

PRECISIONES SOBRE LA CRONOLOGÍA Y EL PALEOAMBIENTE DE LA SECCIÓN DEL PLEISTOCENO INFERIOR DE QUIBAS-SIMA (ABANILLA, MURCIA)

Piñero, Pedro

IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social

Agustí, Jordi

ICREA, Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats

Duval, Mathieu

CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana

Ramírez-Pedraza, Iván

IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social

Zhao, Jian-xin

Radiogenic Isotope Facility, School of Earth and Environmental Sciences, The University of Queensland, Brisbane

Furió, Marc

Serra Hünter fellow, Departament de Geologia, Universitat Autònoma de Barcelona

Laplana, César

MAR, Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid

Sevilla, Paloma

Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid

Iannicelli, Claudia

IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social

Resumen

Con la identificación del subcrón geomagnético Jaramillo (1,07–0,99 Ma), la sucesión de vertebrados del Pleistoceno Inferior del yacimiento de Quibas (Abanilla, Murcia) representa un lapso tiempo escasamente registrado en Europa. Se han diferenciado siete unidades litoestratigráficas (QS-1 a QS-7) en la secuencia de Quibas-Sima. Para completar el marco cronoestratigráfico previamente publicado, en este trabajo aportamos información adicional sobre la sucesión de micromamíferos a lo largo de Quibas-Sima, así como nuevos resultados de edad numérica obtenidos a partir de la datación combinando series de Uranio (U-series) y resonancia de espín electrónico (ESR) de un diente de équido de QS-3. Por otra parte, se ha realizado un análisis preliminar de la señal isotópica del carbono y oxígeno preservada en la bioapatita del esmalte dental de grandes mamíferos procedentes del yacimiento de Quibas, a fin de obtener información detallada de las condiciones de vida de los animales y el hábitat en que vivían.

Palabras clave: yacimiento de Quibas, Pleistoceno Inferior, series de Uranio, resonancia de espín electrónico, biocronología, isótopos estables, paleoecología.

Abstract

With the identification of the Jaramillo geomagnetic subchron (1.07–0.99 Ma), the Early Pleistocene vertebrate succession of Quibas (Abanilla, Murcia) represents a time span scarcely recorded in Europe. Seven lithostratigraphic units have been differentiated (QS-1 to QS-7) within the Quibas-Sima sedimentary sequence. To complete the existing chronostratigraphic framework published earlier, we provide here additional information about the micromammal succession along the sedimentary infill, as well as new numerical age results from the combined U-series/ESR dating of one equid tooth from QS-3. In addition, a preliminary analysis of the carbon and oxygen isotopic signal preserved in the bioapatite of the dental enamel of large mammals has been carried out in order to obtain detailed information on the habitat in which these animals lived.

Keywords: Quibas site, Early Pleistocene, U-series, ESR dating, biochronology, stable isotopes, paleoecology.

1. INTRODUCCIÓN

El yacimiento paleontológico de Quibas (Abanilla, Murcia) es un complejo kárstico de cavidades rellenas con sedimentos del Pleistoceno Inferior (Fig. 1). El excelente estado de conservación del registro fósil de este yacimiento, así como su riqueza y gran diversidad faunística, ofrece una oportunidad excelente para la mejora del conocimiento sobre los cambios climáticos y faunísticos que tuvieron lugar en el sur de Europa durante la transición del Pleistoceno Inferior al Medio (ca. 1,2–0,7 Ma). Precisamente, esta transición se caracteriza por un cambio fundamental en la ciclicidad climática de la Tierra, con una fuerte intensificación de los periodos glaciares. El incremento de la severidad y duración de los estados fríos desencadenó profundos cambios en la biota y el paisaje físico, principalmente en el hemisferio norte. En el yacimiento de Quibas se han identificado hasta la fecha más de 80 especies de vertebrados e invertebrados (Montoya *et al.* 1999, 2001; Piñero *et al.* 2020, 2021 y sus referencias).

Las principales estructuras del yacimiento de Quibas consisten en una galería denominada Quibas-Cueva (hasta 5 m de anchura, 9 m de altura y más de 30 metros de longitud) y una estructura vertical conocida como Quibas-Sima (9 m de altura y hasta 2 metros de anchura). La secuencia de Quibas-Sima contiene hasta siete niveles detríticos bien diferenciados (QS-1 a QS-7). Los niveles QS-1 a QS-4 y QS-7 han ofrecido restos fósiles de vertebrados, mientras que las unidades QS-5 y QS-6 son estériles excepto por la presencia de restos de gasterópodos (Piñero *et al.* 2020).

De acuerdo a Piñero *et al.* (2020), la sección de Quibas-Sima registra un cambio de polaridad de inversa (QS-1) a normal (QS-2 a QS-5), a lo que se une un segundo intervalo inverso (QS-6, QS-7). Este intervalo de polaridad normal delimitado por polaridades inversas se identifica como el subcrón Jaramillo. En Europa, asociaciones de vertebrados asignadas de forma inequívoca el subcrón Jaramillo son muy escasas. Hasta ahora, la secuencia de Quibas-Sima representa la primera y única sucesión continua de vertebrados continentales de edad pre-Jaramillo a Jaramillo de este continente.

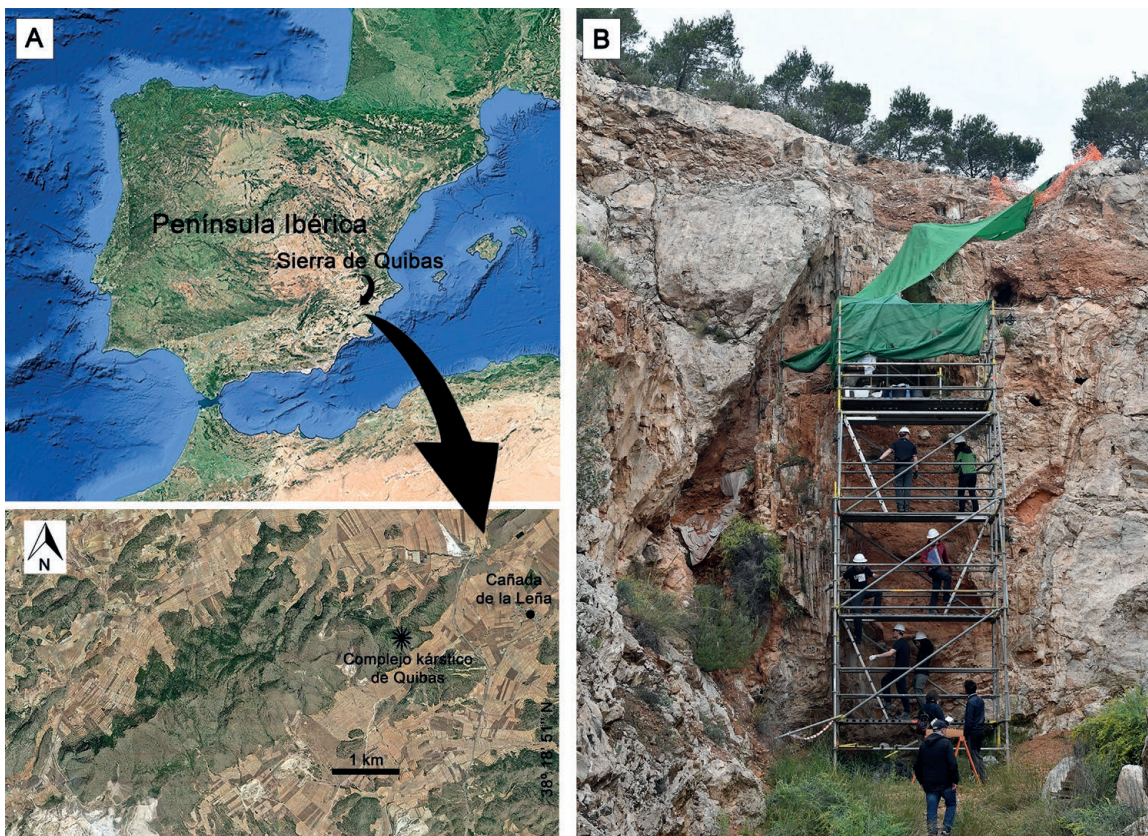


Figura 1. Contexto geográfico del yacimiento de Quibas. A) Localización geográfica del complejo kárstico de Quibas (Fuente: Google Earth Pro). B) Imagen de campo del yacimiento de Quibas durante la campaña de excavación de 2022 (Fotografía: Guillermo Carrión).

En este trabajo, se pretende refinar la cronoestratigrafía de la sección de Quibas-Sima proporcionando nueva información de la sucesión de pequeños vertebrados, así como nuevos resultados de edad numérica obtenidos

a partir de una datación combinada de series de Uranio (U-series) y resonancia de espín electrónico (ESR). Además, se pretende llevar a cabo análisis de isótopos estables a fin de obtener información preliminar detallada de las condiciones de vida de los animales del yacimiento de Quibas y el hábitat en que vivían.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La mayor parte del material de pequeños mamíferos se recuperó de la sección Quibas-Sima durante la campaña de muestreo de 2014, aunque también incluye restos recuperados durante las campañas de excavación sistemática de 2015 a 2018. Las muestras de sedimento tomadas *in situ* fueron sistemáticamente cribadas con agua mediante tamices superpuestos de luz de malla de 4, 1 y 0,5 mm. La colección de pequeños mamíferos de Quibas-Sima resultante incluye 1134 restos identificados, principalmente dientes, mandíbulas y maxilares correspondientes a 16 taxones distintos.

Para la datación combinada de series de Uranio y ESR, se recuperó *in situ* de QS-3 durante la campaña de excavación de 2019 un diente fósil atribuido al équido *Equus cf. altidens*, junto con el sedimento circundante para otros análisis de laboratorio. Los análisis ESR se llevaron a cabo en el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH; Burgos). Los análisis de series de Uranio se realizaron utilizando un Nu Plasma HR MC-ICP-MS en la *Radiogenic Isotope Facility* (RIF) de la *School of Earth and Environmental Sciences* (Universidad de Queensland, Australia).

Para el análisis de los isótopos estables se han muestreado 119 dientes de herbívoros y omnívoros (*Capra alba*, *Praeovibos* sp., *Stephanorhinus* sp., *Equus altidens*, *Dama* sp., *Macaca sylvanus*, *Dama* sp., Suidae indet. y Leporidae indet.). La mayor parte de ellos provienen de las campañas realizadas entre los años 2002 y 2009 en Quibas-Cueva, pero también hay algunos ejemplares recuperados de Quibas-Sima (QS-3) durante las campañas de 2019 y 2021. En total, se tomaron muestras de 119 bandas de esmalte dental para análisis isotópicos de oxígeno y carbono. Las muestras de esmalte en polvo fueron tratadas químicamente en el Laboratorio Biomolecular del IPHES-CERCA. Posteriormente, se analizaron en el *Environmental Isotope Laboratory* de la Universidad de Arizona (EEUU). Se midieron los $\delta^{18}\text{O}$ y $\delta^{13}\text{C}$ usando un dispositivo automático de preparación de carbonatos (KIEL-III) acoplado a un espectrómetro de radio-gas (Finnigan MAT 252).

3. RESULTADOS

3.1. Sucesión de pequeños mamíferos

La secuencia de Quibas-Sima ha ofrecido una gran cantidad de restos de microvertebrados. Los niveles QS-6 y QS-5 resultan estériles en cuanto a material de vertebrados, mientras que los niveles QS-1 a QS-4 y QS-7 ofrecen restos tanto de microfauna como de macrofauna (Piñero *et al.* 2020). La asociación de pequeños mamíferos incluye insectívoros (Soricidae, Erinaceidae), murciélagos (Rhinolophidae, Vespertilionidae, Minopteridae), roedores (Arvicolinae, Muridae, Gliridae, Sciuridae) y lagomorfos (Leporidae, Ochotonidae) (Fig. 2).

3.2. Datación combinada de series de Uranio y ESR

La datación numérica combinando series de Uranio y ESR ha ofrecido una edad US-ESR de 369.000 \pm 28.000 -53.000 años. Estos resultados deben considerarse comouna edad mínima para el diente fósil. El cálculo adicional de edad llevado a cabo usando el modelo CSUS ha resultado en una estimación de 1.431.000 \pm 278.000 años. La edad CSUS-ESR se considera como la edad máxima que se puede derivar a partir de los datos U-Th y ESR obtenidos. De esta forma, la edad del diente analizado sería de entre 370.000 y 1.430.000 años.

3.3. Análisis de isótopos estables

Las distintas especies analizadas del yacimiento de Quibas (*Macaca*, Leporidae, Suidae, *Capra*, *Stephanorhinus*, *Praeovibos*, *Dama* y *Equus*) muestran una señal isotópica vinculada a un consumo de plantas C_3 , con una presencia muy residual de consumo de plantas C_4 . El promedio de todas de las especies en lo que respecta a los valores de carbono es de -10,22 ‰ con una desviación estándar de 1,17. En el caso del oxígeno el promedio es de -0,21 con una desviación estándar de 1,75.

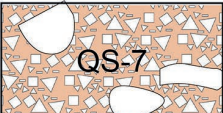
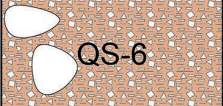
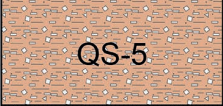

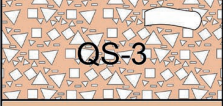
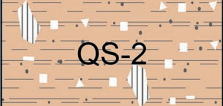
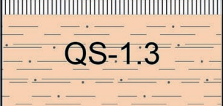
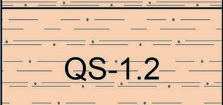
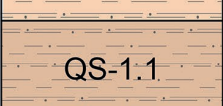
Unidades estratigráficas	Insectívoros	Quirópteros	Roedores	Lagomorfos
 QS-7			<i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Eliomys quercinus</i>	
 QS-6				
 QS-5				
 QS-4				
 QS-3	<i>Crocidura kornfeldi</i> <i>Erinaceus</i> sp.	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis nattereri</i> <i>Myotis myotis</i>	<i>Manchenomys orcensis</i> <i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Castillomys rivas</i> <i>Eliomys quercinus</i>	<i>Oryctolagus cf. giberti</i> <i>Prolagus calpensis</i>
 QS-2	<i>Crocidura kornfeldi</i>	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis nattereri</i>	<i>Manchenomys orcensis</i> <i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Castillomys rivas</i> <i>Eliomys quercinus</i> <i>Hylopetes</i> sp.	<i>Oryctolagus cf. giberti</i>
 QS-1.3	<i>Crocidura kornfeldi</i> <i>Neomys</i> sp.		<i>Manchenomys orcensis</i> <i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Castillomys rivas</i> <i>Eliomys quercinus</i> <i>Hylopetes</i> sp.	<i>Oryctolagus cf. giberti</i> <i>Prolagus calpensis</i>
 QS-1.2	<i>Crocidura kornfeldi</i> <i>Neomys</i> sp.	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Rhinolophus euryale</i> <i>Rhinolophus hipposideros</i> <i>Myotis nattereri</i> <i>Miniopterus cf. horaceki</i>	<i>Manchenomys orcensis</i> <i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Castillomys rivas</i> <i>Eliomys quercinus</i> <i>Hylopetes</i> sp.	<i>Oryctolagus cf. giberti</i> <i>Prolagus calpensis</i>
 QS-1.1	<i>Neomys</i> sp.	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> <i>Myotis nattereri</i> <i>Miniopterus cf. horaceki</i>	<i>Manchenomys orcensis</i> <i>Apodemus sylvaticus</i> <i>Castillomys rivas</i> <i>Eliomys quercinus</i>	

Figura 2. Distribución de los pequeños mamíferos hallados en la sección de Quibas-Sima.

4. DISCUSIÓN

4.1. Implicaciones para la edad del yacimiento de Quibas

La sección Quibas-Sima registró una sucesión de varios intervalos de diferentes polaridades geomagnéticas, con dos intervalos de polaridad invertida en la parte inferior (QS-1) y superior de la secuencia (QS-6 y QS-7), y un intervalo de polaridad normal entre ambos (unidades QS-2, QS-3, QS-4, QS-5). Este último fue correlacionado previamente con el subcrón Jaramillo (1,07–0,99 Ma) de acuerdo a las evidencias bioestratigráficas (Piñero *et al.* 2020). La presencia del múrido *Castillomys rivas* indica una edad anterior al cron Bruhnes (0,78 Ma), mientras que la presencia del arvicólido *Manchenomys orcensis* y del insectívoro *Neomys* sp. sugiere una edad posterior al subcrón Olduvai (1,94–1,78 Ma) (Fig. 3). Así, la opción más plausible es que el intervalo de polaridad normal de QS-2 a QS-5 se correlacione directamente con el subcrón Jaramillo. El rango de edad dado por los resultados numéricos US-ESR y CSUS-ESR (370.000–1.430.000 años) es, por tanto, compatible con las evidencias bioestratigráficas y magnetoestratigráficas independientes, pero también muestra inequívocamente que el nivel paleontológico es más reciente que el subcrón de Olduvai, confirmando las conclusiones previas.

Con la identificación del subcrón Jaramillo en 4,7 m de espesor (1,07–0,99 Ma) de la secuencia sedimentaria, se puede calcular una tasa de sedimentación (TS) media de 5,9 cm/ka para los depósitos situados entre la base de QS-2 y la parte superior de la unidad QS-5. La extrapolación de este valor a la base y a la parte superior de la secuencia indica que el relleno sedimentario de Quibas-Sima podría estar constreñido cronológicamente a unos 1,12 y 0,93 Ma, respectivamente. Curiosamente, estos resultados son muy coherentes con las correlaciones bioestratigráficas que posicionan la secuencia de Quibas entre Fuente Nueva 3 (ca. 1,2 Ma), y Cueva Victoria, Cueva Negra y Gran Dolina TD4-TD8 (todas posteriores a 0,9 Ma; Rodríguez *et al.* 2011; Duval *et al.* 2012; Gibert *et al.* 2016; Walker *et al.* 2020). El resultado también implica que la secuencia sedimentaria se depositó en un tiempo relativamente corto: aproximadamente 190.000 años.

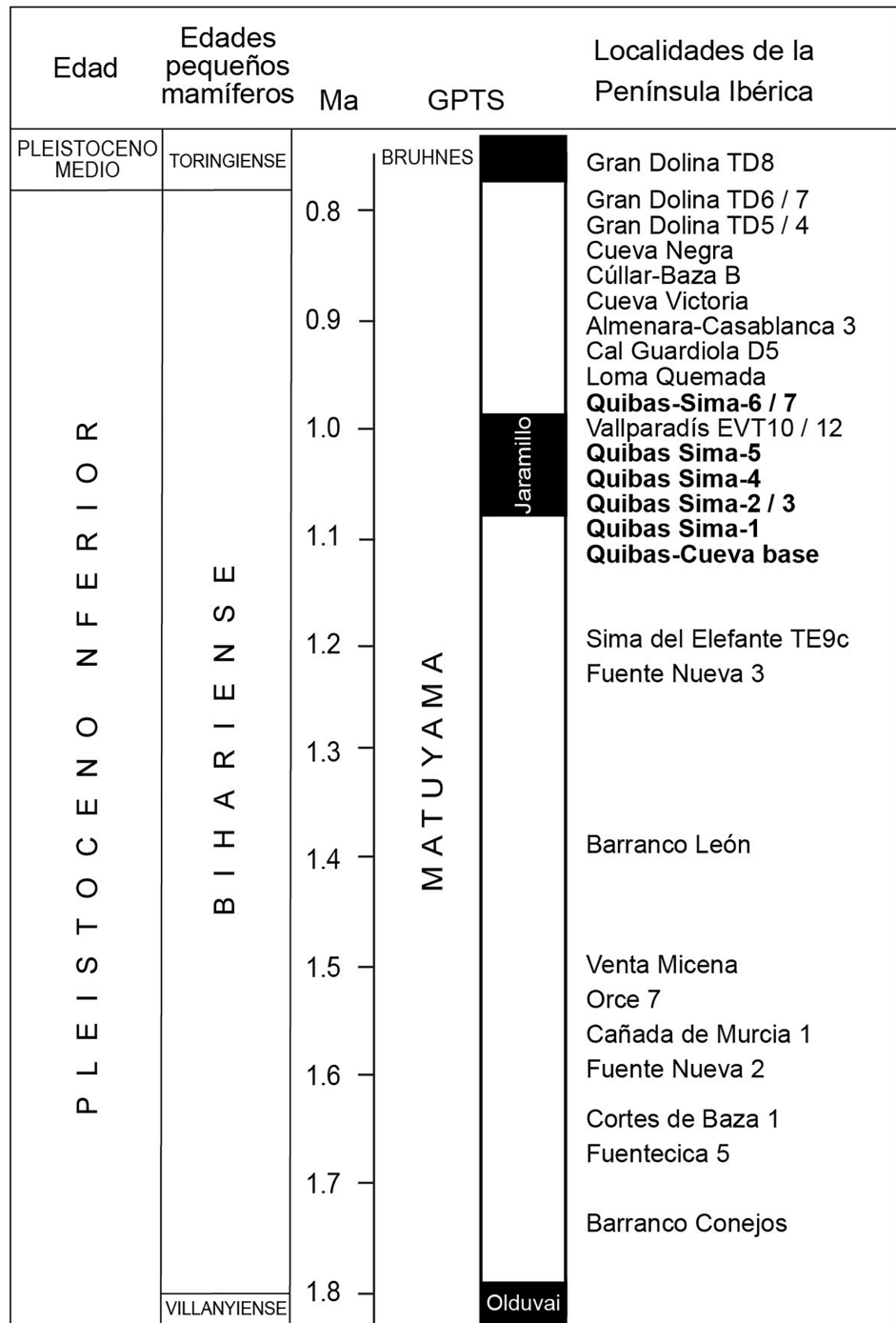


Figura 3. Correlación magnetobioestratigráfica de varias localidades españolas y localización de los niveles de Quibas-Sima y la base de Quibas-Cueva. La escala de tiempo de polaridad geomagnética (GPTS) muestra Bruhnes, y dos intervalos de polaridad normal dentro de Matuyama: subcrón Jaramillo (1,07–0,99 Ma) y subcrón Olduvai (1,94–1,78 Ma).

El valor estimado de TS de 5,9 cm/ka debe considerarse como un valor mínimo, ya que es poco probable que las inversiones magnéticas observadas en la magnetoestratigrafía local se correspondan con los límites geomagnéticos conocidos de Jaramillo. Esto implica que los depósitos de 4,7 m de espesor corresponderían a un intervalo de tiempo más corto, lo que se traduce en una mayor tasa de sedimentación. En consecuencia, las edades extrapoladas obtenidas para la parte inferior y superior de la secuencia deben interpretarse como restricciones de edad máxima y mínima, respectivamente (<1,12 Ma y >0,93 Ma). La duración estimada resultante para el relleno sedimentario sería inferior a 190.000 años.

En resumen, si bien reconocemos la incertidumbre intrínseca asociada a la estimación de una tasa de sedimentación en un entorno kárstico, existe no obstante una serie de evidencias que sugieren que todo el relleno sedimentario de Quibas-Sima se depositó muy probablemente en menos de 200.000 años, hace entre 1,1 y 0,9 Ma.

4.2. Paleoecología: isótopos estables

La señal isotópica conservada en los carbonatos del esmalte dental proporciona evidencia directa de la ecología y fisiología de los animales extintos, independientemente de su taxonomía. Las señales isotópicas en los conjuntos fósiles están vinculadas al agua y los alimentos consumidos por los animales, lo que representa un reflejo muy certero de sus condiciones de vida. Los valores isotópicos secuenciales de $\delta^{18}\text{O}$ en el esmalte dental (tanto de fuentes de fosfato como de carbonato) pueden proporcionar un registro detallado de las variaciones estacionales en un corto período de tiempo de la vida de un solo animal (Pederzani y Britton 2019). Las relaciones de isótopos estables de oxígeno en bioapatita representan los valores de $\delta^{18}\text{O}$ del agua ingerida directamente de los recursos hídricos y el agua ingerida a partir del consumo de plantas. Aplicando diferentes fórmulas a los valores brutos de los isótopos de oxígeno podemos obtener información sobre la temperatura y la precipitación. Al mismo tiempo, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ co-analizados de muestras de bioapatita proporcionan información sobre los cambios estacionales en el consumo de carbohidratos y vegetales para las especies herbívoras. En el caso de los herbívoros, las señales de carbono se derivan de plantas ingeridas. La señal isotópica de los carnívoros está relacionada con la de sus presas, lo cual nos permite obtener información tanto del ecosistema predominante como de las posibles presas consumidas. Por lo tanto, su composición isotópica variará, primero, debido al tipo de vía metabólica (plantas C_3 o C_4) de las plantas, pero también, debido a factores específicos de la especie y las condiciones de crecimiento prevalecientes de las plantas ingeridas.

En Quibas, la señal isotópica es coherente con lo recogido en anteriores estudios realizados en la península ibérica en cronologías del Pleistoceno Inferior y Medio en los que no se detecta presencia de plantas C_4 (Domingo *et al.* 2013, 2017; García García *et al.* 2009). En ninguna de las especies analizadas se aprecia un consumo regular de plantas C_4 , pero algunas muestras de lepóridos tienen una señal isotópica que se encontraría en el límite entre los consumidores puros de C_3 y los mixtos C_3 - C_4 . Aun así, la ingesta de plantas C_4 sería muy baja. La poca presencia de plantas C_4 , las cuales están mejor adaptadas a ambientes áridos y con un mayor estrés hídrico, nos da pistas sobre el paisaje. Tampoco hay valores de carbono lo suficientemente negativos como para hablar de una cobertura vegetal densa (*Canopy effect*).

En resumen, estos valores indican claramente un predominio de vegetación C_3 en el área estudiada independientemente de las preferencias alimentarias (ramoneadores o pastadores) de las diferentes especies. Sin embargo, en un ambiente con predominio de plantas C_3 no es posible discernir entre unos hábitos alimenticios más ramoneadores o más pastadores, para ello será necesario aplicar otros métodos como el desgaste dental cuyo estudio se encuentra en curso.

5. CONCLUSIONES

La identificación del subcrón geomagnético Jaramillo (1,07–0,99 Ma) en el yacimiento del Pleistoceno Inferior de Quibas (Abanilla, Murcia) supone la representación de un lapso tiempo escasamente registrado en Europa.

Para completar el marco cronoestratigráfico de Quibas-Sima, se ha realizado una datación combinada de series de Uranio (U-series) y resonancia de espín electrónico (ESR) a partir un diente de équido de QS-3. Los resultados indican que este diente tiene una antigüedad comprendida entre 370.000 y 1.430.000 años. De acuerdo a correlaciones bioestratigráficas, las unidades QS-1 a QS-4 tienen una posición estratigráfica intermedia entre

los yacimientos de Fuente Nueva 3 (~1,2 Ma) y Cueva Victoria (~0,9 Ma). Las nuevas dataciones numéricas apoyan de forma consistente el marco cronoestratigráfico general basado en la magnetoestratigrafía y bioestratigrafía, confirmando una edad post-Olduvai. Sobre la base de una estimación de la tasa de sedimentación, el rango cronológico puede constreñirse hasta aproximadamente 1,1–0,9 Ma para toda la secuencia, sugiriendo que la secuencia sedimentaria cubre un intervalo de tiempo relativamente corto (inferior a 200.000 años). Estos resultados sitúan a la secuencia Quibas-Sima como una de las sucesiones de vertebrados continentales más largas y completas de Europa desde pre-Jaramillo (QS-1) hasta Jaramillo (QS-2 a QS-5).

Por otra parte, se ha realizado un análisis preliminar de la señal isotópica del carbono y oxígeno, preservada en la bioapatita del esmalte dental de grandes mamíferos procedentes del yacimiento de Quibas, a fin de obtener información detallada de las condiciones de vida de los animales y el hábitat en que vivían. La señal isotópica obtenida de las distintas especies indica un predominio de vegetación C₃ en el área estudiada. La poca presencia de plantas C₄, las cuales están mejor adaptadas a ambientes áridos y con un mayor estrés hídrico, nos da pistas sobre el paisaje.

6. BIBLIOGRAFÍA

- DOMINGO, L.; KOCH, P.L.; HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.; FOX, D.L.; DOMINGO, M.S.; y ALBERDI, M.T. (2013). "Late Neogene and Early Quaternary Paleoenvironmental and Paleoclimatic Conditions in Southwestern Europe: Isotopic Analyses on Mammalian Taxa". *PLoS ONE* 8(5), e63739.
- DOMINGO, L.; RODRÍGUEZ-GÓMEZ, G.; LIBANO, I.; y GÓMEZ-OLIVENCIA, A. (2017). "New insights into the Middle Pleistocene paleoecology and paleoenvironment of the Northern Iberian Peninsula (Punta Lucero Quarry site, Biscay): A combined approach using mammalian stable isotope analysis and trophic resource availability modeling". *Quaternary Science Reviews* 169, pp. 243–262.
- DUVAL, M.; FALGUÈRES, C.; BAHAIN, J.J.; GRUN, R.; SHAO, Q.; AUBERT, M.; DOLO, J.M.; AGUSTÍ, J.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P.; y TORO, I. (2012). "On the limits of using combined U-series/ESR method to date fossil teeth from two Early Pleistocene archaeological sites of the Orce area (Guadix-Baza basin, Spain)". *Quaternary Research* 77, pp. 482–491.
- GARCÍA GARCÍA, N.; FERANEC, R.S.; ARSUAGA, J.L.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M.; y CARBONELL, E. (2009). "Isotopic analysis of the ecology of herbivores and carnivores from the Middle Pleistocene deposits of the Sierra De Atapuerca, northern Spain". *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 1142–1151.
- GIBERT, L.; SCOTT, G.R.; SCHOLZ, D.; BUDSKY, A.; FERRANDEZ, C.; RIBOT, F.; MARTIN, R.A.; y LERÍA, M. (2016). "Chronology for the Cueva Victoria fossil site (SE Spain): evidence for early Pleistocene Afro-Iberian dispersals". *Journal of Human Evolution* 90, pp. 183–197.
- MONTOYA, P.; ALBERDI, M.T.; BLÁZQUEZ, A.M.; BARBADILLO, L.J.; FUMANAL, M.A.; MADE, VAN DER J.; MARÍN, J.M.; MOLINA, A.; MORALES, J.; MURELAGA, X.; PEÑALVER, E.; ROBLES, F.; RUIZ BUSTOS, A.; SÁNCHEZ, A.; SANCHIZ, B.; SORIA, D.; y SZYNDLAR, Z. (1999). "La fauna del pleistoceno inferior de la Sierra de Quibas (Abanilla, Murcia)". *Estudios Geológicos* 55, pp. 127–161.
- MONTOYA, P.; ALBERDI, M.T.; BARBADILLO, L.J.; VAN DER MADE, J.; MORALES, J.; MURELAGA, X.; PEÑALVER, E.; ROBLES, F.; RUIZ BUSTOS, A.; SÁNCHEZ, A.; SANCHIZ, B.; SORIA, S.; y SZYNDLAR, Z. (2001). "Une faune très diversifiée du Pléistocène inférieur de la Sierra de Quibas (provincia de Murcia, Espagne)". *C. R. Acad. Sci. Paris* 332, pp. 387–393.
- PEDERZANI, S.; y BRITTON, K. (2019). "Oxygen isotopes in bioarchaeology: Principles and applications, challenges and opportunities". *Earth Science Reviews* 188, pp. 77–107.
- PIÑERO, P.; AGUSTÍ, J.; OMS, O.; BLAIN, H.-A.; FURIÓ, M.; LAPLANA, C.; SEVILLA, P.; ROSAS, A.; y VALLVERDÚ, J. (2020). "First continuous pre-Jaramillo to Jaramillo terrestrial vertebrate succession from Europe". *Scientific reports* 10(1), pp. 1–11.
- PIÑERO, P.; AGUSTÍ, J.; IANNICELLI, I.; FERNÁNDEZ RUIZ, N.; LABORDA LÓPEZ, C.; GOMARIZ, L.; TÓRTOLA, M.; SÁNCHEZ BANDERA, C.; TITTON, S.; RAMÍREZ PEDRAZA, I.; y DE JAIME, F.J. (2021). "Resultados preliminares de la intervención paleontológica de 2019 en el yacimiento de Quibas (Abanilla, Murcia)". En *XXVII Jornadas de Patrimonio Cultural Región de Murcia*. Consejería de Turismo y Cultura de la Región de Murcia, Tres Fronteras, pp. 87–94.
- RODRÍGUEZ, J.; BURJACHS, F.; CUENCA-BESCÓS, G.; GARCÍA, N.; VAN DER MADE, J.; PÉREZ GONZÁLEZ, A.; BLAIN, H.-A.; EXPÓSITO, I.; LÓPEZ-GARCÍA, J.M.; GARCÍA ANTÓN, M.; ALLUÉ, E.; CÁCERES, I.; HUGUET, R.; MOSQUERA, M.; OLLÉ, A.; ROSELL, J.; PARÉS, J.M.; RODRÍGUEZ, X.P.; DÍEZ, C.; ROFES, J.; SALA, R.; SALADIÉ, P.; VALLVERDÚ, P.; BENNASAR, M.L.; BLASCO, R.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M.; y CARBONELL, E. (2011). "One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain)". *Quaternary Science Reviews* 30, pp. 1396–1412.
- WALKER, M.J.; HABER URIARTE, M.; LÓPEZ JIMÉNEZ, A.; LÓPEZ MARTÍNEZ, M.; MADE, VAN DER J.; DUVAL, M.; y GRÜN, R. (2020). "Cueva Negra del Estrecho del Río Quipar: A dated Early Pleistocene Palaeolithic site in southeastern Spain". *Journal of Paleolithic Archaeology* 3, pp. 816–855.

7. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría dar nuestro más sincero agradecimiento al Ayuntamiento de Abanilla por el apoyo económico y logístico que ha dado al equipo de trabajo del yacimiento de Quibas durante las distintas campañas de campo. Queríamos dar las gracias también al Dr. Gregorio Romero y al Servicio de Patrimonio Histórico de la Dirección General de Bienes Culturales de la Región de Murcia por su apoyo para la realización de esta investigación. Este trabajo ha sido posible en el marco de la Subvención ARQ115/2018 para la Investigación e Intervención en el Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de la Región de Murcia (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), la Fundación Palarq (Ayuda para la aplicación de metodologías y técnicas de las ciencias experimentales/analíticas en arqueo-paleontología), la Agencia Estatal de Investigación y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (AEI/FEDER EU, PID 2020-117289 GBI00). Mathieu Duval es el recipiente de una ayuda Ramón y Cajal RYC 2018-025221-I financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y por “FSE Invierte en tu futuro”, y que permitió cubrir los gastos analíticos asociados a las nuevas dataciones numéricas. El Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES-CERCA) ha recibido apoyo financiero del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del programa para Unidades de Excelencia “María de Maeztu” (CEX2019-000945-M). Este estudio ha sido también apoyado por CERCA Programme/Generalitat de Catalunya. Pedro Piñero está sujeto a un contrato “Juan de la Cierva-Incorporación” (IJC2020-044108-I) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y “European Union NextGeneration EU/PRTR”. Marc Furió es miembro Serra Húnter.