

Muestreos en Venta Micena y Barranco de los Conejos; Prospección de materias primas para tafonomía experimental - 2020 (Orce, Granada)

JOSÉ YRAVEDRA, ALEXIA SERRANO-RAMOS, CHRISTIAN SÁNCHEZ-BANDERA, JOSEP MARIA PARÉS, JUAN OCHANDO, JOSÉ CARRIÓN, LLOYD COURTENAY, AUXILIADORA RUÍZ DOMÍNGUEZ, ANU KAAKINEN, ORIOL OMS, STEFANIA TITTON, DEBORAH BARSKY, JOSÉ SOLANO GARCÍA, EVA MONTILLA, CARMEN LUZÓN, ROBERTA SANZI, JOSÉ CÁMARA DONOSO, HUGUES-A. BLAIN, JORDI AGUSTÍ, DANIEL DE MIGUEL, JUAN FRANCISCO REINOSO, BEATRIZ AZANZA, HERVÉ BOCHERENS, SUVI VIRANTA, JUHA SAARINEN, MIKAEL FORTELIUS, JUAN MANUEL JIMÉNEZ-ARENAS

Resumen: Se presenta el trabajo de la Actividad Arqueológica de “Muestreos en Venta Micena y Barranco de los Conejos; Prospección de materias primas para tafonomía experimental” (Orce, Granada), dentro del Proyecto General de Investigación “Primeras ocupaciones humanas y contexto paleoecológico a partir de los depósitos Pliopleistocenos de la cuenca Guadix-Baza. Zona Arqueológica de la cuenca de Orce” (Junta de Andalucía y Universidad de Granada). Esta serie de actividades vienen a sustituir la actividad de excavación en Venta Micena – Corte IV, en el marco de la situación de pandemia por Covid-19. La evaluación general de la actividad ha sido muy positiva, permitiendo: profundizar en el conocimiento del paisaje y del clima del entorno del yacimiento de Venta Micena, afinar la cronología del yacimiento de Barranco León, avanzar en el conocimiento de las marcas de corte documentadas en los yacimientos de Fuente Nueva 3 y Barranco León, y generar una biblioteca digital de marcas de corte experimentales.

Abstract: The work of the Archaeological Activity of “Samples in Venta Micena and Barranco de los Conejos; Prospecting of raw materials for experimental taphonomy ”(Orce, Granada), within the General Research Project “ First human occupations and paleoecological context from the Pliopleistocene deposits of the Guadix-Baza basin. Archaeological Zone of the Orce basin ”(Junta de Andalucía and Universidad de Granada) is presented here. This activities replace the excavation activity at Venta Micena - Court IV, due the Covid-19 pandemic situation. The general evaluation of the activity has been very positive, allowing: to deepen the knowledge of the landscape and climate of the surroundings of the Venta Micena site, refine the chronology of Barranco León, advance in the knowledge of the cut marks documented in Fuente Nueva 3 and Barranco León, and generate a digital library of experimental cut marks.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 TOMA DE MUESTRAS POLÍNICAS EN BARRANCO DE LOS ZAGALES

La Palinología es una rama de la Botánica que se basa en las particularidades y características especiales que presentan en su superficie externa, la exina, los pólenes y las esporas. Así, y debido a cambios tecnológicos muy relevantes, la Palinología ha ido diversificando sus campos de aplicación e incorporando a su objeto de estudio otras partículas microscópicas. Así, actualmente, la Palinología se extiende al estudio de los palinomorfos, entendiendo por tales a los restos microscópicos de origen orgánico que aparecen junto a los pólenes cuando éstos son extraídos de una muestra para su estudio.

Cada palinomorfo presenta una morfología particular que permite diferenciarlo de otros e identificarlo. Cada taxón tiene una determinada ecología y distribución, por lo que la determinación de los palinomorfos presentes en una muestra permite hacer inferencias sobre las condiciones climáticas de un determinado depósito sedimentario.

1.1.1. CONTEXTO PALEOBOTÁNICO DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE ORCE

La Zona Arqueológica “Cuenca de Orce” no es especialmente rica en palinomorfos. Solo existe una publicación al respecto (Jiménez Moreno, 2003) en la que se recogen los resultados de diferentes tomas de muestras que se llevaron a cabo en los yacimientos de Barranco León y Fuente Nueva 1. No obstante, el propio autor de estos estudios (comunicación personal) duda de la validez de los resultados puesto que la presencia de material celular en el interior de los palinomorfos abre la posibilidad a que se trate de “contaminación” contemporánea.

Recientemente han salido a la luz tres estudios (Altolaguirre et al., 2019, 2020, 2021) que abordan, entre otros, los análisis palinológicos de la cuenca de Guadix-Baza centrándose en el denominado sondeo de Palominas (Baza, Granada). Estos estudios han proporcionado resultados paleoclimáticos que dan cuenta de una ciclicidad climática durante el Pleistoceno inferior, constatando una alternancia de periodos áridos y fríos (glaciales) con periodos húmedos y cálidos (interglaciales). Estos estudios ponen de manifiesto, en primer lugar, el potencial de la palinología como herramienta para establecer reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales y, en segundo, que la cuenca alberga potenciales secuencias polínicas (que se tratarán de establecer a partir de los sondeos mecánicos incluidos en la solicitud de actividad arqueológica en Barranco León).

Durante la campaña 2018, el equipo liderado por José S. Carrión, catedrático de la Universidad de Murcia, tomaron una serie de muestras en el yacimiento de Barranco León, concretamente en los

niveles D1, D2, E1 y E2, consiguiendo determinar, con un alto grado de fiabilidad, los taxones vegetales contenidos en cada uno de los depósitos sedimentarios analizados. Estos resultados animan a muestrear en el entorno del yacimiento de Venta Micena para evaluar su potencial como contenedor de palinomorfos. Este yacimiento, en el que hasta la fecha no se ha documentado presencia humana, puede ser clave para entender cómo la vegetación y el clima pudieron ser factores fundamentales en la dispersión de los homínidos en Europa durante el Pleistoceno inferior.

1.1.2 CONTEXTO GEOLÓGICO

El estrato conocido como Venta Micena, que es donde se va a muestrear, se localiza en la Unidad C (Fig. 1; Anadón et al., 1987), con un espesor que fluctúa entre los 80 y los 120 cm, distinguiéndose dos tramos calizos separados por un paleosuelo. El tramo inferior, que corresponde a un primer intervalo lacustre y cuya potencia representa entre un tercio y la mitad del nivel, está compuesto por caliza micrítica con nódulos carbonatados de origen edáfico y espesor centimétrico, donde se documenta la presencia de conchas de moluscos de agua dulce (vg., *Melanoides tuberculata*, especie euritérmica que coloniza un amplio rango de biotopos) y que es azoico en vertebrados.

Figura 1.

1.1.3 CONTEXTO CRONOLÓGICO

Venta Micena se sitúa cronológicamente en la época magnética Matuyama, concretamente en el cron 1r 2r entre Jaramillo y Olduvai. Su biozona es la MNQ-2, zona de *Allophaiomys ruffoi*, estimándose la edad del yacimiento en 1,6-1,5 Ma (Duval et al., 2011; Martínez-Navarro, 1991; Martínez-Navarro et al. 2015; Gibert et al., 1992).

1.1.4 CONTEXTO PALEONTOLÓGICO

El yacimiento de Venta Micena es excepcionalmente rico en restos de fauna, tanto en lo referente a macrovertebrados como a microfauna. Todas las especies identificadas son características del Epivillafranchense.

La asociación de macromamíferos está compuesta por diez especies pertenecientes al orden Carnívora (*Homotherium latidens*, *Megantereon whitei*, *Panthera* cf. *gombaszoegensis*, *Lynx* sp., *Pachycrocuta brevirostris*, *Lycaon lycaonoides*, *Canis mosbachensis*, *Vulpes praeglacialis*, *Ursus etruscus*, *Meles* sp.), dos perisodáctilos (*Stephanorhinus hundsheimensis*, *Equus altidens*), ocho

artiodáctilos (*Hippopotamus antiquus*, *Bison* sp., *Hemibos gracilis*, *Praeovibos* sp., *Hemitragus* cf. *albus*, *Soergelia minor*, *Praemegaceros verticornis*, *Metacervocerus rhenanus*), un proboscídeo (*Mammuthus meridionalis*), un lagomorfo (*Oryctolagus* cf. *lacosti*) y un histricomorfo (*Hystrix* sp.), (Medin et al., 2016).

En cuanto a la microfauna, se han realizado también numerosos estudios, que han tenido como resultado bastantes publicaciones que han permitido caracterizar las condiciones paleoecológicas y paleoclimáticas de Venta Micena (vg. Agustí et al. 1987; Minwer-Barakat, 2006).

1.2 BARRANCO DE LOS CONEJOS

Barranco de los Conejos (BC) (Orce, Granada) y concretamente el denominado nivel A, es un yacimiento paleontológico rico en microvertebrados y considerado, mediante un enfoque biomagnetoestratigráfico, contemporáneo al yacimiento georgiano de Dmanisi (Agustí et al., 2013). Sus coordenadas UTM (ETRS 89) son X: 547586.08; Y: 4176888.82 (Fig. 2). Estratigráficamente se sitúa en posición intermedia entre Galera 2 y Venta Micena (VM) (Fig. 3).

Este nivel se sitúa en el denominado Miembro Superior de la Formación Baza que se caracteriza por ser un tramo calcáreo y que en este punto concreto de la cuenca de Guadix-Baza muestra una ciclicidad calizas-arcillas de gran interés para entender las dinámicas geomorfológicas y paleoecológicas del extremo nororiental. Una alternancia parecida (margas-arenas) ha sido descrita también por otros autores (ej. García Aguilar et al., 2013). Esta ciclicidad se puede relacionar con los denominados ciclos de Milankovitch, permitiendo vincular las alternancias observadas en diferentes puntos de la cuenca con dinámicas climáticas globales a través de análisis cicloestratigráficos, geocronológicos y paleoecológicos.

Desde una perspectiva paleoclimática, Agustí y colaboradores (2013) pusieron de manifiesto que BC supondría un momento en el que se acrecentaría una tendencia hacia condiciones más frías y áridas (fase glacial) que culminaría en el nivel de VM.

Figura 2.

Figura 3.

1.2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO

En la secuencia estratigráfica de Barranco de los Conejos se registra parte del Miembro Inferior y todo el Miembro Superior de la Formación Baza. El Miembro Inferior está compuesto por arenas y areniscas rojizas en la base y arcillas rojizas con tres intercalaciones, a techo, de calizas y dolomías. Su formación se relaciona con un ambiente sedimentario fluvial transitando a lacustre. El Miembro Superior sufre un cambio muy significativo por el paso del régimen fluvial antedicho a un régimen lacustre con una facie palustre (el denominado nivel A), constatado entre otros por la alternancia entre calizas y arcillas (limolitas y lutitas).

1.2.2 CONTEXTO CRONOLÓGICO

Los análisis magnetoestratigráficos sitúan el nivel A de BC en el cron Matuyama (2.60 – 0.78 Ma). La presencia de *Tibericola*, un microtino más arcaico que *Allophaiomys*, permite acotar el rango cronológico justo después del subcron Olduvai, hace 1.78 Ma (Agustí et al., 2013).

1.2.3 CONTEXTO PALEONTOLÓGICO

Barranco de los Conejos destaca por su riqueza en microvertebrados y por la presencia de una única evidencia de macrovertebrado, un núcleo óseo de un ovibovino de talla grande, *Praeovibos* sp., el cual se constituye en uno de los registros más antiguos de este taxón de procedencia asiática en Europa occidental (Agustí et al., 2013).

La lista taxonómica de microvertebrados está compuesta por:

cf. *Discoglossus* sp., *Pelophylax* cf. *Perezi*, cf. *Chalcides* sp., Lacertidae indet., cf. *Coronella* sp., *Galemys* cf. *Kormosi*, *Sorex minutus*, *Sorex* sp., *Tibericola vandermeuleni*, *Tcharinomys oswaldoreigi*, *Mimomys* sp., *Castillomys rivas*, *Apodemus* sp., *Oryctolagus* sp. y *Prolagus calpensis* (Agustí et al., 2013).

1.3 PROSPECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA TAFONOMÍA EXPERIMENTAL

La propuesta de prospección consiste en la búsqueda sistemática y localizada de afloramientos de materias primas documentadas en Barranco León y Fuente Nueva 3 y que han sido utilizadas por los homínidos del Pleistoceno Inferior con el fin de realizar estudios de tafonomía experimental. La intención con esta actividad y estudios es afrontar diferentes cuestiones surgidas a raíz del estudio tafonómico de las muestras óseas de estos dos yacimientos, los cuales han permitido documentar

marcas de corte y percusión vinculadas al consumo y procesado de los animales por parte de los homínidos.

Las experimentaciones presentadas en este trabajo tienen como objetivos especificar qué tipología de útiles fueron utilizados en las actividades de procesado de la fauna así como identificar la materia prima de éstos mediante una serie de técnicas desarrolladas en los últimos años (Maté González et al., 2015, 2016, 2017; Courtenay et al, 2017).

2 OBJETIVOS DE LAS ACTIVIDADES 2020

A partir de los objetivos planteados en el proyecto de Actividad Arqueológica de “Sondeos en Venta Micena y Barranco de los Conejos y Prospección de Materias Primas para Tafonomía Experimental” de 2020, se realiza un análisis de consecución de los mismos hasta el momento. En este caso, los objetivos propuestos que tienen como fin el desarrollo de trabajos en campo son los que se han ejecutado en primera instancia; dado el cronograma y protocolo de investigación. Otros objetivos, como los de análisis de muestras geocronológicos, sedimentológicos y palinológicos, dado su dilatado protocolo de actuación, se encuentran aún en proceso de desarrollo.

2.1 MUESTREO PALINOLÓGICO EN VENTA MICENA

El primer objetivo [*a. Tomar muestras sedimentológicas....*] ha podido realizarse con éxito. Esta actividad fue llevada a cabo por los especialistas en sedimentología y palinología.

Respecto al segundo objetivo [*b. Determinar taxonómicamente los diferentes polinómorfos....*] está en proceso de completarse, puesto que la preparación de muestras y su análisis precisa de unos tiempos más largos. Por el momento se han podido analizar ocho muestras de las que se han podido identificar los polinómorfos con éxito. .

Asimismo, el tercer objetivo [*c. Caracterizar las polinofacies...*] se encuentra en proceso de completarse, pendiente de la determinación taxonómica de los polinómorfos de todas las muestras tomadas durante la actividad.

Por último, el cuarto objetivo [*d. Realizar retrodicciones paleoclimáticas....*] está vinculado a los anteriores y precisa de los resultados de análisis para permitir realizar las inferencias paleoclimáticas en este nivel. Esperamos obtener los resultados finales a lo largo del 2021.

2.2 MUESTREO EN BARRANCO DE LOS CONEJOS

El primer objetivo [*a. Tomar muestras sedimentológicas para datar...*] ha podido realizarse satisfactoriamente.

Asimismo, el segundo objetivo [*b. Tomar muestras sedimentológicas para establecer diferencias bioquímicas...*] ha podido completarse con éxito.

Respecto al tercer objetivo [*c. Establecer la correlación entre los datos cronológicos y paleoecológicos...*] está en proceso de completarse, puesto que la obtención de los resultados finales de los análisis requiere de unos tiempos de ejecución más largos.

Por último, el cuarto objetivo [*d. Tratar de correlacionar los niveles de Barranco de los Conejos y Barranco León...*] se encuentra asimismo en proceso de completarse. En este caso, no sólo hace falta que los resultados finales de la toma de muestras en Barranco de los Conejos hayan sido obtenidos, sino que hace falta esperar a los análisis que se están llevando a cabo en Barranco León – en diferentes actividades dentro del marco del presente PGI – para poder tratar de ser correlacionados.

2.3 PROSPECCIÓN MATERIAS PRIMAS PARA TAFONOMÍA EXPERIMENTAL

El objetivo principal de esta actividad [*identificar las materias primas utilizadas en el procesamiento de carcasas animales de los yacimientos y generar un marco referencia...*] está en proceso de completarse, a través de la consecución de los distintos objetivos específicos detallados a continuación.

El primer objetivo [*a. Identificar las materias primas de los útiles con que se hicieron las marcas de corte encontradas en los yacimientos...*] está en proceso de completarse. Para ello contamos con caracterizar las marcas de corte experimentales realizadas tanto con sílex como con caliza. Una vez analizado el material experimental realizado se procederá a la comparación de los análisis de las muestras arqueológicas con las experimentales.

Respecto al segundo objetivo [*b. Realizar una prospección selectiva para localizar posibles materias primas...*] ha sido completado con éxito. Se realizaron prospecciones en el entorno de los yacimientos y se pudieron recoger muestras líticas – sílex y caliza – de características similares a los documentados en los yacimientos de Barranco León y Fuente Nueva 3 para poder realizar la experimentación.

El tercer objetivo [*c. Analizar la replicabilidad, a través de la talla lítica de las materias primas prospectadas y usadas en las actividades de descarnación...*] ha podido realizarse satisfactoriamente. Se pudieron obtener filos cortantes de casi todos los nódulos de materia prima recogidos; y las lascas experimentales fueron suficientes para realizar las actividades de descarnado y, a su vez, la generación de marcas de corte experimentales para su caracterización.

Por último, el cuarto objetivo [*d. Valorar, mediante los experimentos de percusión como los cantos encontrados en la fase de prospección pueden o no ser funcionales para la fracturación de los huesos...*] no ha podido llevarse a cabo aún, a la espera de finalizar las tareas de descarnado y limpieza de los huesos seleccionados para la experimentación.

3 METODOLOGÍA

3.1 ARQUEOLOGÍA

Prospección

La metodología de prospección propuesta para la presente actividad es la intensiva de cobertura total de la zona definida y el criterio que se utilizará es geológico puesto que el objetivo es recoger materias primas en los lugares en los que afloran.

Los puntos de afloramiento de estas materias primas se documentarán gráficamente mediante su traslación al Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 así como a la cartografía específica que genere el equipo. El sistema de registro que se utilizará para documentar todos los hallazgos será la base de datos WhatsSite, creada ex-profeso para este proyecto general de investigación.

La recolección de materia prima se centra en fragmentos de rocas que estén desprendidas de las matrices y que permita la talla de diferentes materias primas o variedades dentro de cada una de ellas. Nos vamos a centrar en las calizas y el sílex puesto que son las materias primas predominantes en los yacimientos de Barranco León y Fuente Nueva 3.

La prospección se va a realizar con medios humanos (cuatro personas) con la ayuda de un GPS de alta precisión para georreferenciar los afloramientos y una cámara fotográfica de alta resolución para documentar los mismos.

Arqueología Experimental

El protocolo a seguir durante los análisis experimentales será el siguiente:

1. Tallado de las diferentes materias primas (calizas y sílex) para obtener los soportes con los que

realizar las marcas de corte. Se tendrán en consideración todos los aspectos y factores influyentes (tales como el uso de percutor duro, ortogonalidad, talla sobre yunque, etc.)

2. Corte y fracturación sobre huesos actuales
3. Aplicación de nuevas tecnologías como la fotogrametría, la morfometría geométrica y el *Deep Learning* para analizar las marcas y poder caracterizar qué tipo produce cada materia prima.

3.2 NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA TAFONOMÍA

Tras la caracterización tafonómica de los conjuntos fósiles de los yacimientos podremos determinar que agentes hicieron las acumulaciones y el grado de participación que tuvieron en ellos. Sin embargo, los estudios tafonómicos genéricos no permiten resolver aspectos puntuales. Por ello en una segunda fase del estudio nos proponemos hacer reconstrucciones tridimensionales de ciertas alteraciones óseas como las marcas de diente y las marcas de corte con el objeto de responder a los siguientes aspectos:

Los análisis de los surcos y trazas generados por carnívoros, que permitirá complementar el estudio tafonómico y precisar que carnívoro intervino sobre la muestra ósea. Los métodos desarrollados por Courtenay et al (2019) e Yravedra et al (2019) permiten reconocer con un grado de resolución importante qué carnívoro es el agente modificador. Esta metodología parte de la reconstrucción tridimensional bien a través de la fotogrametría bien mediante escaneado láser de la superficie del elemento donde se encuentran las marcas de corte (Maté et al., 2015), los surcos de carnívoros (Yravedra et al., 2017), los *pits* de carnívoros (Aramendi et al., 2017) y/o las marcas de percusión (Yravedra et al., 2018). Con el tiempo los métodos descritos en estos trabajos han sido perfeccionados consiguiendo aumentar el grado de resolución inicial, tanto en su aplicación a manipulaciones antrópicas como a las de carnívoros. Para ello se han incorporado técnicas de *Machine & Deep Learning* (Courtenay et al., 2019 a, 2019b).

3.3 SEDIMENTOLOGÍA

Los aspectos sedimentológicos se tratarán con una metodología tanto macroscópica (levantamiento de secciones de detalle, observaciones de las estructuras sedimentarias, etc.) como microscópica, con el estudio de las microfacies, que consiste en el análisis de los aspectos texturales y de composición a escala microscópica de los materiales.

Estos estudios permitirán realizar una interpretación de la evolución de la cuenca (subcuenca de Orce) desde el punto de vista del conocido como análisis de cuencas, donde se integrarían todos los datos estratigráficos, geomorfológicos, etc. con el fin de obtener modelos paleogeográficos

coherentes con el resto de observaciones.

Para determinar aspectos paleoecológicos a partir de la sección Barranco de los Conejos se recurrirá a las diferencias entre el isótopo más ligero y el más pesado de C y O dentro de los carbonatos biogénicos y/o pedogénicos, la composición química de los cuales dan cuenta de las condiciones ambientales en los que se formaron.

Esta metodología ha sido previamente aplicada en los yacimientos de BL (Anadón et al., 2015) y VM (Granados et al., en preparación) con notable éxito. Como punto de partida, los valores de $\delta^{18}\text{O}$ permiten realizar retrodicciones sobre aspectos paleoclimáticos y los de $\delta^{13}\text{C}$ análisis vinculados a la composición vegetal.

Las muestras serán tomadas, allá donde sea posible, manualmente previa somera limpieza del perfil y embolsadas de manera individual con la referencia precisa para cada nivel.

Las muestras se secarán en un horno a 70°C antes de perforar o moler. Después de secar durante la noche a 90°C, se reaccionará con de 9 a 19 mg de polvo de CaCO_3 con 100% de H_3PO_4 en vacío a 50°C durante 15 horas. Posteriormente, el material se lavará con agua destilada y se liofilizará previo a la combustión a 900°C con gránulos de Cu, alambre de CuO y lámina de Ag. El gas CO_2 evolucionado de las reacciones de carbonato y la combustión orgánica se purificará y medirá antes de la recolección. Las relaciones isotópicas de carbono y oxígeno se medirán en un espectrómetro de masas con fuente de ionización por antorcha de plasma y filtro de iones por cuadrupolo NexION 300D disponible en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

3.4 ESTRATIGRAFÍA

La metodología a seguir consistirá en el levantamiento de perfiles estratigráficos de detalle en la sección Barranco de los Conejos; un muestreo de campo para las determinaciones sedimentológicas; determinaciones analíticas a partir de las muestras/resultados de laboratorio; y en la integración del conjunto de datos en el contexto de los yacimientos incluidos en las actividades de este PGI (en particular con Barranco León).

3.5 GEOCRONOLOGÍA

Los rellenos del conjunto de las cuencas de Guadix-Baza presentan un registro de mamíferos del Neógeno (MN) ampliamente estudiado, y relacionado con las biozonas MN 14, 15, 16 y 17. Así mismo, la gran continuidad sedimentaria que presenta la cuenca ha permitido realizar numerosos estudios de dataciones numéricas y magnetoestratigráficas que, correlacionadas con las dataciones biocronológicas, han complementado el marco temporal de estos sedimentos dentro del límite

Plioceno superior – Pleistoceno inferior, con polaridades magnéticas que sitúan los diversos yacimientos entre los crones Gauss y Matuyama.

Magnetoestratigrafía (MAGS)

La Magnetoestratigrafía divide y correlaciona los paquetes de rocas usando sus propiedades magnéticas, en particular el registro de sucesión de polaridades durante su formación. Hace unos años se publicó un trabajo que daba cuenta de la polaridad de los niveles A, B y C (polaridad inversa) que sitúan estos niveles en el cron Matuyama (Agustí et al., 2013). No obstante, para corroborar la cronología propuesta (muy próximo al cambio de polaridad Olduvai-Matuyama) es necesario tomar muestras en los niveles infrayacentes.

Resonancia paramagnética electrónica (ESR)

Es uno de los principales métodos para la datación de materiales cuaternarios. Cubre un amplio rango temporal, hasta 2 millones de años y ofrece la posibilidad de datar fósiles directamente, y permite medir electrones que absorben energía de una determinada longitud de onda cuando la muestra se someta a un campo magnético de conocida intensidad. La técnica está basada en defectos causados en minerales por incorporación de uranio. Estos defectos se reparan en material vivo y se acumulan en muerto. Este método permite contar los electrones atrapados en un hueso o una concha sin el calentamiento necesario para la termoluminiscencia. El número de electrones atrapados indica la edad del ejemplar. El objeto a datar se coloca en un fuerte campo magnético. La energía absorbida por el objeto a medida que varía la fuerza del campo magnético proporciona un espectro a partir del cual se puede contar la cantidad de electrones atrapados. Con respecto a su utilización en los restos fósiles dentales, no destruye la señal al medir, como ocurre en termoluminiscencia (TL) y es más sensible, lo cual permite trabajar con menos cantidad de muestra.

Luminiscencia óptica (OSL)

Se basa en el principio de que materiales que contienen isótopos radioactivos (U, Th, K), o que se encuentran cerca de una fuente de radiación, están sujetos a bajos niveles de radiación. Esta produce con el tiempo ionización de átomos y de electrones atrapados en defectos estructurales. Se están realizando grandes avances en cuanto a protocolos y aplicabilidad.

La datación por Luminiscencia de sedimentos del Cuaternario está basada en la medición de poblaciones de carga atrapadas en los minerales, tanto de cuarzo como de feldespato, para determinar la cantidad de tiempo transcurrido desde que los granos del mineral sedimentario fueron expuestos a la luz por última vez. Después de ser depositados (y enterrados) en ambientes naturales sedimentarios, las cargas atrapadas se acumulan en defectos localizados dentro de la red cristalina de los granos del mineral a causa de la exposición continua a la radiación ionizante que ocurre naturalmente debido al decaimiento radiactivo de los isótopos de potasio y rubidio, y los isótopos que componen la cadena de decaimiento radiactivo de uranio y torio. La carga atrapada se acumula

durante el periodo de enterramiento a una tasa proporcional al nivel natural de la radioactividad de fondo. La exposición de los granos a la luz solar causa que esta carga acumulada en trampas o huecos sensibles a la luz se vacíe (o blanquee), y así se reinicie la luminiscencia residual del sedimento. Por lo tanto, la datación por luminiscencia puede ser utilizada para obtener una edad numérica directa capaz de restringir eventos deposicionales. El límite superior de datación por OSL convencional es dictado por la cantidad de carga atrapada que se puede acumular en los defectos localizados antes de que estos se saturen. Esta “dosis de saturación” es típicamente evidente en muestras de cuarzo que son mayores de ~100-150 ka y feldespato mayor a los ~400 ka. Sin embargo, un número de abordajes experimentales alternativos han sido propuestos para extender el rango límite de edad impuesto por la saturación de la señal convencional de OSL, que incluyen termoluminiscencia isotérmica, el uso de componentes de la señal de OSL con blanqueamiento más lentos, dataciones de granos individuales denominados “supergrains”, OSL térmicamente transferido, e IRSL post-infrarrojo. Estas alternativas ofrecen la posibilidad de datar depósitos más antiguos (potencialmente hasta 1 Ma).

3.6 PALEOBOTÁNICA

El análisis palinológico comienza con la toma de muestras. Para ello se elegirá un lugar donde la secuencia sea visible en su máxima potencia. A partir de aquí, de manera manual se toman muestras cada 5 cm (si no hay cambios de nivel estratigráfico) y se embolsan de manera individualizada con la referencia al yacimiento, nivel y cota relativa.

Protocolo de laboratorio

Una vez fueron tomadas las muestras del sitio Barranco de los Zagales, se conservaron en el laboratorio de “Palinología y Estudios Paleoambientales” de la Universidad de Murcia, en condiciones de anaerobiosis para evitar la oxidación del polen y los palinomorfos no polínicos, además de impedir la contaminación de las muestras.

Para la extracción de los palinomorfos se siguió básicamente el “Método Químico Clásico” (Delcourt *et al.* 1959, Dimbleby 1985), con las modificaciones propuestas por Girard & Renault-Miskovsky (1969). El método consiste en la degradación de sustancias no polínicas, tanto orgánicas como inorgánicas.

Los detalles de la operativa seguida en los distintos protocolos diseñados en función de la naturaleza de la muestra se recogen en un manual de procedimientos del Laboratorio de Palinología y Estudios Paleoambientales de la Universidad de Murcia.

A cada una de las muestras se le añadió hasta tres pastillas de *Lycopodium*, que sirven para evaluar la “calidad” del tratamiento químico usado y para identificar posibles muestras polínicamente

estériles.

Identificación y recuento al microscopio

Una vez terminado el tratamiento físico-químico de laboratorio, las muestras se montaron con parafina sobre portaobjetos. Las preparaciones microscópicas quedaron depositadas en la palinoteca del Departamento de Biología Vegetal (Universidad de Murcia).

La identificación de base se realizó mediante microscopía óptica convencional (400x y 1000x) utilizando un microscopio con puente de comparación o un microscopio convencional. Para la identificación de palinomorfos se utilizó la colección de referencia del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de Murcia.

El recuento preliminar de palinomorfos polínicos y no polínicos se realizó hasta obtener una diversidad óptima de taxones identificados en cada una de las muestras. Una vez estén todas las muestras de Barranco de los Zagales tratadas en el laboratorio se procederá al recuento de los palinomorfos hasta alcanzar una Suma Base Polínica (total de granos de polen sin incluir los microfósiles) de al menos 200 granos de polen, salvo en los casos en los que la lectura de todo el material disponible no lo permita.

Tratamiento estadístico e informático de los datos

Los datos del recuento polínico se digitalizarán en Excel y posteriormente serán tratados con el programa Tilia Graph 1.7.16 o con Psimpoll con el fin de obtener los diagramas polínicos.

5 RESULTADOS

5.1 MUESTREO PALINOLÓGICO EN VENTA MICENA

Para los análisis polínicos del entorno del yacimiento de Venta Micena, se han tomado 16 muestras (Tabla 1) del nivel C. Las muestras se conservan en el laboratorio de “Palinología y Estudios Paleoambientales” de la Universidad de Murcia, en condiciones de anaerobiosis para evitar la oxidación del polen y los palinomorfos no polínicos, además de impedir la contaminación de las muestras. Serán analizadas a lo largo del 2021. De momento llevamos estudiadas ocho muestras, de las cuales tres son palinológicamente estériles y las demás, excepto una, con bajas concentraciones de palinomorfos.

Muestras						
Número	Unidad	Nombre	Profundidad (cm)	Para tratar	Polen	Diversidad polínica
16	C2	C2.4	220	Tratada	Presente	
15		C2.3	200	Sin tratar		
14		C2.2	180	Tratada		
13		C2.1	170	Sin tratar		
12	C1	C1.6	160	Tratada	Presente	
11		C1.5	150	Sin tratar		
10		C1.4	140	Tratada		
9		C1.3	130	Sin tratar		
8		C1.2	120	Tratada		
7		C1.1	100	Sin tratar		
6	C0	C0.6	80	Tratada	Presente	
5		C0.5	75-65	Sin tratar		
4		C0.4	50-45	Tratada		
3		C0.3	40-35	Sin tratar		
2		C0.2	30-20	Sin tratar		
1		C0.1	5	Tratada		

Tabla 1: Muestras para análisis polínicos tomadas en Barranco de los Zagales con la indicación de aquellas muestras tratadas y analizadas

Además, se ha realizado la caracterización del contexto polínico actual del entorno del yacimiento: Pequeña pinada cerca del yacimiento (*Pinus halepensis*). Numerosas Poáceas, Apiáceas y Asteráceas. Labiadas, Leguminosas, Amarantáceas, *Stipa tenacissima*, *Dactylis glomerata*, *Eryngium campestre*, *Carduus* sp., *Centaurea* sp., *Sideritis* sp., *Brachipodium retusum*, *Delphinium* sp.

El elemento dominante es *Ephedra distachya-nebrodensis* y en segundo lugar *Pinus*. Eventualmente hay frecuencias elevadas de uno o varios de los siguientes taxones: *Artemisia*, *Amaranthaceae*, *Poaceae* y *Juniperus*. En menor proporción aparecen elementos como *Brassicaceae*, *Asteroidae* y *Cichorioideae*. Los elementos mesofíticos arbóreos son inusuales, aunque hay presencia de fresno y lo mismo sucede con los indicadores de bosque mediterráneo como las quercíneas. El componente termofítico es proporcionalmente pequeño.

En general, parecemos estar ante un paisaje bastante abierto, estépico, con indicadores de xerofitismo bien por aridez o por frío, o ambos factores. En todas las muestras hay esporas fúngicas (actividad descomponedora de materia orgánica), *Glomus* (micorrizas), y algún indicador de transporte fluvial hacia el sedimento (tipo 128A, zigósporas de algas).

5.2. MUESTREO SEDIMENTOLÓGICO EN VENTA MICENA

Han sido tomadas muestras para los análisis sedimentológicos. En referencia a las muestras tomadas (Tabla 2), se lista (de izquierda a derecha) los siguientes campos:

- ‘muestreo’, que se realizó en 2 periodos, anotados 1º y 2º.
- ‘muestras’, con las siglas que se utilizan.
- ‘perfil’ o subsección.
- ‘estrato’ se refiere a la nomenclatura de la estratigrafía que se sigue en la excavación.
- ‘altura estratigráfica’ se refiere a la cota relativa dentro de la subsección.
- ‘molturación’. Con ‘X’ se indica las muestras que se han molturado para estudios de DRX (difracción de rayos x) y eventual roca total de isótopos estables.
- ‘Lavado’ se refiere a las muestras que han sido lavadas y tamizadas para recuperar carbonatos biogénicos (ostrácodos y gasterópodos, básicamente) para realizar mediciones de isótopos estables.
- ‘DRX’. Con ‘X’ se indican las muestras ya medidas en la Universidad de Granada. Los difractogramas obtenidos serán objeto del cálculo de la superficie de los picos obtenidos para determinar el porcentaje de los distintos minerales.
- ‘Lámina delgada’ indica las muestras de mano tomadas para determinaciones petrográficas.

Este muestreo y su estudio son objeto del trabajo de máster A.R. que realiza en la Universidad de Granada en colaboración con A. García-Alix (Departamento de Geología) y que está financiado por la Sociedad Finlandesa de Ciencias y Letras (Finska Vetenskaps - Societeten).

Muestreo	Muestras	Perfil	Estrato	H estratigr.	Molturación	Lavado	DRX	Lámina delgada
1º	BZ-20-000	único	C0	0				
1º	BZ-20-005	único	C0	5				
1º	BZ-20-010	único	C0	10				
1º	BZ-20-015	único	C0	15				
1º	BZ-20-020	único	C0	20				
1º	BZ-20-025	único	C0	25				
1º	BZ-20-030	único	C0	30				

Muestreo	Muestras	Perfil	Estrato	H estratigr.	Molturación	Lavado	DRX	Lámina delgada
1º	BZ-20-035	único	C0	35				
1º	BZ-20-040	único	C0	40				
1º	BZ-20-045	único	C0	45				
1º	BZ-20-050	único	C0	50				
1º	BZ-20-055	único	C0	55				
1º	BZ-20-060	único	C0	60				
1º	BZ-20-065	único	C0	65				
1º	BZ-20-070	único	C0	70				
1º	BZ-20-075	único	C0	75				
1º	BZ-20-080	único	C0	80				
1º	BZ-20-085	único	C1	85				
1º	BZ-20-090	único	C1	90				
1º	BZ-20-095	único	C1	95				
1º	BZ-20-100	único	C1	100				
1º	BZ-20-105	único	C1	105				
1º	BZ-20-110	único	C1	110				
1º	BZ-20-115	único	C1	115				
1º	BZ-20-120	único	C1	120				
1º	BZ-20-125	único	C1	125				
1º	BZ-20-130	único	C1	130				
1º	BZ-20-135	único	C1	135				
1º	BZ-20-140	único	C1	140				
1º	BZ-20-145	único	C1	145				
1º	BZ-20-150	único	C1	150				
1º	BZ-20-155	único	C1	155				
1º	BZ-20-160	único	C1	160				
1º	BZ-20-165	único	C2	165				
1º	BZ-20-170	único	C2	170				
1º	BZ-20-175	único	C2	175				
1º	BZ-20-180	único	C2	180				
1º	BZ-20-185	único	C2	185				
1º	BZ-20-190	único	C2	190				
1º	BZ-20-195	único	C2	195				
1º	BZ-20-200	único	C2	200				
1º	BZ-20-205	único	C2	205				
1º	BZ-20-210	único	C2	210				
1º	BZ-20-215	único	C2	215				
1º	BZ-20-220	único	C2	220				

Tabla 2: Toma de muestras para sedimentología en el Barranco de los Zagales.

5.3 MUESTREO EN BARRANCO DE LOS CONEJOS

El tramo medido del Barranco de los Conejos está coronado por facies lacustres caracterizadas por capas gruesas y resistentes de caliza blanca de grano fino correspondiente al nivel más alto del Miembro Superior (Vera et al., 1984). Intercaladas con las calizas hay capas finas siliclásticas de grano fino y color negro con una continuidad lateral limitada. Las capas negras varían en grosor y son de escala decimétrica y ricas en materia orgánica. La sección inferior de los carbonatos está dominada por siliciclásticos. Hay transiciones abruptas a lechos de lutitas y limonitas rojas, pero también se observan lechos de color gris, marrón, negro y naranja. Empiezan a aparecer también algunas formas acanaladas con depósitos de cantos y superficies de acreción laterales, los cuales están intercalados con limonitas y arcillas bien clasificadas y capas homogéneas de areniscas finas. En algunas calizas y limonitas marronosas abundan los moldes de raíces.

Las muestras se empaquetaron posteriormente en cajas paleomagnéticas estándar (8 cm^3) y se realizaron mediciones de las curvas de adquisición de magnetización remanente isotérmica (IRM) en las muestras. Las curvas de adquisición IRM resultantes confirmaron el predominio de la magnetita en todas las muestras. Luego, se determinó la magnetización remanente anhisterética (ARM) y la susceptibilidad magnética de campo bajo en las muestras para probar la presencia de ciclicidad estratigráfica a lo largo de la sección medida. La adquisición de la ARM se diseñó para aislar la concentración de magnetita de grano fino de las muestras de masa normalizada utilizando un campo AF de 100 mT y un campo directo de 0,05 mT. Este método es rápido y no destructivo y nos permitirá comprobar la presencia de frecuencias orbitales y estimar la tasa de acumulación de sedimentos de la sección estratigráfica. Los espectros de potencia y los espectrogramas evolutivos se calcularán utilizando el paquete *Astrochron*. Los resultados preliminares (Fig. 4) sugieren que pueden existir ciclos de distinta frecuencia, en base a la oscilación del parámetro ARM. Se están realizando los correspondientes análisis de series temporales a fin de cuantificar dichas ciclicidades y estimar a partir de ellas las frecuencias correspondientes y de esta forma tasas de acumulación de sedimento. El establecimiento de dichos ciclos de frecuencia conocidos permitirá establecer un “metrónomo” cicloestratigráfico, a partir del cual podremos aportar fechas a escala de la duración de los ciclos orbitales. Dicho marco cicloestratigráfico deberá ser cotejado con los resultados de paleomagnetismo y a ser posible con fechas cronométricas a partir de datos de la resonancia paramagnética electrónica (ESR), pendientes de realización.

Figura 4.

5.4 PROSPECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA TAFONOMIA EXPERIMENTAL

5.4.1 PROSPECCIÓN

La prospección del entorno de Orce – Barranco León Sur y Cañada de Vélez Fuente Nueva- nos ha permitido recolectar 11 tipos de nódulos de materia prima: 6 de caliza (Fig. 5) y 5 de sílex (Fig. 6). Sin embargo, la morfología disfuncional de la caliza 4 y la imposibilidad de obtener lascas funcionales de este nódulo motivó su exclusión del análisis.

Figura 5.

Figura 6.

5.4.2 ACTIVIDADES DE TALLA

Durante el proceso de talla se han obtenido 50 lascas, siendo 26 de caliza y 24 de sílex (Fig. 7). La mala calidad de la caliza 4 ha impedido obtener lascas funcionales, de forma que este nódulo se ha desechado del experimento. El análisis de las lascas resultantes de la talla mostró lascas de pequeño tamaño y con ángulos que apenas cambiaron antes y después de la experimentación.

Figura 7.

5.4.3 ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LAS TAREAS DE DESCARNADO

Tras obtener las lascas de las diferentes materias primas se procedió al descarnado experimental de 10 codillos de cerdo, utilizando cada uno de ellos con las diferentes materias primas seleccionadas: Caliza 1 – 2 – 3 – 5 – 6; Sílex 1 – 2 – 3 – 4 – 5. Se obtuvieron al menos 30 marcas de corte experimental en cada uno de los codillos empleados (Fig. 8).

Figura 8.

Los experimentos con sílex resultaron muy positivos, casi todos los sílex funcionaron bien en los procesos de talla y de descarnado.

La experimentación con la caliza mostró que algunas calizas como la caliza 4 son disfuncionales en la talla, no produciendo lascas óptimas y por este motivo, se desechó del análisis. Entre las calizas, la caliza 5 y 1 han sido las que mejor resultado tuvieron en los procesos de talla y descarnado.

5.4.4 PROCESADO Y MODELIZACIÓN DE LAS MARCAS DE CORTE EXPERIMENTALES

Una vez estudiada la industria lítica resultante de los experimentos y ya preparadas las muestras experimentales hemos comenzado con el procesado y modelización de las marcas de corte. Estos análisis siguen en curso, a día de hoy disponemos de un 20% de la muestra procesada.

La digitalización de las marcas de corte experimental (Fig. 9) permitirá la generación de una base de datos virtual de referencia. Estos modelos digitales serán objeto de estudio en un ambiente computarizado y digital. Una vez estén hechos se colgarán los datos en abierto para que la comunidad científica pueda disponer de ellos y así utilizarlos si lo creyeran conveniente.

Figura 9.

6 CONCLUSIONES

A pesar que la situación actual – pandemia de Sars-Cov-2 – ha impedido que realicemos la actividad arqueológica de excavación usual en Venta Micena durante este 2020, las tres actividades planteadas en sustitución han resultado muy fructíferas en el contexto del presente del PGI “Primeras ocupaciones humanas y contexto paleoecológico a partir de los depósitos Pliopleistocenos de la cuenca Guadix-Baza. Zona Arqueológica de la cuenca de Orce”.

El **muestreo palinológico y sedimentológico** en el entorno de Venta Micena ha podido llevarse a cabo satisfactoriamente. Estos datos nos permitirán conocer mejor la paleovegetación en el entorno más cercano del yacimiento, e implementar las reconstrucciones paleoecológicas, incluyendo el paleoambiente y el paleoclima, en conjunción con otras aproximaciones metodológicas que se están llevando a cabo en el PGI. Conocer el paisaje y el clima del entorno del yacimiento de Venta Micena puede resultar un factor clave en la comprensión de la ausencia de los homínidos en este periodo en la Cuenca de Orce. Aunque las muestras polínicas aún se encuentran en fase de tratamiento y análisis, esperamos resultados finales a lo largo del 2021 – que se incorporarán a la memoria final del PGI – los resultados preliminares de las muestras analizadas nos indican que en el caso de Venta Micena, nos encontramos ante un paisaje bastante abierto, tipo estépico, con indicadores de xerofitismo (aridez, frío o ambos factores). Por supuesto, los resultados finales serán incorporados a la reconstrucción paleoambiental y paleoclimática en conjunto con el resto de proxies de estudio que se están llevando a cabo en el PGI.

Las muestras sedimentológicas se encuentran asimismo en fase de estudio y nos proporcionará información sobre la formación y caracterización de los estratos. Los resultados podrán compararse

con los obtenidos en los análisis sedimentológicos realizados en el C-III de Venta Micena (cuyos resultados se presentaron en la memoria final de A.A. Venta Micena 2019).

La **toma de muestras de Barranco de los Conejos** también ha sido realizada con éxito. Los resultados preliminares de la oscilación del parámetro de magnetización remanente anhisterética (ARM) sugieren que pueden existir ciclicidades en la secuencia estratigráfica. Al término de los resultados, que esperamos a lo largo del 2021, podremos establecer un “metrónomo” cicloestratigráfico, en el extremo nororiental de la cuenca Guadix-Baza y poder establecer, a nivel local, los cambios climáticos globales. Asimismo, esperamos poder correlacionar estratigráficamente los datos con los del yacimiento de Barranco León, permitiendo afinar la cronología del yacimiento con presencia humana más antigua del continente europeo (Toro-Moyano et al., 2013).

En cuanto a la **Prospección de Materias Primas para Tafonomía Experimental**, a raíz de las labores realizadas hasta el momento, podemos exponer algunas conclusiones preliminares.

Sin duda, la talla y obtención de lascas con filos cortantes se realiza mejor sobre el sílex que sobre la caliza. Además de la propia naturaleza intrínseca de cada materia prima (fractura concoidea del sílex), se pueden hacer valoraciones sobre la calidad variable de los afloramientos prospectados en la Cuenca Arqueológica de Orce: mientras que de la caliza 4 no pudieron obtenerse lascas operativas y tuvo que desecharse del experimento, los nódulos de la caliza 1 y 5 presentaron buenos resultados, tanto en las actividades de talla lítica como en el proceso de descarnado.

A partir de nuestra experimentación, hemos constatado que el sílex funciona mejor que la caliza en las tareas de descarnado. Como inconveniente podríamos destacar que las lascas se embotan rápidamente, quedando inutilizadas. Sin embargo, la facilidad en la obtención de lascas sobre este material, hizo que tuviéramos suficientes lascas de sílex para llevar a cabo el descarnado de cada hueso. Por otra parte y a pesar del embotado de las piezas se observa que el ángulo a penas cambia, por lo que el embotamiento de las lascas es más una consecuencia de la grasa que se adhiere al filo que del propio desgaste del filo. Por otra parte el desgaste del filo no es importante debido a que durante la experimentación, en cuanto se percibía que la lasca era menos cortante, se desechara y se cogía otra.

Según se desprende de las observaciones macroscópicas de las marcas de corte realizadas experimentalmente, todo parece indicar que las marcas de corte estudiadas en los yacimientos de Barranco León y Fuente Nueva 3 habrían sido producidas mayoritariamente con herramientas de sílex. No obstante, las características de las marcas experimentales realizadas con calizas, nos llevan a plantearnos que ciertas marcas del registro arqueológico que se habían clasificado como dudosas – puesto que presentaban un carácter superficial y abierto en algunos casos – podrían haber sido

realizadas con herramientas de caliza. Esto podría suponer un aumento exponencial del número de marcas identificadas en los yacimientos de Orce. Ésta y otras hipótesis podrán ser confirmadas tras la fase final de análisis de las marcas experimentales y comparación con el registro arqueológico.

Los resultados preliminares de esta actividad experimental vienen a reforzar la motivación y justificación de esta actividad. La generación de una biblioteca digital de marcas experimentales donde se conoce la materia prima de las herramientas líticas nos va a permitir caracterizar las especificidades de las marcas asociadas cada una de ellas (sílex vs. caliza). Este avance de conocimiento nos permitirá mejorar la identificación de nuevas marcas de corte del registro arqueológico de Barranco León y Fuente Nueva 3 en futuros estudios, tanto sobre el material procedente de excavaciones venideras como de las ya realizadas. De esta manera podremos plantear una visión más completa de las distintas estrategias de subsistencia de los homínidos del Pleistoceno inferior en la región de Orce.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agustí, J., Arbiol, S., Martín-Suárez, E. (1987). Roedores y lagomorfos (Mammalia) del Pleistoceno inferior de Venta Micena (Depresión de Guadix-Baza, Granada). *Paleont. i Evol. Mem. Esp.* 1, p. 95-107.

Agustí, J., Blain, H.-A., Furió, M., De Marfá, R., Martínez-Navarro, B., Oms, O. (2013). Early Pleistocene environments and vertebrate dispersals in Western Europe: The case of Barranco de los Conejos (Guadix-Baza Basin, SE Spain), *Quaternary International*, Vol. 295, p. 59-68, ISSN 1040-6182, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.02.004>.

Altolaguirre, Y., Postigo-Mijarra, J.M., Barrón, E., Carrión, J.S., Leroy, S., Bruch, A.A. (2019). An environmental scenario for the earliest hominins in the Iberian Peninsula: Early Pleistocene palaeovegetation and palaeoclimate, *Review of Palaeobotany and Palynology*, Vol. 260, p. 51-64, ISSN 0034-6667, <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2018.10.008>.

Altolaguirre, Y., Bruch, A.A., Gibert, Luis. (2020). A long Early Pleistocene pollen record from Baza Basin (SE Spain): Major contributions to the palaeoclimate and palaeovegetation of Southern Europe. *Quaternary Science Reviews* 231:106199

Anadón, P., Julià, R., De Deckker, E., Rosso, J. C. y Soulié-Marsché, I. (1987). Contribución a la Paleolimnología del Pleistoceno inferior de la cuenca de Baza (sector Orce-Venta Micena). *Paleontología i Evolució, Memoria Especial* 1, p. 35-72.

Anadón, P., Oms, O., Riera, V. y Julià, R. (2015). The geochemistry of biogenic carbonates as a paleoenvironmental tool for the Lower Pleistocene Barranco León sequence (BL-5D, Baza Basin, Spain). *Quaternary International*, Vol. 389, p. 70-83.

Aramendi, J., Maté-González, M.A., Yravedra, J., Cruz Ortega, M., Arriaza, M.C., González-Aguilera, D., Baquedano, E. y Domínguez-Rodrigo, M. (2017). Discerning carnivore agency through the three-

dimensional study of tooth pits: Revisiting crocodile feeding behavior at FLK-Zinj and FLK NN3 (Olduvai Gorge, Tanzania). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Vol. 488, p. 93-102.

Bello, S.M. y Soligo, C. (2008). A new method for the quantitative analysis of cutmark micromorphology. *Journal of Archaeological Science*, Vol. 35, 1542 – 1552.

Courtenay, L., Yravedra, J., Maté-Gonzalez, M.A., Aramendi, J., González Aguilera, D. (2017). 3D analysis of cut marks using a new geometric morphometric methodological approach. *Archaeological Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0554-x>

Courtenay, L. A., Yravedra, J., Huguet, R., Aramendi, J., Maté-González, M.A., González-Aguilera, D. y Arriaza, M.C. (2019a). Combining machine learning algorithms and geometric morphometrics: A study of carnivore tooth marks, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 522, p. 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.03.007>

Courtenay, L., Yravedra, J., Huguet, R., Ollé, A., Aramendi, J., Maté-González, M.A., González-Aguilera, D. (2019b). New taphonomic advances in 3D digital microscopy: A morphological characterisation of trampling marks. *Quaternary International*, Vol. 517. P. 55-66, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.12.019>

Courtenay, L., Herranz-Rodrigo, D., Huguet, R., Maté-González, M.A., González-Aguilera, D. y Yravedra, J. (2020). Obtaining new resolutions in carnivore tooth pit morphological analyses: A methodological update for digital taphonomy. *PLoS ONE*, 15 (10): e0240328.

Delcourt, A., Mullenders, W. y Piérard, P. (1959). La préparation des spores et des grains de pollen actuels et fossiles. *Les naturalistes belges*, Vol. 40, p. 91–120.

Dimbleby, G.W. (1985). The Palynology of Archaeological Sites. *Academic Press*, London.

Duval, M., Falguères, C., Bahain, J.-J., Grün, R., Shao, Q., Aubert, M., Hellstrom, J., Dolo, J.-M., Agusti, J., Martínez-Navarro, B., Palmqvist, P. y Toro-Moyano, I. (2011), The challenge of dating early pleistocene fossil teeth by the combined uranium series–electron spin resonance method: the Venta Micena palaeontological site (Orce, Spain). *J. Quaternary Sci.*, 26: 603-615. <https://doi.org/10.1002/jqs.1476>

Espigares, M.P. (2010). *Análisis y modelización del contexto sedimentario y los atributos taxonómicos de los yacimientos pleistocenos del borde nororiental de la cuenca de Guadix-Baza*. Tesis doctoral. Editorial de la Universidad de Granada, Granada.

García Aguilar, J. M., Guerra-Merchán, A., Serrano, F. y Palmqvist, P. (2013). Ciclicidad sedimentaria en depósitos lacustres evaporíticos tipo playa-lake del Pleistoceno inferior en la cuenca de Guadix-Baza (Cordillera Bética, España). *Boletín Geológico y Minero*, 124 (2): 239-251 ISSN: 0366-0176.

Gibert, J., Campillo, D., García-Olivares, E., Margosa, A., Martínez, F., Martínez, B. (Eds.) (1992). *Presencia humana en el Pleistoceno inferior de Granada y Murcia. Proyecto Orce-Cueva Victoria (1998-1992)*. Museo de Prehistoria José Gibert, Ayuntamiento de Orce. 503 pp.

Girard, M. y Renault-Miskovsky, J. (1969). Nouvelles techniques de preparation en palynologie appliques a trois sediments du Quaternaire final de l'Abri Corneille (Istres-Bouches-duRhône). *Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.* 4, p. 275 284.

Granados, A., Oms, O., Anadón, P., Ibáñez-Insa, J., Kaakinen, A., Jiménez-Arenas, J.M. Geochemical and sedimentary constraints on the formation of the Venta Micena Early Pleistocene site (Guadix-Baza basin, Spain). Sci. Rep. submitted.

Jiménez Moreno, G. (2003). Análisis polínico de las secciones de Barranco León y Fuente Nueva de Orce (Granada). Primeros resultados. In: Toro Moyano, I., Agustí, J., Martínez-Navarro, B. (Eds.), *El Pleistoceno inferior de Barranco León y de Fuente Nueva 3, Orce (Granada)*. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura. Sevilla, p. 173-181.

López-Cisneros, P., Linares-Matás, G., Yravedra, J., Maté-González, M.A., Estaca-Gómez, V., Rocío Morad, Aramendi, J., Rodríguez Asensio, J.A., Barrera-Logares, J.M. y González Aguilera, D. (2019). Applying new technologies to the taphonomic study of La Lluera (Asturias, Spain). Geometric morphometrics and the study of bone surface modifications (BSM). *Quaternary International*. Vol. 517, p. 107-117, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.020>

Martínez Navarro, B. (1991). Revisión sistemática y estudio cuantitativo de la fauna de macromamíferos del yacimiento de Venta Micena (Orce, Granada). Tesis doctoral Universidad Autónoma de Barcelona, edición en microfilm: 264, lám. 34, Bellaterra.

Martínez-Navarro, B., Ros-Montoya, S., Espigares, M.P. y Palmqvist, P. (2011). Presence of the Asian origin Bovini, *Hemibos* sp. aff. *Hemibos gracilis* and *Bison* sp., at the early Pleistocene site of Venta Micena (Orce, Spain), *Quaternary International*, Vol. 243, Issue 1, p. 54-60, ISSN 1040-6182, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.016>.

Martínez-Navarro, B., Madurell-Malapeira, J., Ros-Montoya, S., Espigares, M.-P., Medin, T., Hortolà, P. y Palmqvist, P. (2015). The Epivillafranchian and the arrival of pigs into Europe. *Quaternary International*, Vol. 389, p. 131–138.

Maté-González, M.A., Yravedra, J., González Aguilera, D., Palomeque, J. y Domínguez-Rodrigo, M. (2015). Micro-photogrammetric characterization of cut marks on bones. *Journal of Archaeological Science*, 62 (2015) p. 128-142.

Maté-González, M. A., Aramendi, J., Yravedra, J., Blasco, R., Rosell, J., González Aguilera, D. y Domínguez-Rodrigo, M. (2017a). Assessment of statistical agreement of three techniques for the study of cut marks: 3D Digital Microscope, Laser Scanning Confocal Microscopy and Micro-Photogrammetry. *Journal of Microscopy*.

Maté-González, M. A., Aramendi, J., González Aguilera, D., Yravedra, J. (2017b). Statistical comparison between low-cost methods for 3D characterization of cut marks on bones. *Remote Sensing* 9. 873

Maté-González, M.A., González-Aguilera, D., Linares-Matás, G. y Yravedra, J. (2019). New technologies applied to modelling taphonomic alterations. *Quaternary international*, Vol. 517, p. 4-15.

Medin, T., Martínez-Navarro, B. Rivals, F., Madurell-Malapeira, J., Ros-Montoya, S., Espigares, M.P., Figueirido, B., Rook, L. y Palmqvist, P. (2016). Late Villafranchian *Ursus etruscus* and other large carnivores from the Orce sites (Guadix-Baza basin, Andalusia, southern Spain): Taxonomy, biochronology, paleobiology, and ecogeographical context. *Quaternary International*, 431: 20-41.

Minwer-Barakat, R. (2006). *Roedores e Insectívoros del Turolense Superior y el Plioceno del Sector Central de la Cuenca de Guadix*. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 606 pp. Moyà-Solà, S., 1987. Los bóvidos (Artiodactyla, Mammalia) del yacimiento del Pleistoceno inferior de Venta Micena (Orce, Granada, España). *Paleontologia i Evolució*, Memoria Especial 1, 181-236.

Palmqvist, P., Martínez-Navarro, B., Pérez-Claros, J.A., Torregrosa, V., Figueirido, B., Jiménez-Arenas, J.M., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S. y De Renzi, M. (2011). The giant hyena *Pachycrocuta brevirostris*: Modelling the bone-cracking behavior of an extinct carnivore, *Quaternary International*, Volume 243, Issue 1, Pages 61-79, ISSN 1040-6182, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.035>.

Toro-Moyano, I., Martínez-Navarro, B., Agustí, J., Souday, C., Bermúdez de Castro, J.M., Martínón-Torres, M., Fajardo, B., Duva, I. M., Falguères, C., Oms, O., Parés, J.M., Anadón, P., Julià, R., García-Aguilar, J.M., Moigne, A.M., Espigares, M.P., Ros-Montoya, S. y Palmqvist, P. (2013). The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain). *Journal of Human Evolution*, Vol. 56, p. 1-9.

Vera, J.A., Fernández, J.; López-Garrido, A.C. y Rodríguez-Fernández, J. (1984). Geología y estratigrafía de los materiales plioceno-pleistocenos del sector Orce-Venta Micena (prov. Granada). *Paleontologia i Evolució*, Vol. 18, p. 3-11.

Yravedra, J., García Vargas, E., Maté González, M.A., Aramendi, J., Palomeque-González, J., Vallés-Iriso, J., Matasanz-Vicente, J., González-Aguilera, D., Domínguez-Rodrigo, M. (2017a). The use of Micro-Photogrammetry and Geometric Morphometrics for identifying carnivore agency in bone assemblage *Journal of Archaeological Science: Reports* 14 106–115.

Yravedra, J., Díez-Martín, F., Egeland, C. P., Maté-González, M. Á., Palomeque-González, J. F., Arriaza, M. C., Aramendi, J., García Vargas, E., Estaca-Gómez, V., Sánchez, P., Fraile, C., Duque, J., de Francisco Rodríguez, S., González-Aguilera, D., Uribelarrea, D., Mabulla, A., Baquedano, E. & Domínguez-Rodrigo, M. (2017b). (October): FLK West (Lower Bed II, Olduvai Gorge, Tanzania): a new early Acheulean site with evidence for human exploitation of fauna. *Boreas*, Vol. 46, pp. 816– 830. [10.1111/bor.12243](https://doi.org/10.1111/bor.12243). ISSN 0300-9483.

Yravedra, J., Aramendi, J., Maté-González, M. A. Courtenay, L. A., González-Aguilera, D. (2018). Differentiating percussion pits and carnivore tooth pits using 3D reconstructions and geometric morphometrics. *PLOS ONE* | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194324>

Yravedra, J., Maté-González, M.A., Courtenay, L.; López-Cisneros, P., Estaca Gómez, V., Aramendi, J., de Andrés-Herrero, M., Linares-Matás, G., González-Aguilera, D., Álvarez-Alonso, D. (2019). Approaching raw material functionality in the Upper Magdalenian of Coímbre cave (Asturias, Spain) through geometric morphometric. *Quaternary International* 517. 97-106 <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.01.008>