Notas para el mapa paleontográfico de la Provincia de Santander», *Actas y Memorias del Congreso de Naturalistas de España*: 103-117. Zaragoza.
- MUÑOZ, E.; SERNA, M., 1985, «El arte esquemático-abstracto en Cantabria», *Altamira* 45, 5-31.
- VALLADAS, H.; CACHIER, H.; MAURICE, P.; BERNALDO DE QUIRÓS, F.; CLOTTES, J.; CABRERA, V.; UZQUIANO, P.; ARNOLD, M., 1992, «Direct radiocarbon dates for prehistoric paintings at the Altamira, El Castillo and Niaux caves», *Nature* 357: 68-70.