

EXPERIENCIA DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE MARCAS DE PISADAS EN MATERIAL ÓSEO SEGÚN EL TIPO DE SEDIMENTO Y LA PROFUNDIDAD.

Miriam Saqqa Carazo

INTRODUCCIÓN

Esta experiencia se enmarca dentro del ámbito del estudio tafonómico de los huesos. La importancia de estos estudios radica en su utilidad a la hora de conocer y distinguir los procesos sufridos por los materiales óseos hasta su hallazgo. Son una de las maneras de acercarse más y de forma más concreta a los ambientes humanos con los que se relacionaban. Dentro de estos procesos sufridos por el material óseo esta experiencia se centra en un proceso físico concreto que da lugar a las marcas de pisadas.

Las marcas que aparecen en los restos óseos, y que se han relacionado con el proceso físico del pisoteo, han sido objeto de estudio desde los años 80. El estudio de estas marcas se ha visto relacionado con el interés de conocerlas mejor y de esta manera poder diferenciarlas de otras marcas, como son las marcas producidas por la descarnación, corte o por material lítico en general. P. Andrews y J. Cook en 1985 fueron los primeros en señalar la similitud que existía entre ambas marcas, aunque también expresaron que existían diferencias entre ambas. De esta manera durante los años 80 y 90 del siglo XX, varios estudios se han centrado en determinar si con únicamente un estudio microscópico, y no con la necesidad de utilizar tecnología como el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), es posible identificar y diferenciar cualquier otra marca de las marcas de pisadas.

En torno a esta idea se enfocan los intereses de esta experiencia. Una experiencia que desde un punto de vista humilde pretendía reproducir, observar las circunstancias y aspectos que rodean al proceso de la obtención de marcas de pisadas (tramplingmarks) en restos óseos; restos enterrados bajo diferentes tipos de sedimentos; sumando diversas variables, que tenían como fin arrojar más luz sobre dicha experiencia. De igual manera se pretendía observar si con mecanismos microscópicos, menos complejos que el MEB, se podían obtener unos resultados que fueran útiles para este campo de estudio.

PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA EXPERIENCIA

Antes de iniciar la experiencia en sí, se realizó un estudio y valoración de los objetivos que se querían alcanzar y de la metodología que se llevaría a cabo para lograrlos.

En un primer momento se tomaron contacto con proyectos de carácter similar, realizados con anterioridad, destacando el trabajo realizado por Arantxa Daza⁷. Dichos trabajos arrojaron luz sobre cuáles podrían ser las dificultades y obstáculos a los que podría tener

⁷ Arantxa Daza, *Una aproximación al estudio de las marcas de pisoteo (trampling) sobre restos faunísticos*, Boletín de Arqueología Experimental, N°8 2008/2010, ISSN: 1138-9353.

que enfrentarme a la hora de realizar una experiencia de este tipo y cuáles podrían ser las perspectivas de obtener resultados.

Tras este análisis previo, se decidieron los objetivos y variables a tener en cuenta en nuestra experiencia. Desde un primer momento se dejaron claras las variables sobre las que iba a desarrollarse la experiencia, dichas variables era: tipo de sedimentos; profundidad a la que situarían las piezas óseas dentro de esos sedimentos; material óseo utilizado y estado del mismo. A continuación se presenta una tabla donde aparecen todas las variables que han intervenido en la experiencia:

Tipo de sedimentos:	Arenoso, Limosos y Arcilloso.
Profundidades:	5 cm, 10 cm y 15 cm.
Material óseo elegido:	2 metacarpos
Parte anatómica:	Hueso largo que presenta metáfisis y diáfisis.
Estado del material:	Hueso semi-seco
Tipo de pisoteo:	5 minutos por sedimento y profundidad.

Tabla 1.

Los sedimentos fueron elegidos por el tamaño que presentaban sus granos, siendo el de mayor tamaño el sedimento arenoso, seguido por el limoso y por último el arcilloso. Con la elección de estos tres sedimentos se pretendía ampliar el campo representativo y poder acercarse más a diferentes contextos geológicos. Los sedimentos fueron recogidos de diferentes lugares de la Península Ibérica. El sedimento arenoso fue adquirido de Centenera de Andaluz, municipio de la provincia de Soria, situado en la comunidad Autónoma de Castilla y León; el sedimento arcilloso se obtuvo del municipio de Torrelaguna, localizado en la zona nororiental de la Comunidad de Madrid; y por último el sedimento limoso fue recogido en el municipio de Torremocha de Jarama localizado en la zona norte de la Comunidad de Madrid. Estas elecciones responden a razones de facilidad de acceso y obtención.



Figura.1. Sedimento arenoso, sedimento limoso, sedimento arcilloso.

Como resultado de ese recorrido previo por proyectos de carácter similar, se decidió dar importancia a la variable de la profundidad, eligiendo unos parámetros no muy elevados, con profundidades que pudieran facilitar la aparición de marcas o de huellas físicas de la acción del pisoteo. De esta manera se llevó a cabo la experiencia en tres profundidades, de 5, 10 y 15 cm, desde la superficie.

En cuanto al material óseo, se decidió, tras una experiencia inicial con hueso fresco, la utilización de hueso limpio en condiciones semi-secas, porque agilizaba y facilitaba la posibilidad de obtención de datos.

El objetivo final del proyecto era conseguir realizar un estudio que permitiera comprender mejor los procesos que sufre el material óseo relacionado con las transformaciones por las marcas de pisadas. A continuación se expondrán las dos fases que conformaron la experimentación, donde serán detallados todos los pasos que se llevaron a cabo.

Primera fase de la experiencia

En un primer momento se tomaron decisiones que luego fueron modificadas, debido a que suponían problemas para la correcta realización de la experimentación. Una de estas decisiones iniciales fue el usar material óseo fresco para la realización de la experiencia.

Tras una nueva valoración de la situación, el material óseo fresco fue sustituido por material óseo de carácter semi-seco, el cual presentaba un grado de limpieza más acorde con las necesidades que la experiencia demandaba, ya que no era necesario realizar una limpieza previa. La superficie de las piezas presentaba unas condiciones idóneas para poder observar con facilidad las posibles marcas o cambios que se produjeran. Este material óseo fue suministrado por el laboratorio de Arqueología Experimental de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Consistía en dos pizas anatómicas que correspondían a dos Metacarpos de vacuno joven. Dos huesos largos en los cuales se conservaban las metafisis y la diáfisis; las epífisis se habían eliminado antes de ser usados para la experiencia. El contar con dos partes anatómicas de un mismo hueso podía suponer una variable más de interés a la hora de ver su comportamiento ante el pisoteo; suponiendo inicialmente que la diáfisis del hueso podría ser más propensa a una obtención más clara de marcas de pisadas.



Figura 2. Metacarpos de un vacuno joven. Material óseo utilizado en la experiencia. Vista dorsal y vista palmar de la pieza.

Dentro de esta experiencia, se ha pretendido emular o simular procedimientos de actuación que podrían haber llevado a cabo los grupos humanos en la prehistoria; o por lo menos lograr prescindir de la mayor cantidad posible de metodología o tecnología moderna. Atendiendo a este deseo, el siguiente paso a afrontar fue la necesidad de fracturar los huesos para poder lograr fragmentos de dimensiones similares; los cuales serían las verdaderas muestras a estudiar. Para realizar esa fracturación ósea, se decidió llevar a cabo una técnica de percusión lanzada. El uso, de dicha técnica, es conocido en época del Paleolítico Antiguo⁸; utilizada en relación con la talla lítica. En este caso se emuló esa técnica extrapoliándola a la experiencia y por lo tanto a la fracturación del material óseo.

Para llevar a cabo esta técnica se utilizaron dos piedras de gran tamaño; una piedra caliza usada como yunque durmiente, el cual se encontraba anclado al suelo y, era por lo tanto, una superficie fija y de gran dureza; el otro elemento que intervino como pieza lanzada

⁸ Baena Preysler, Javier. *Tecnología lítica experimental introducción a la talla de utillaje prehistórico*, Archaeopress. 1998.

sobre el yunque, fue un núcleo de sílex. Con este proceso se pretendía imitar una de las posibles técnicas usadas en la prehistoria para fracturar los huesos y posiblemente obtener la medula ósea (tuétano).



Figura 3. Yunque y Percutor.

Esta acción provocó la ruptura del material óseo en varios fragmentos. Fragmentos que poseían tamaños similares. De los fragmentos obtenidos fueron seleccionadas 14 piezas, 7 piezas de cada metacarpo. Se seleccionaron piezas que presentaban distintas partes anatómicas del hueso; algunas con diáfisis y metáfisis y otras sólo formaban parte de la diáfisis. Las piezas fueron numeradas en dos tandas, las pertenecientes al metacarpo 1 adquirieron una nomenclatura que fue del 1.1 al 1.7, las piezas pertenecientes al metacarpo 2 adquirieron una nomenclatura que fue del 2.1 al 2.7. Esta numeración fue grabada con un bolígrafo indeleble en cada una de las piezas, para su mejor estudio y reconocimiento. La medida de las piezas seleccionadas iba de 4cm la pieza de menor tamaño a 8.5cm la de mayor tamaño.

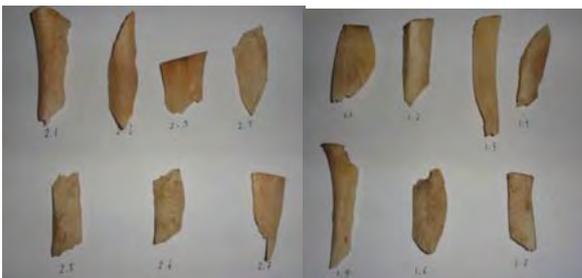


Figura 4. Piezas obtenidas de la fracturación del metacarpo 1 y del metacarpo 2.

Una vez que se obtuvieron las piezas óseas, tras la fracturación previa, se llevó a cabo la realización de un registro fotográfico individual de cada pieza usando una cámara digital compacta. Obteniendo un registro sistemático de las piezas. Este registro de carácter general no mostraba, de manera precisa, las características particulares de cada pieza. Por lo que era necesario realizar fotografías en detalle para obtener un registro de las particularidades físicas previas de cada pieza antes de que fueran sometidas al pisoteo, y de esta manera poder comparar estas fotografías previas con las fotografías de las piezas tras haber realizado la experiencia.

Estas fotografías en detalle de cada pieza se realizaron en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología de la UAM. Para obtener imágenes al detalle de la superficie de las piezas, tanto de la parte externa como de la parte interna, se usó un equipo trinocular con luz externa, que consistía en una lupa binocular a la que se le añadía otra lupa donde se ajustaba una cámara digital compacta, al mismo tiempo se utilizó un programa informático, llamado Zoombrowser, que recogía las imágenes en un ordenador. Las fotografías de las piezas se realizaron con un aumento de 6.4 x, ajustando a su vez la obturación con el programa informático antes mencionado. Este aumento proporciona una visión clara de las condiciones de cada pieza, y permitió registrar las marcas que presentaba cada pieza antes de la realización de la experiencia. Estas fotografías serían posteriormente comparadas con las piezas tras la fase de pisoteo, lo que nos aportaría los resultados de la experiencia.

Segunda fase de la experiencia

La segunda fase de la experiencia se inicia con la elección de la localización del espacio donde serían enterradas las diferentes muestras óseas y ser posteriormente sometidas a pisoteo. Finalmente se eligió un espacio localizado en el patio donde se desarrolla la asignatura Arqueología Experimental en la UAM. Una vez elegido el lugar, se procedió a cavar tres hoyos en el suelo del patio. A esos tres hoyos se les dio unas medidas en relación a unas cajas de plástico que iban a introducirse en ellos. Estas cajas de plástico, con unas medidas de 39 cm x 30cm, serían las encargadas de contener los tres tipos de sedimentos.

Se decidió el uso de estas cajas de plástico para evitar la contaminación o mezcla de los sedimentos seleccionados para la experiencia (arenoso, limoso y arcilloso) con los sedimentos que forman el suelo del patio donde se llevó a cabo la experiencia; otra razón para utilizar estas cajas, fue poder contener los sedimentos y de esta manera lograr tener un mejor control de las profundidades, variable de gran importancia en esta experiencia. Las cajas fueron enterradas en la arena por completo, dejando su parte superior al nivel del suelo. Al enterrar las cajas se logró que el terreno diera más estabilidad y seguridad al proceso.



Figura 5. La fase de excavación y posterior colocación de las cajas.

Una vez que se tuvieron las tres cajas situadas en las tres zanjas se inició el proceso de enterramiento de las muestras óseas. Previamente se había asignado a cada pieza, de las 14 obtenidas tras la fracturación de los metacarpos, un sedimento concreto y una profundidad concreta y de esta manera poder controlar las variables y como afectaban dichas variables a las piezas. La asignación de sedimento y profundidad a las piezas se hizo por azar, siendo los resultados los siguientes:

Sedimento arcilloso a 15 cm de profundidad.	Piezas: 1.3.
Sedimento arcilloso a 10 cm de profundidad.	Piezas: 1.4 y 1.1.
Sedimento arcilloso a 5 cm de profundidad.	Piezas: 2.4 y 1.6.

Sedimento limoso a 15 cm de profundidad.	Pieza: 2.1.
Sedimento limoso a 10 cm de profundidad.	Piezas: 2.2 y 2.3.
Sedimento limoso a 5 cm de profundidad.	Pieza: 2.7.

Sedimento arenoso a 15 cm de profundidad.	Pieza: 1.5.
Sedimento arenoso a 10 cm de profundidad.	Pieza: 1.2 y 1.7.
Sedimento arenoso a 5 cm de profundidad.	Piezas: 2.5 y 2.6.

Una vez que las piezas se habían designado se inició el proceso de pisoteo.

La fase de pisoteo

El proceso se llevó a cabo de una manera sistemática. Se comenzó relleno de las cajas hasta una profundidad de 15 cm desde la superficie, a esos 15 cm se colocó la pieza ósea que correspondiera a cada sedimento y a esa profundidad, tras su colocación se relleno las cajas por completo con el resto del sedimento y se inició en cada caja el proceso físico del pisoteo, realizado por un compañero de la asignatura de Arqueología Experimental. El pisoteo tuvo una duración de 5 minutos, para cada sedimento y profundidad, y fue constante durante todo el proceso.

Una vez que se había terminado el tiempo de pisoteo en los sedimentos en la fase de los 15 cm, se retiró el sedimento hasta llegar a una profundidad de 10 cm desde la superficie. A esa profundidad se colocó el material óseo correspondiente y se llevó a cabo el mismo proceso mencionado para los 15 cm. Y terminado el proceso a los 10 cm se inició con el proceso a los 5 cm de profundidad.



Figura 6. Sedimento arenoso en la fase de pisoteo, sedimento arcilloso en la fase de pisoteo y sedimento arcilloso en la fase de pisoteo.

Tras finalizar la fase de pisoteo se desenterraron cuidadosamente las piezas óseas y se guardaron en bolsas de plástico a la espera de ser fotografiadas. Una vez que contábamos con las piezas óseas tras haber sido sometidas al pisoteo, se llevó a cabo la realización de las fotografías en detalle de cada pieza. Se realizaron tres sesiones de fotografías. La primera y la tercera sesión tuvo lugar, al igual que ocurrió con las piezas antes del pisoteo, en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid. En esta sesión fotográfica, se usó, nuevamente, una lupa trilocular con luz externa y cámara digital compacta. Las fotografías de las piezas se realizaron, al igual que sucedió en la primera sesión fotográfica, con un aumento de 6.4 x. La segunda sesión fotográfica se realizó en El Servicio de Conservación, Restauración y Estudios Científicos del Patrimonio Arqueológico (SECYR) de la UAM. Se usó un equipo similar al usado en el laboratorio docente del Departamento de Arqueología; una lupa trinocular con luz externa, a la cual se ajustaba una cámara digital compacta, de la misma forma que en la primera sesión fotográfica, pero en este caso se modificó el aumento para tener una visión más precisa de zonas más localizadas de las piezas, por lo que se usó un aumento de 6.5 x.

Una vez que contábamos con las tres sesiones de fotografías de las piezas tras la fase de pisoteo, se procedió a la comparación exhaustiva de las piezas, mediante las fotografías realizadas, antes y después. De este análisis se sacaron las siguientes conclusiones:

Sedimento arcilloso a una profundidad de 5 cm. Piezas 2.4 y 1.6:**Pieza 2.4:**

- Desprendimiento localizado de pequeño tamaño en zona cercana al vértice (zonas de carácter más frágil).
- Se mantienen las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- Parte interna de la pieza: No se aprecian marcas nuevas.

Pieza 1.6:

- Se mantiene algunas marcas y otras disminuyen en la superficie ósea.
- Parte interna de la pieza: Desprendimiento de las zonas más dañadas. Se desprende parte de la lámina ósea interna.

Sedimento arcilloso a una profundidad de 10 cm. Piezas 1.4 y 1.1:**Pieza 1.4:**

Se observa con claridad que ciertas marcas superficiales previas que se apreciaban en la pieza ósea antes de realizar la experiencia se acentúan.

Parte interna de la pieza: Aparece una nueva marca superficial de pequeño tamaño cerca de un vértice de la pieza.

Pieza 1.1:

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Otras marcas superficiales se mantienen tras la experiencia, e incluso se ven más acentuadas
- Parte interna de la pieza: no aparece ningún cambio relevante.

Sedimento arcilloso a una profundidad de 15 cm. Pieza 1.3:**Pieza 1.3:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de parte del material esponjoso interno de la pieza.

Sedimento limoso a una profundidad de 5 cm. Pieza 2.7:**Pieza 2.7:**

- Se mantienen marcas superficiales previas.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia, eliminación de una leve capa superficial.

Sedimento limoso a una profundidad de 10 cm. Piezas 2.2 y 2.3:**Pieza 2.2:**

- Desprendimiento de una parte de la corteza superficial de la pieza.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia y eliminación de una leve capa superficial.

Pieza 2.3:

- Aumento de algunas marcas anteriores, localizadas en uno de los vértices.
- Parte interna de la pieza: Desaparición de parte del material esponjoso interno de la pieza. Aumento de una grieta interna de la pieza, que atraviesa la pieza verticalmente.

Sedimento limoso a una profundidad de 15 cm. Pieza 2.1:**Pieza 2.1:**

- Se mantienen marcas que aparecían previamente.
- Parte interna de la pieza: No aparece ningún cambio relevante.

Sedimento arenoso a una profundidad de 5 cm. Piezas 2.5 y 2.6:**Pieza 2.5:**

- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Se mantiene las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- No aparecen marcas nuevas.
- Levantamiento de una parte de la corteza superficial de la pieza.
- Parte interna de la pieza: Se desprende parte de la lámina ósea interna.

Pieza 2.6:

- Se mantienen marcas que aparecían previamente.
- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Reducción de las marcas que aparecían en la superficie ósea antes de realizar el pisoteo.
- Parte interna de la pieza: Se desprende parte de la lámina ósea interna. Aparece una nueva marca en la parte interna, esta marca no presenta una direccionalidad recta sino oblicua, típico de marcas producidas por pisada.

Sedimento arenoso a una profundidad de 10 cm. Piezas 1.2 y 1.7:**Pieza 1.2:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia.
- Parte interna de la pieza: Se mantienen marcas que aparecían previamente, pero aparecen con menor intensidad.

Pieza 1.7:

- No se aprecian cambios relevantes en la superficie de la pieza.
- Los vértices de la pieza pierden angulosidad y tienden a una forma redondeada.
- Parte interna de la pieza: no muestra ningún cambio relevante.

Sedimento arenoso a una profundidad de 15 cm. Pieza 1.5:**Pieza 1.5:**

- Desaparición de marcas superficiales previas a la segunda fase de la experiencia, dichas marcas eran visibles a simple vista.
- Parte interna de la pieza: desaparición de marcas previas.

Una vez expuestas todas las fases, procedimiento y metodología utilizados en esta experiencia el siguiente paso es exponer las conclusiones obtenidas de la experiencia.

CONCLUSIONES

El estudio de las piezas dio como resultado interesantes conclusiones. En un principio, en el momento inicial de la experiencia, cuando se barajaron los posibles resultados que podrían obtenerse, se valoró la posibilidad de que pudieran aparecer claras marcas del proceso de pisoteo sobre el material óseo. Marcas que fueran claramente identificables, como se indica en la numerosa bibliografía sobre este ámbito de estudio, al igual que se constata en trabajos de carácter similar como puede ser el artículo de M. Domínguez-Rodrigo, S. de Juana, A.B. Galán, M. Rodríguez, *A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks*; pero los resultados físicos que presentaba el material óseo de esta experiencia requería un estudio y análisis más exhaustivo.

Tras el estudio detallado de las piezas, y realizar una comparación al detalle entre las fotografías que mostraban la situación previa y las fotografías que mostraban la situación posterior, caben destacar los siguientes resultados:

Resultados obtenidos

En primer lugar cabría comentar el hecho de que varias muestras óseas conservan las mismas marcas antes de la fase de pisoteo que después de la misma; las mismas marcas con un leve deterioro o disminución de las mismas; este hecho se puede observar en **piezas como la 2.5**:



Figuras 7 y 8 .Marcas superficiales que aparecían en la pieza 2.5 antes de realizar la experiencia y marcas superficiales de la pieza 2.5 tras realizar la experiencia.

Otro aspecto destacado es la desaparición de marcas previas, lo que indica una abrasión de las capas superficiales durante la realización de la experiencia. Este hecho destacada en la **pieza 1.5 y el la pieza 1.3**:



Figura 9. Pieza 1.5 donde se aprecian las marcas que aparecían antes de realizar la experiencia (img. drch.) y Pieza 1.5 tras la realización de la experiencia donde se aprecia la desaparición de las marcas que había previamente (img. izq).

En la **pieza 1.3** se observa una reducción muy acentuada, casi una desaparición, de una serie de marcas que aparecían en la pieza antes de realizar la experiencia.



Figura 10 .Pieza previa a la experiencia (img. izq.) y pieza tras la experiencia (img. drch.)

Existe el caso opuesto, aparecen piezas en las que se observa con claridad que ciertas marcas superficiales previas se acentúan, esto ocurre en la **pieza 1.4**:



Figura 11. Pieza 1.4 antes de realizar la experiencia (img. izq.) y Pieza 1.4, tras la experiencia (img. dcha.).



Figura 12. Imágenes en detalle de las marcas visibles de la pieza 1.4.

También nos encontramos piezas donde se observa un proceso que se podría denominar como descamación que correspondería al levantamiento de capas superficiales del hueso. Este hecho se encuentra ejemplificado por la **pieza 2.2**:



Figura 13. Superficie de la pieza 2.2 previa a la experiencia (izq), y superficie de la pieza 2.2 posterior a la experiencia donde se aprecia la descamación (dcha).

Descamación o pérdida de cama superficial del hueso:



Figura 14. Zona localizada de la superficie de la pieza 2.2 donde se puede observar claramente el proceso de descamación.

Otro hecho destacado es la perdida de material esponjoso que aparece en la parte interna de las piezas. Este hecho se observa en **la pieza 1.5**:



Figura 15. Parte interna de la pieza 1.5 previa a la experiencia (izq.) y parte interna de la pieza 1.5 tras la realización de la experiencia (dcha.), se observa una disminución del tejido esponjoso.

Otras marcas ya existentes tras la experiencia aumentan sus dimensiones, como ocurre en la parte interna de la pieza 2.3. La pieza mostraba, en el proceso previo a la experiencia, una grieta que atravesaba la pieza verticalmente. Esta grieta tras la experiencia se acentúa.



Figura 16. Imagen de la zona de la Pieza 2.3 donde se aprecia la grieta antes de la experiencia (izq.) y después de la experiencia (dcha.).

Por último cabría destacar, que aunque en pocas ocasiones y en pequeñas dimensiones, sí que aparecen nuevas marcas. Marcas que se podrían relacionar con las típicas marcas producidas por pisadas, ya que muestran las características típicas que se describen en

estudios realizados sobre estos temas. Estas marcas se aprecian claramente en la **pieza 2.6 y 1.4:**

Pieza 2.6: se observa tras la experiencia en la pieza 2.6 la aparición de una marca en el hueso que antes no aparecía.



Figura 17. Parte interna de la pieza ósea 2.6 previa a la experiencia (izq.) y parte interna de la pieza ósea 2.6 tras realizar la experiencia, donde se observa la aparición de una marca trasversal.

La pieza 1.4 es otro ejemplo de aparición de marcas en el material óseo tras la experiencia.

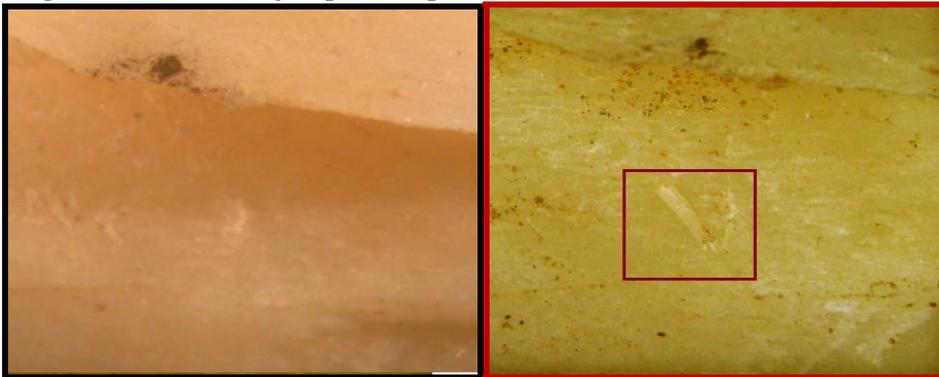


Figura 18. Fotografías previa y posterior de la parte interna de la pieza 1.4.

Tras haber obtenido y analizado los resultados expuestos anteriormente, habría que destacar diversos aspectos que están relacionados con las variables involucradas en la experiencia. Los resultados obtenidos, tras el estudio de las piezas, muestran una variación de la respuesta física, de las piezas, en relación con la profundidad y con el tipo de sedimento.

Uno de los objetivos, de esta experiencia, era ver la respuesta del material óseo al enfrentarse a las variables de profundidad y de tipo de sedimento. Los resultados han demostrado que, sobre todo, la variable de profundidad influye en gran medida en la obtención de una respuesta física de las piezas. Se llega a esta conclusión observando que las marcas más relevantes que aparecen en material óseo usado en la experiencia, se localizan en dos piezas (1.4 y 2.6) que fueron enterradas a una profundidad de 5 cm, bajo sedimento arcilloso y arenoso. Estas marcas, de todas las obtenidas en la experiencia, son las únicas que se podrían identificar como las que se consideran clásicas huellas producidas por exposición de material óseo al pisoteo y que describe la bibliografía.

En relación a la variable de profundidad se podría concluir que a menor profundidad mayor es el efecto sobre las piezas; ya que si observamos los resultados obtenidos a profundidades de 10 y 15 cm, las diferencias entre los resultados obtenidos de ambos no son destacables;

en ambas profundidades se aprecian resultados físicos similares; y de menor intensidad que a una profundidad de 5 cm.

En cuanto a la variable de tipo de sedimento, los resultados no han mostrado respuestas muy distintas entre arcilloso, limoso o arenoso. En los tres tipos de sedimentos las marcas que se obtienen son muy similares, las piezas óseas muestran los mismos resultados físicos en los tres y en similar grado de intensidad. Por lo que se podría llegar a deducir que la variable de tipo de sedimento, o que entre estos tres tipos de sedimentos, no suponen una variable que pueda producir en mayor o menor medida marcas en los huesos arqueológicos.

Estos son los resultados obtenidos tras someter el material óseo al proceso de pisoteo. Resultados que dan buena muestra del efecto que este proceso ha tenido sobre las piezas. Si comparamos los resultados obtenidos de esta experiencia con los obtenidos en trabajos como el de M. Domínguez-Rodrigo o John J. Shea and Joel D. Klenck⁹, los cuales tuvieron resultados más destacados o más acusados en las piezas, podríamos preguntarnos el porqué. En el caso de esta experiencia podría deberse a la intensidad y el tiempo de exposición de las piezas al pisoteo, que en los trabajos anteriormente citados era mayor. Pero tras exponer las piezas de esta experiencia a un tiempo de pisoteo no superior a 5 minutos, los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que demuestran el efecto del pisoteo en los materiales óseo arqueológico, incluso en parámetros temporales de pocos minutos.

De esta manera la experiencia realizada demuestra los efectos del trampling en los restos óseo. Por lo que aun no habiendo obtenido marcas de gran relevancia si se ha demostrado que existe una respuesta física al pisoteo. Concluyendo que probablemente ha mayor tiempo de exposición de los restos óseos a un hábitat dinámico las marcas serían mucho más acusadas y siendo estas marcas más acusadas se podrían distinguir mejor de las marcas producidas por cortes, descarnado u otros procesos antropicos.

A nivel de esta experiencia no sería posible utilizar los resultados para una comparativa efectiva, pero lo que si demuestran los resultados de esta experiencia es que es posible llegar a obtener marcas que pudieran ser útiles para crear un patrón de respuesta física al proceso de pisoteo sobre material óseo arqueológico.

Para final mencionar que ha sido posible obtener resultados fiables a través de la utilización de mecanismo microscópicos binoculares, sin la necesidad de utilizar tecnología más compleja como es el MEB; esto hecho facilita el acceso a poder realizar estudios similares sin la necesidad de contar con material tecnológico que en ocasiones es de difícil acceso, además de que con los microscopios binoculares no se pierden las muestras, a diferencia de lo que sucede al usar el MEB.

⁹M. Domínguez-Rodrigo, S. de Juana, A.B. Galán, M. Rodríguez, *A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks*, *Journal of Archaeological Science*, 36 (2009) 2643–2654; y John J. Shea, Joel D. Klenck, *An Experimental Investigation of the Effects of Trampling on the Results of Lithic Microwear Analysis*, *Journal of Archaeological Science*, Volume 20. 1993.