

2024, Volumen 9, Número 1: 140-156

---

Dossier

“Miradas desde la zooarqueología:  
relaciones entre humanos y animales en diversos tiempos y escenarios”

Editores invitados: Laura Marchionni, Fernanda Day Pilaría, Diego Rindel & Laura Miotti

## La arqueofauna y la estructura de combustión en El Péndulo (Santa Cruz). Análisis espacial de indicadores de alteraciones térmicas como aporte al estudio de procesos de formación del sitio

Lucía A. Magnin<sup>1,2</sup>, Ignacio M. Acosta<sup>1</sup>, Franca Griffiths<sup>1</sup> & Virginia Lynch<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> División Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. [lmagnin@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:lmagnin@fcnym.unlp.edu.ar); [lynchvirginia@gmail.com](mailto:lynchvirginia@gmail.com); [nacho.acos00@gmail.com](mailto:nacho.acos00@gmail.com); [francagriffiths@gmail.com](mailto:francagriffiths@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina



## La arqueofauna y la estructura de combustión en El Péndulo (Santa Cruz). Análisis espacial de indicadores de alteraciones térmicas como aporte al estudio de procesos de formación del sitio

Lucía A. Magnin<sup>1,2</sup>, Ignacio M. Acosta<sup>1</sup>, Franca Griffiths<sup>1</sup> & Virginia Lynch<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> División Arqueología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. [lmagnin@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:lmagnin@fcnym.unlp.edu.ar); [lynchvirginia@gmail.com](mailto:lynchvirginia@gmail.com); [nacho.acos00@gmail.com](mailto:nacho.acos00@gmail.com); [francagriffiths@gmail.com](mailto:francagriffiths@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

**RESUMEN.** En el presente trabajo buscamos profundizar el conocimiento acerca de la integridad y resolución del sitio a cielo abierto El Péndulo, localizado en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo. El mismo consta de una estructura de combustión conformada por ceniza, carbones, material óseo y artefactos líticos. El conjunto arqueofaunístico presenta fauna autóctona (*Lama guanicoe*) y también introducida (*Ovis aries*), indicando que el evento corresponde a tiempos posteriores a la incorporación del ganado ovino en la región (finales del siglo XIX). Aquí analizamos detalladamente la distribución espacial de los especímenes óseos que presentan identificación taxonómica, e intentamos determinar si los especímenes de ambas especies están asociadas al evento de fogón, o si alguna de ellas pudo haberse depositado antes del evento de encendido, y se quemó accidentalmente. Se analizaron rasgos de alteración térmica a nivel macro y microscópico, se determinó el color de los huesos y se estableció la relación con otra información estratigráfica. Como resultado, se logró determinar que ambas especies están asociadas a la estructura de combustión y que la misma presenta un grado de integridad alto, coincidiendo con lo esperado para un evento de fogón relacionado con una ocupación breve. Por último, no se descarta su asociación con parte del conjunto lítico.

**Palabras clave:** Fogones, Análisis macro-microscópico, SIG, Arqueozoología

**ABSTRACT.** Archaeofauna and combustion structure at El Péndulo (Santa Cruz). Spatial Analysis of thermal alteration indicators as a contribution to the study of site formation processes. In the present work, we seek to increase knowledge about the integrity and resolution of the open-air site El Péndulo, located within the National Park Bosques Petrificados de Jaramillo. This site includes a combustion structure comprising ashes, coals, bones, and lithic artifacts. An archaeofaunal analysis indicates presence of native (*Lama guanicoe*) as well as exotic (*Ovis aries*) animal taxa, indicating that the event corresponds to a period posterior to the introduction of ovine cattle in the region (late XIXth century). In this article, we analyze in detail the spatial distribution of the bones that were taxonomically identified and attempt to determine whether specimens of both species are associated with the hearth event, or if any of them might have been deposited before the fire was lit, and thus burned by accident. We analyzed burning features at both macro and microscopic level, determined bone color,

and related them to other stratigraphic information. As a result, we were able to determine that both species were associated with the combustion structure and that said structure has a high level of integrity consistent with features expected for a hearth event associated with brief occupation. Lastly, we do not rule out their association with part of the lithic assemblage.

**Keywords:** *Hearts, Macro-microscopic analysis, GIS, Archaeozoology*

**RESUMO. A arqueofauna e a estrutura de combustão em El Péndulo (Santa Cruz). Análise espacial de indicadores de alterações térmicas como contribuição ao estudo de processos de formação do sítio.** No presente trabalho procuramos aprofundar o conhecimento sobre a integridade e resolução do sítio ao ar livre El Péndulo, localizado no Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo. Consiste em uma estrutura de combustão composta por cinzas, carvões, material ósseo e artefatos líticos. O conjunto arqueofaunístico apresenta fauna autóctone (*Lama guanicoe*) e também fauna introduzida (*Ovis aries*), indicando que o evento corresponde a épocas posteriores à incorporação dos ovinos na região (finais do século XIX). Aqui analisamos detalhadamente a distribuição espacial dos espécimes ósseos que apresentam identificação taxonômica, e tentamos determinar se os espécimes de ambas as espécies estão associados ao evento da fogueira, ou se uma delas teria sido depositada antes do evento de ignição e acidentalmente queimada. Foram analisados traços de alteração térmica em nível macro e microscópico, determinou-se a cor dos ossos e estabeleceu-se a relação com outras informações estratigráficas. Como resultado, determinou-se que ambas as espécies estão associadas à estrutura de combustão e que esta apresenta um elevado grau de integridade, coincidindo com o que era esperado para um evento de fogueira relacionado a uma breve ocupação. Por fim, não está descartada sua associação com parte do conjunto lítico.

**Palavras-chave:** *Fogueiras, Análise macro-microscópica, SIG, Arqueozoologia*

## Introducción

El Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo se localiza en el noreste de la provincia de Santa Cruz, Macizo del Deseado. El área presenta clima frío y seco, con un promedio de precipitaciones de 200 mm anuales (Peel *et al.*, 2007). Fitogeográficamente es una estepa herbácea o arbustiva que pertenece a la Provincia Patagónica (Cabrera, 1971). Su geología se caracteriza por afloramientos rocosos de origen volcánico (serranías) y por coladas basálticas (mesetas) así como la chimenea del Cerro Madre e Hija. Estas formaciones principalmente son del Jurásico, Cretácico (Mesozoico), así como Eógeno y Neógeno (Cenozoico). También existen niveles de pedimento del Plio-Pleistoceno, y depósitos cuaternarios (depósitos de remoción en masa, sedimentos lacustres, de depresiones y lagunas, de planicies y abanicos aluviales, etc.) formados sobre todo en los últimos 10.000 años (Cúneo & Panza, 2008; Gómez & Magnin, 2019).

Las investigaciones arqueológicas sistemáticas en el área comenzaron en el año 2013 –APN DRPA 21– con el objetivo de generar una línea arqueológica de base, conocer el uso del paisaje local y la movilidad de las poblaciones indígenas con forma de vida cazadora-recolectora que habitaron el área en el pasado (Atencio *et al.*, 2020; Blanco & Magnin, 2023; Hermo *et al.*, 2020; Magnin, 2013, 2016, Magnin, *et al.*, 2018, 2019; Magnin & Blanco, 2019; Magnin *et al.* 2023; Marchionni *et al.*, 2021). El sitio El Péndulo fue localizado en el año 2017 al sudoeste de Laguna del Baldío Chico, durante una prospección en la que se realizaron una serie de sondeos para obtener muestras datables mediante radiocarbono (Fig. 1).

En ese sitio se planteó una cuadrícula de 1 x 1m sobre un sedimento formado por gravas y arenas de color castaño claro que cubren la Fm Baqueró. La excavación llegó a la roca de caja en un área de 1 x 0,50 m (cuadrícula A, sectores noroeste y noreste), y se constató que presentaba una potencia sedimentaria de entre 22-24 cm. En general no se detectaron bioturbaciones importantes. Si bien el conjunto no se caracteriza por presentar improntas de raíces, se observaron finas raicillas adheridas tanto en la superficie como en el interior de algunos especímenes óseos, y se mapearon raíces más grandes –de 2 cm de diámetro máximo– entre los 20-25

cm de profundidad. Además, en el cuadrante noroeste, se observaron pequeños conductos de cerca de 0,5 cm de diámetro excavados por escorpiones (presumiblemente del género *Bothriurus*) (entre los 16-25 cm) (Magnin *et al.*, 2019).

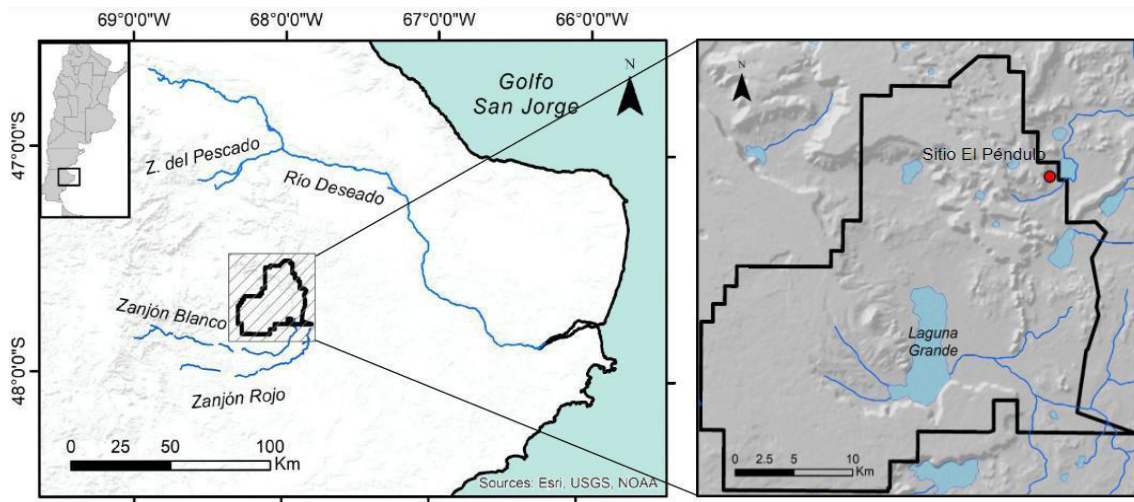


Figura 1. Localización del sitio El Péndulo en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo.

A 9 cm de la superficie, se pudo registrar una estructura de combustión arqueológica que consta principalmente de ceniza, carbón y sedimento oscurecido por rubefacción, huesos carbonizados y calcinados, y, asociados a ella, también se registraron artefactos líticos tallados (Fig. 2).

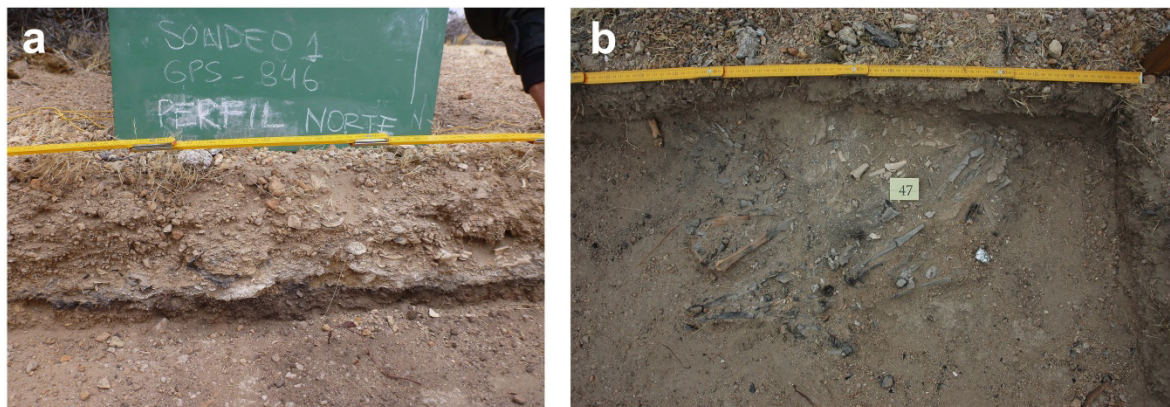


Figura 2. a) Fotografía del perfil norte y b) de la vista en planta durante la excavación (nivel 25-30 cm).

El análisis arqueofaunístico realizado en laboratorio (Magnin *et al.*, 2019) permitió determinar la presencia de fauna autóctona (*Lama guanicoe*) y también introducida (*Ovis aries*), indicando que el evento corresponde a tiempos posteriores a la introducción del ganado ovino en la región (finales del siglo XIX) (Barbería, 1995). Por la expectativa de cronologías modernas o recientes para el material hallado, no se enviaron a fechar muestras de hueso de ese fogón (Magnin *et al.*, 2019). En cambio, las preguntas de investigación se orientaron a indagar en profundidad esa posible asociación entre la talla lítica y el fogón, que, por la pequeña extensión de la excavación, no estaba claro si eran eventos sincrónicos o separados en el tiempo. En ese sentido, el evento de talla podría haber sido previo al encendido de un fogón, o bien, la talla se dió a la vez, junto al fogón que incluye huesos de fauna introducida, indicando la continuidad de esta técnica tradicional indígena para momentos recientes en el área. Para ello, se amplió la excavación en el año 2019, y se aplicaron análisis de estadística espacial que mostraron que los artefactos líticos se presentan espacialmente asociados al área de combustión, sugiriendo que la talla lítica y el fogón constituyen un mismo evento (Magnin & Acosta, 2023). La



reconstrucción de la secuencia de depositación, enterramiento y exposición al calor de los diversos materiales, sin embargo, no ha sido estudiada en mayor detalle hasta ahora.

### **Contexto e historia tafonómica**

La presencia de huesos quemados en sitios arqueológicos puede darse en diferentes contextos, por ejemplo formando parte de restos de alimentos consumidos, o material usado como combustible en fogones, dispuestos en áreas de basural o dispersos en áreas específicas con relación a los fogones (Cain, 2005; Lyman 1994), que funcionan como estructuradores del espacio (Binford, 1978, 1983; Frank, 2011; Henry, 2012; Stevenson, 1985, 1991). También podría deberse a causas naturales como incendios, o por proximidad a fogones encendidos (Lyman, 1994). Por ese motivo, es necesario definir correctamente el contexto que permita inferir si los huesos hallados en un contexto arqueológico se quemaron antes de su depositación y entierro, o después de su depositación y antes del entierro. Como se conoce a partir de numerosas investigaciones, también pueden quemarse después del entierro, en particular si la matriz en la que están enterrados es rica en materia orgánica y seca (Lyman, 1994).

El objetivo del presente trabajo es aportar nuevos datos para comprender la historia de formación del sitio El Péndulo. Se propone realizar una aproximación exploratoria a la identificación de las coloraciones y alteraciones en la superficie ósea y al análisis de la distribución espacial de una muestra que se encuentra altamente fragmentada, para lograr un conocimiento más profundo acerca de los procesos de formación del registro involucrados. Para ello, a partir de la identificación de indicadores de termoalteración, se evalúa si su distribución (tanto en planta como vertical) es coherente con lo esperado con una estructura de combustión bien preservada. Esta información luego se evalúa en relación al conjunto lítico recuperado en el sitio.

### **Identificación de termoalteraciones en sedimentos y en huesos**

Estudios previos, experimentales y aplicados a la interpretación de estructuras de combustión arqueológicas (Cain, 2005; Pérez *et al.*, 2017), proponen que es posible diferenciar la fase diagenética en la que se quema un hueso. Los huesos que se quemaron en el evento de fogón se localizan en la capa superior o fase diagenética A de una estructura de combustión, mientras que si existen especímenes en la capa inferior o fase B, significa que estos podrían haberse depositado previamente y se habrían quemado como resultado del encendido de un fuego en contacto con la matriz sedimentaria que los incluía. Distinguir a qué fase pertenecen los huesos termoalterados hallados en un sitio arqueológico permite comprender la historia de formación.

A su vez, esos estudios experimentales informan acerca de las expectativas arqueológicas para un fogón bien preservado. El patrón general de estructuración de la fase A de un fogón, incluye sedimento de color blanco a gris formados por ceniza calcítica y carbón. Esta fase incluye huesos que fueron expuestos directamente al fuego, a temperaturas diferenciales durante el proceso de combustión que a la vez varían según la posición en el fogón y el modo en que se va alimentando el fuego con material combustible. Esto determina la existencia de diferencias en el color así como en el grado de fragmentación. Los materiales más intensamente expuestos al calor están altamente fragmentados y calcinados, por lo cual su tamaño suele ser menor a 2cm –y se recuperan en zaranda–, o bien se destruyeron por la exposición directa a las llamas. Por otro lado, los huesos menos alterados presentan menor fragmentación, son de mayor tamaño y se pueden recuperar manualmente, por lo que durante la excavación se registran mediante medidas tridimensionales.

La fase B está formada por el sedimento quemado debajo del fogón, que Pérez *et al.* (2017) denominan "capa negra", y corresponde al horizonte organo-mineral del suelo quemado. En el caso de estudio no esperamos encontrar una capa negra tan visible, por la escasa materia orgánica que presentan los suelos aridisoles. De existir huesos en esta fase, se espera que presenten termoalteraciones que indican exposición indirecta al calor.

El análisis de la termoalteración de huesos requiere de criterios observables en las muestras óseas

arqueológicas. Diversos estudios experimentales permiten reconocer que los huesos expuestos al calor pasan por una serie de etapas a medida que el calor o el tiempo de combustión aumentan (Bennett, 1999). En las distintas etapas se producen cambios de color y textura en los huesos. Respecto al color, en términos generales, el paso del hueso no alterado a “quemado”, “carbonizado” y “calcinado” está asociado a distintos umbrales de temperatura. Por ejemplo, Lyman (1994) esquematiza las observaciones realizadas por otros autores (David, 1990; Shipman *et al.*, 1984) y determina que los huesos de oveja y cabras calentados a bajas temperaturas tienden a los colores neutros y amarillos. Mientras que sometidos a mayores temperaturas, tornan hacia color marrón rojizo, luego a marrón oscuro y negro. Cuando les someten a un calor más intenso presentan color negro azulado, a gris y gris claro. Por último, los huesos que están completamente incinerados o calcinados, suelen adquirir un color blanco azulado o gris. Los rangos de temperaturas máximas que producen estos cambios de color varían según el estado inicial del hueso (con carne, fresco descarnado y seco), la especie de la que se trate y la condición de exposición directa o indirecta a la fuente de calor (Lyman, 1994; Nicholson, 1993; Pérez *et al.*, 2017). El color, además, puede ser indicador de distintos procesos postdeposicionales (Cain, 2005; Bennett, 1999; Bottari & Valiza Davis, 2019; Nicholson, 1993; Stiner *et al.*, 1995; Théry Parisot, 2002).

Los estudios experimentales realizados por Nicholson (1993) informan acerca de las temperaturas máximas a las que fueron sometidos los huesos de una de las especies analizadas en este trabajo (*Ovis aries*). Ahí se indica que los huesos adquieren color marrón oscuro a 200 °C; negro a 300 °C, gris a 400 °C, gris y gris claro a 500 °C y blanco cuando son calentados a 700 °C. En cuanto a los huesos de *Lama guanicoe*, en el trabajo de Frank & Paunero (2009) se ha realizado experimentación sobre artefactos óseos arqueológicos, pero no se sometió a más de 300 °C a fines de no pasar del estadio de carbonización, ya que el interés estuvo puesto en evaluar el posible tratamiento térmico de los huesos o bien su alteración post-deposicional (Frank & Paunero, 2009).

Con respecto a la textura, también se reconocen estadios de cambio progresivo (Cain, 2005; Frank & Paunero, 2009; Nicholson, 1993). A bajas temperaturas los huesos presentan una superficie grasosa casi plástica en las porciones articulares. Al aumentar la temperatura aparecen grandes áreas cubiertas por una capa “burbujosa” (*bubbly*) o vítrea. A mayores temperaturas se observa que la superficie del hueso se vuelve granulosa y agrietada, hasta que se llega a un estado de termoalteración extremo en el que aumentan los agrietamientos y la superficie del hueso comienza a tener una textura similar a la tiza (*chalky*). El conjunto óseo bajo estudio aquí se encuentra muy fragmentado, por lo que el abordaje que proponemos para identificar termoalteraciones en los huesos es usando medios ópticos.

## Materiales y métodos

El conjunto arqueofaunístico corresponde a los materiales procedentes de la cuadrícula A, sectores noroeste y noreste, recuperados en el año 2017. Está integrado por 3.298 especímenes. Los huesos de mayor tamaño fueron registrados con medidas tridimensionales tomadas sobre su superficie superior y en el punto central con una precisión de 0,5 cm. Por el estado de fragmentación, la mayoría de los especímenes se recuperaron en zaranda, ya que presentan tamaños menores a 4 cm. El alto grado de fragmentación (%NSP= 88% < a 2 cm) y la alteración térmica presente en la mayoría de ellos (83%) constituyó una dificultad para la evaluación sistemática de los patrones de modificación de las superficies óseas. Cerca del 9% del conjunto (NISP= 284) pudo ser identificado a algún nivel taxonómico, mientras que el resto fue categorizado como especímenes indeterminados. Se pudieron reconocer especímenes de *Ovis aries* (%NISP = 30; MNI = 1) y *Lama guanicoe* (%NISP = 8; MNI = 1), mientras que en el 62% de los casos no se pudo determinar su pertenencia a una categoría más específica que la de mamífero. Entre los elementos de oveja se determinaron fragmentos de pelvis, escápula y autopodios; entre los de guanaco se identificaron porciones distales de los miembros, entre ellas: radio-cúbito, tibia y metapodio.

La muestra analizada en este trabajo está conformada por los 35 especímenes tridimensionados. Entre ellos,

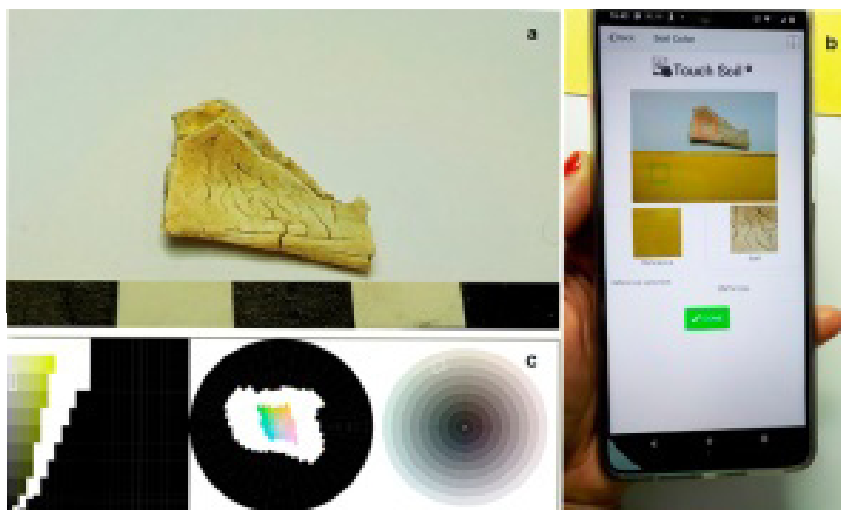
10 fueron determinados taxonómicamente a nivel de especie, 2 se determinaron como pertenecientes al orden Artodactyla, 15 a Mammalia indeterminado y 8 no lograron ser determinados. Sobre estos huesos se buscó reconocer distintos indicadores de alteración térmica. El resto del conjunto óseo, recuperado en zaranda, brinda información más limitada (Cain, 2005). Estos últimos, registrados en cada subcuadrícula por niveles artificiales de 5 cm, se concentran principalmente (76%) en el nivel de 25-30 cm de profundidad, mientras que el 4,6% se localizan en el nivel entre la superficie del terreno (17 cm) y los 20 cm; el 13,6% se localiza en el nivel 20-25 cm, y el 5,8% se localiza en el nivel más profundo, entre 30-35 cm.

El conjunto lítico está constituido por 51 artefactos, en su totalidad no formatizados (lascas y fragmentos no determinados), de los cuales el 82% se encuentran fracturados. Los tamaños más representados en el conjunto son aquellos tabulados como pequeños y muy pequeños ( $n=40$ , 78,43%), y el resto ( $n=11$ , 21%) son artefactos mediano pequeños y mediano grandes (*sensu* Aschero, 1975). La materia prima más representada es el sílice de color mayormente marrón y rojo ( $N=48$ ; 94%), también se registró un artefacto de basalto y uno de calcedonia. Presentan corteza en el 12% de los casos ( $n=6$ ). La calidad para la talla se pudo identificar como buena en la mayoría de los casos ( $n=30$ ; 59%). En total, 12 de los artefactos líticos fueron registrados mediante medidas tridimensionales en el área excavada (Magnin *et al.*, 2019; Magnin & Acosta, 2023). En cuanto a la posición de los artefactos líticos recuperados en zaranda ( $n=37$ ), la mayoría se localiza en el nivel de 25-30 cm ( $n=22$ , 49,46%), mientras que el 24,32% ( $n=9$ ) se encontró en los niveles superficie-20 cm y 20-25 cm; y el 16,22% ( $n=6$ ) se localizó por debajo de los 30 cm.

### Medición del color y análisis de termoalteraciones mediante técnicas de microscopía

El conjunto óseo arqueológico fue analizado macro y microscópicamente. Como material de referencia se observaron huesos no termoalterados pertenecientes a las mismas especies registradas en el sitio. Esto, junto a la revisión de parte de la extensa bibliografía que existe al respecto, permitió identificar diferencias en las coloraciones, y posibles indicios de termoalteraciones en el material óseo. Estos indicadores son: la aparición de fracturas, pérdida ósea, debilidad, fisuras, lustres y derretido (Asmussen, 2009; Frank, 2011, 2019; Frank & Paunero, 2009; Pérez *et al.*, 2017; Shipman *et al.*, 1984).

Para determinar el color de los huesos se usó la herramienta *tool soil color* de la aplicación Land PKS 3.7.7 instalada en un dispositivo móvil (celular marca Motorola, modelo Moto G 22), registrando el color predominante en cada espécimen según la codificación de las cartas de colores de suelos Munsell (Munsell Color, 2010), habitualmente usada en estos estudios (Bennet, 1999). En las mediciones se aplicó la misma condición de iluminación artificial sobre todas las piezas, a la vez que se eliminó la luz natural. En los casos en que los especímenes presentaron varios colores, se tomó el color dominante en la superficie externa del hueso (Fig. 3).



**Figura 3.** Medición de color mediante la aplicación LandPKS sobre un espécimen óseo. a) Fragmento de hueso; b) aspecto de la interfaz de LandPKS; c) Resultado obtenido: MUNSSELL 2.5GY8/1 (gris claro) (gráfico realizado mediante <https://ptermomys.melonisland.net/munsell/>).

Las demás alteraciones se observaron al recorrer las superficies de los especímenes óseos bajo una lupa trinocular modelo Nikon SMZ 800 con una magnificación que va desde 10x a 63x y algunos casos fueron observados bajo microscopio Nikon Epiphot 200 con magnificaciones desde 50x a 100x. La captura de microfotografías se realizó a partir del sistema de video-microscopía Nikon Micrometrics 614.

A continuación se describen los principales tipos de alteraciones consideradas para el desarrollo de este análisis, definidos en base a los antecedentes generados a nivel experimental y arqueológico por Thompson (2004) y Pérez *et al.* (2017) (Fig. 4). Estas alteraciones se originan por la progresiva deshidratación, eliminación de la fracción orgánica y reorganización de la fracción inorgánica de los huesos<sup>1</sup>.

-*Derretido*: se reconocen áreas homogéneas y con brillo.

-*Grietas*: son surcos profundos sobre las superficies óseas en donde su espesor es mayor a 2 mm. En ocasiones se puede dar la formación de grietas reticulares “*checking*” (Frank, 2011; Whyte, 2001):

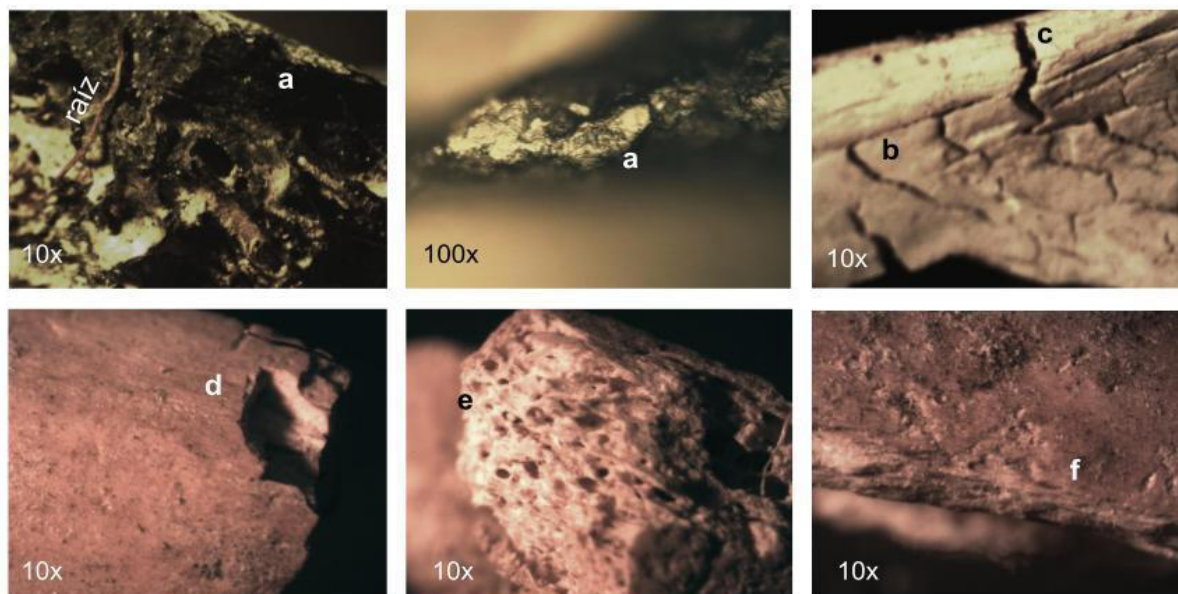
-*Fisuras*: son rasgos que tienen una menor profundidad que las grietas. Corresponden a un proceso incipiente de la termoalteración.

-*Fracturas*: son alteraciones que involucran la ruptura de los especímenes.

-*Pérdida ósea*: se identifican áreas de la superficie del hueso que muestran faltas visibles de tejido óseo. Implica pérdida de material orgánico lo que puede generar una reducción en el tamaño y peso del hueso.

-*Lustre*: es un brillo intenso presente sobre un sector o toda la superficie observada.

Para cada espécimen se consignó presencia o ausencia de estos tipos de termo alteraciones.



**Figura 4.** Tipos de alteraciones observadas a lupa (10x) y microscopio (100x). **a-** derretido; **b-** fisura; **c-** grietas; **d-** fracturas; **e-** pérdida ósea; **f-** lustre.

La visualización de las distribuciones de los datos de coloración y otras alteraciones observadas y su exploración en relación con otra información registrada en el sitio, fue realizada mediante la incorporación de las diversas fuentes de datos en un sistema de información geográfica (en adelante, SIG) (QGIS 3.2). Los especímenes óseos determinados fueron mapeados en planta usando la información tridimensional tomada en el campo, y representados mediante un archivo vectorial de puntos. También se usaron los registros realizados en hoja milimetrada, digitalizados para lograr delimitar su contorno aproximado mediante un archivo vectorial de polígonos. Otra información obtenida a partir del análisis de coloración y el de alteraciones realizado con lupa y microscopio, incluida en una tabla de datos de Excel, se incorporó al SIG uniéndose a la capa de datos tridimensionales a través del campo de código identificador de cada pieza, usado como clave primaria.



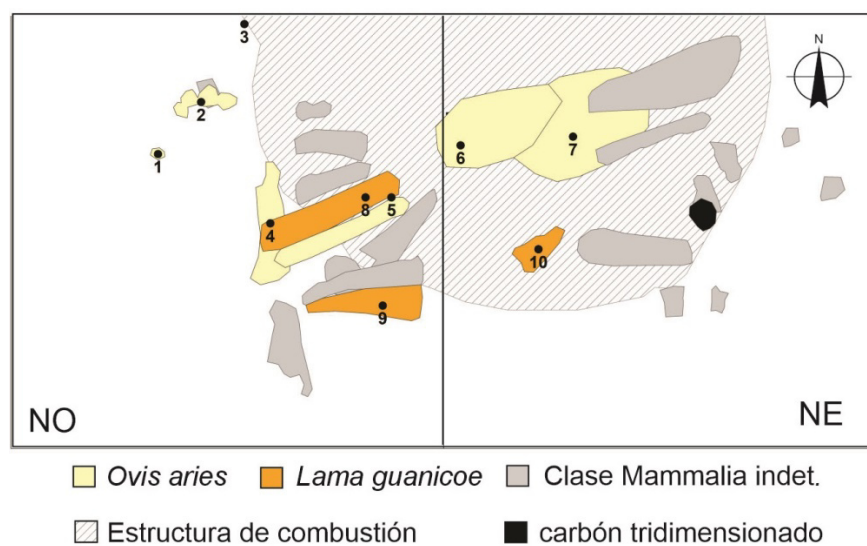
## Resultados

La distribución del color del sedimento que compone la estructura de combustión se ajusta a un patrón común dentro de la gran variabilidad existente en distintos contextos arqueológicos (Cain, 2005). La estructuración observada es una lente de ceniza de color gris claro de aproximadamente 4 cm de espesor ubicada sobre un sedimento oscuro de aproximadamente 1 cm de espesor. Estas capas pertenecen a la fase diagenética A registrada entre los 23-32 cm de profundidad<sup>2</sup>. Por debajo de las mismas, el sedimento presenta una tonalidad marrón oscuro (Fig. 2), que se va aclarando en profundidad hasta llegar a la roca de caja. El color más oscuro en contacto con la capa de cenizas que conforma el fogón es el límite basal del fogón y por debajo se encuentran los sedimentos sobre los que se encendió el fuego, que están termoalterados (fase diagenética B).

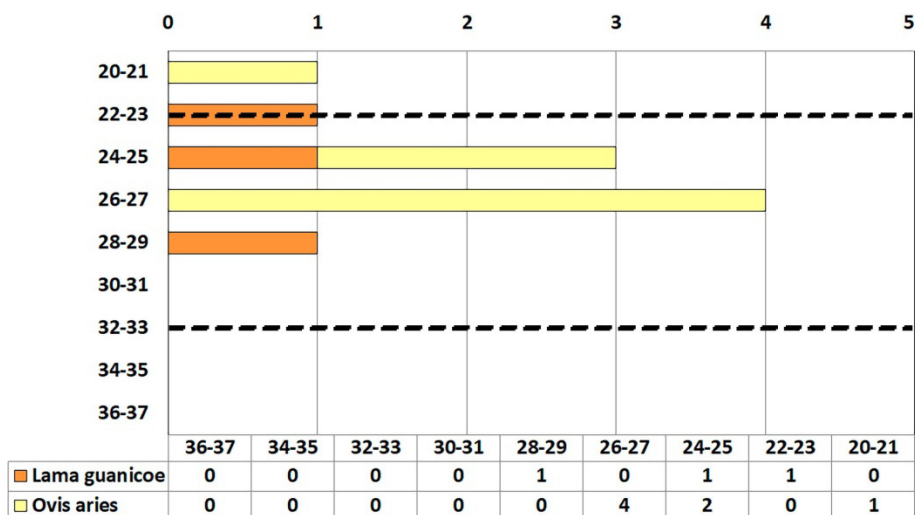
Los especímenes óseos que se encuentran identificados a nivel específico corresponden a huesos que son parte de los miembros anterior y posterior de oveja y miembro anterior y posterior de guanaco (Tabla 1). En la figura 5 puede observarse que los restos de oveja y de guanaco se encuentran agrupados hacia el centro y el sudoeste del rasgo de combustión. En tanto que la figura 6 muestra la distribución vertical de especímenes óseos correspondientes a ambas especies identificadas, entre los 20 y 29 cm de profundidad con relación al *datum* de referencia.

**Tabla 1.** Estructura taxonómica y anatómica de los especímenes óseos identificados a nivel específico.

Taxón	Elemento	Porción	Lado	Estado de fusión
<i>Ovis aries</i>	1- pelvis	acetábulo	izquierdo	-
	2- falange proximal indeterminada	hueso completo	-	sin fusionar
	3- falange proximal indeterminada	epífisis proximal	-	sin fusionar
	4- radio	epífisis proximal	derecho	sin fusionar
	5- metatarso	epífisis proximal anterior + diáfisis anterior	-	-
	6- falange proximal indeterminada	proximal lateral	-	-
	7- escápula	cavidad glenoidea	-	-
<i>Lama guanicoe</i>	8- metapodio	tróclea de metapodio	-	fusionado
	9- radio-cúbito	epífisis distal	izquierda	sin fusionar
	10- tibia	proximal posterolateral de diáfisis	derecho	-



**Figura 5.** Vista en planta de cuadrícula A, sub-cuadrículas noroeste (NO) y noreste (NE) de 50 cm de lado. 1- pelvis, 2 y 3- falanges, 4- radio, 5- metatarso, 6- falange y 7- escápula; 8- metapodio, 9- radio-cúbito y 10- tibia. Ver referencias en la tabla 1. Los límites de la estructura de combustión corresponden con el sedimento oscuro mapeado cerca de los 30 cm de profundidad.



**Figura 6.** Distribución en profundidad (en cm) y tabla de frecuencias observadas de los especímenes determinados a nivel específico y tridimensionados. Las líneas discontinuas indican los valores máximo y mínimo de los sedimentos del fogón (Fase A).

Los restos pertenecientes a ambas especies se encuentran intercalados en el espacio, ya que no se separan en sentido horizontal ni vertical. Esto sugiere que los huesos de guanaco y oveja no se dispusieron en el área del fogón en distintos momentos sino que formaron parte de un mismo evento de combustión. El estudio de los indicadores de termo alteración podría informar si esto sucedió de manera directa o indirecta en todos los huesos.

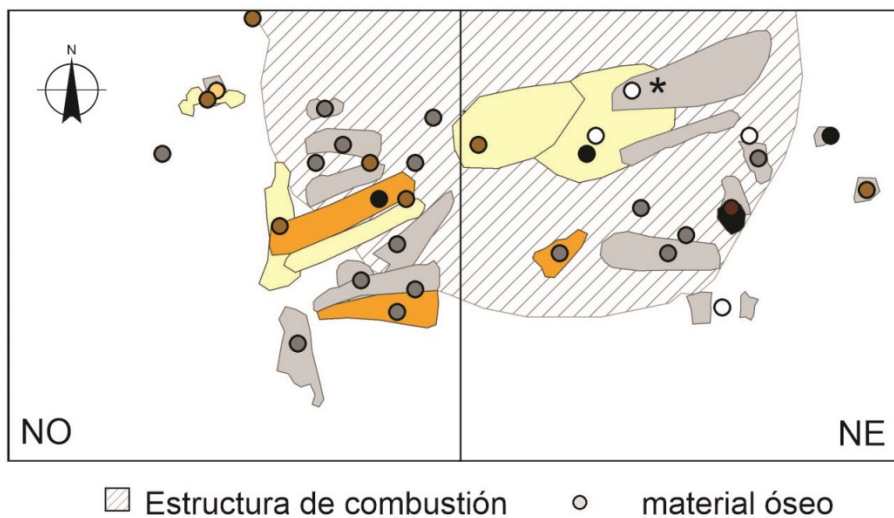
**Coloración**

Se analizó la coloración de la superficie ósea de un total de 35 especímenes óseos. Este conjunto incluye todos los especímenes tridimensionados tanto los determinados a nivel específico (n=10) como aquellos asignados a otro nivel taxonómico e indeterminados. Se reconocieron seis colores distintos: gris claro, gris medio, gris oscuro, marrón, marrón claro y marrón oscuro (Tabla 2). El gris medio se registró más frecuentemente (49%, n=17); seguido por el color marrón (23%, n=8). El gris oscuro y gris claro aparecen en igual proporción (11% cada uno, n=4 cada uno), y se observó un único caso de marrón claro (n=1, 3%) y un caso de marrón oscuro (n=1, 3%). En al menos siete de los especímenes se registró doble coloración. Uno asignado a oveja, tres a guanaco y tres a mamífero grande indeterminado. En esos casos se registró el color predominante.

**Tabla 2.** Clasificación de la diversidad de colores registrados en la superficie exterior de los especímenes óseos.

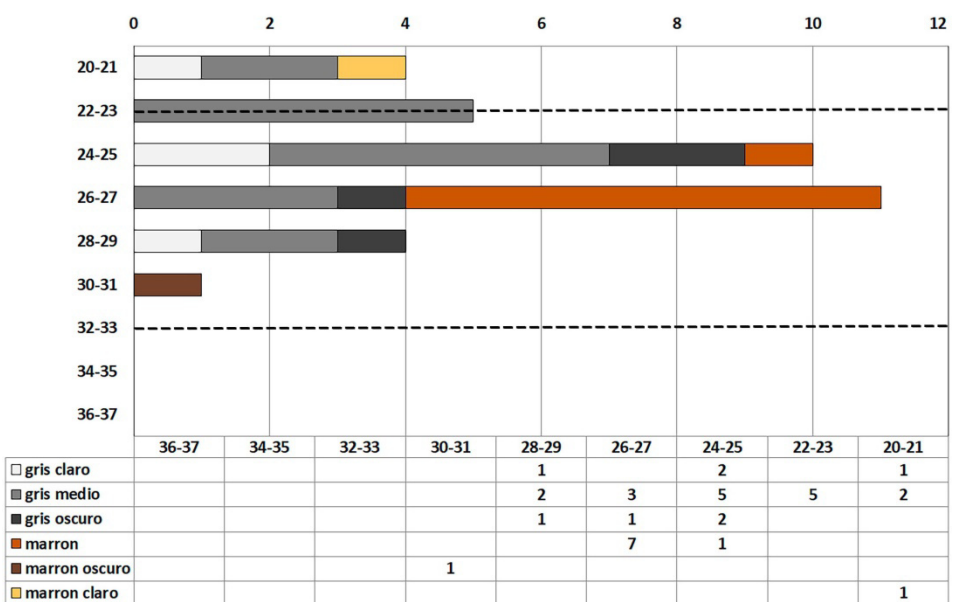
Denominación del color	Gris claro	Gris medio	Gris oscuro	Marrón	Marrón claro	Marrón oscuro
		10RP5/1				
		10RP5/2				
		10RP6/1(n=4)		10RP5/3		
		10RP6/2 (n= 2)		10RP7/3		
	10RP7/1	10RP7/0		10YR5/4		
	10RP8/0	10Y7/2	10RP4/1(n=2)	10YR6/4		
Código Munsell	2.5GY8/1	2.56Y6/1	2.5Y4/2	2.5Y7/5	10RP7/4	10YR4/4
	2.5Y8/2	2.5GY5/0	5Y3/0	7.5YR5/3		
		2.5Y6/1		7.5YR5/4		
		5YR5/1		7.5YR6/4		
		5YR6/1				
		7.5Y7/1				
		7.5YR7/2				

En la Figura 7 puede verse que los colores de los especímenes se distribuyen también de modo heterogéneo en planta, aunque el caso de hueso marrón claro, que podría ser indicador de baja alteración térmica, se localiza en la periferia del conjunto, mientras que los huesos gris claro, que podría ser indicador del estadio calcinado, se localizan en su mayoría cerca del centro del rasgo de combustión.



**Figura 7.** Vista en planta del área excavada, mostrando la distribución de colores observados en las superficies óseas. Para tener referencias de las identificaciones taxonómicas ver Fig. 5.

Con respecto a la distribución vertical (Fig. 8), el 26% (n=9) fue recuperado entre los 20-23 cm de profundidad; el 71% (n=25) en los niveles intermedios del fogón (entre 24-27 cm) y el 6 % (n=1) restante en el sector inferior, entre los 28-31 cm.



**Figura 8.** Distribución en profundidad (en cm) y tabla de frecuencias absolutas de la coloración principal registrada en la superficie de cada uno de los especímenes óseos tridimensionales. Las líneas discontinuas indican los valores máximo y mínimo de los sedimentos del fogón (Fase A).

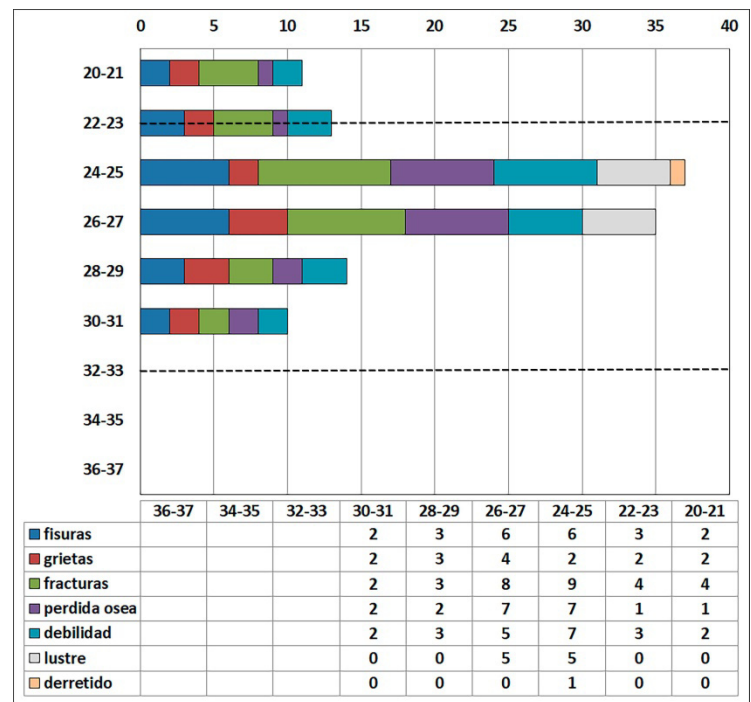
**Otras alteraciones**

Las diferencias en las tonalidades de los especímenes permiten determinar la temperatura de exposición al fuego. En ese sentido, el caso de espécimen que presenta menos indicios de termoalteración (como sugiere su color marrón claro) se localiza en la capa más superficial, mientras que los indicadores de quemado, carbonización y calcinado se distribuyen en el resto de los niveles. Por otro lado, el espécimen gris claro que se señala con un asterisco en la figura 7 es el hueso calcinado ubicado a mayor profundidad (29 cm) y está muy cercano al centro de la estructura. Cuatro cm hacia el este del mismo (y a 30 cm de profundidad), se hallaron

dos fragmentos líticos que remontan y presentan claros indicios de termoalteración (escamaciones, agrietamiento, lustre y cambio de coloración) (Cattáneo, 2002; Cattáneo *et al.*, 1997-1998; Frank, 2011).

Interpretamos que todos los especímenes están por encima del sedimento oscurecido por rubefacción. La excepción es el hueso marrón oscuro localizado por debajo de los 30 cm, en el sector NE (Fig. 8), que coincide con la parte más baja, siguiendo la inclinación natural del terreno. El espécimen gris claro indicado con “\*” en la figura 7, localizado a 29 cm de profundidad, posiblemente estuvo cerca del centro de fogón, que corresponde con lo que habría sido el núcleo más caliente (Pérez *et al.*, 2017).

En cuanto a las otras variables consideradas, se reconoció en todos los niveles la presencia de especímenes con fisuras, grietas, fracturas, pérdida ósea y debilidad (Fig. 9). Sin embargo, el lustre aparece restringido a especímenes que proceden del nivel de 24-27 cm y se detectaron superficies óseas con aspecto derretido por la exposición al fuego únicamente en el nivel de 24-25 cm. En síntesis, la mayor variabilidad en la presencia de alteraciones ocasionadas por el fuego se observó entre los 24-25 cm de profundidad, y esto coincide con el nivel donde se registra la mayor proporción de huesos carbonizados y calcinados (colores gris oscuro, gris medio y gris claro). En los niveles superiores (entre 20-23 cm) se observó un incremento en el porcentaje de especímenes con fracturas y menos pérdida ósea, probablemente la mayor fragmentación no permite identificar esta última variable. En los niveles inferiores las proporciones entre los indicadores son muy parecidas.



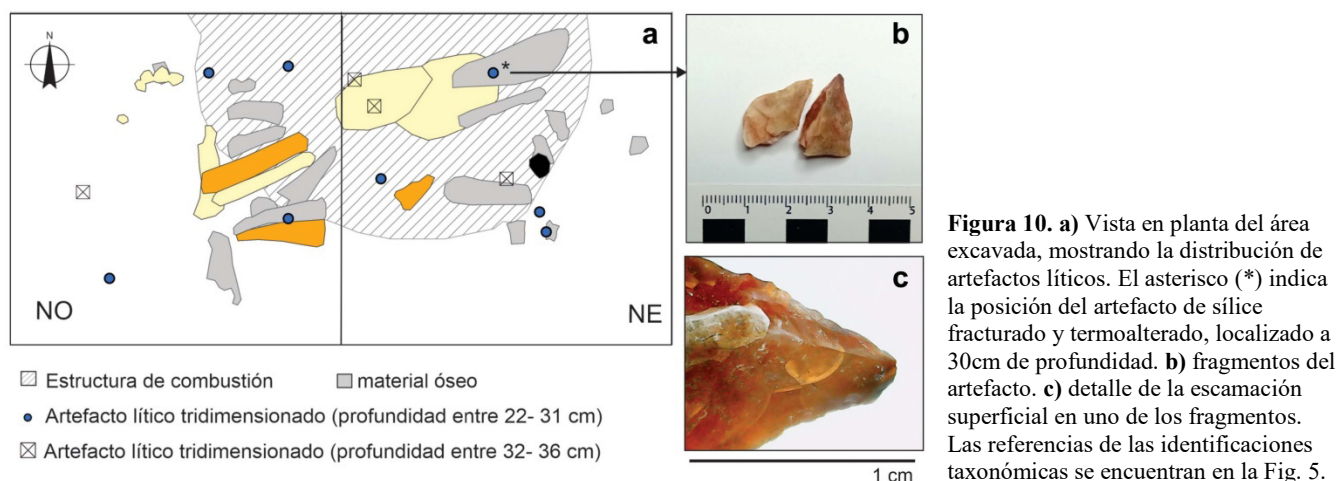
**Figura 9.** Distribución en profundidad (en cm desde el 0 de la excavación) de las termoalteraciones identificadas mediante medios ópticos en los especímenes óseos analizados (ver ejemplos de estas alteraciones en Fig. 4).

Las líneas discontinuas indican los valores máximo y mínimo de los sedimentos del fogón (Fase A).

### Integración con el conjunto lítico

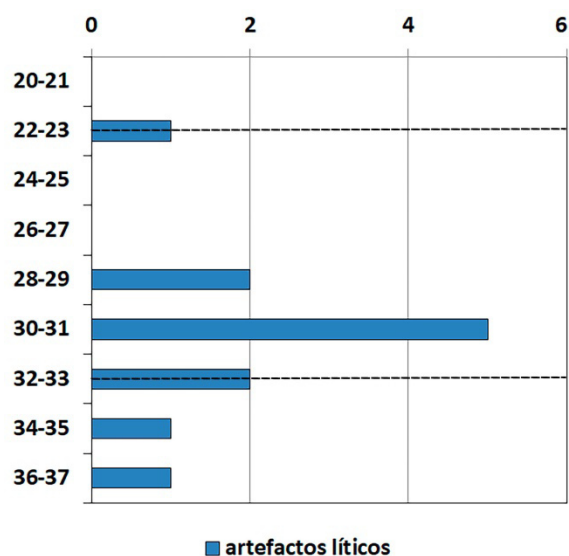
La información hasta ahora generada sobre el material óseo se relaciona a continuación con la evidencia lítica arqueológica hallada en el sitio. El conjunto de los artefactos líticos tridimensionados (n=12) fue mapeado en planta (Fig. 10a) y en profundidad (Fig. 11), está formado por 11 artefactos de sílice de color rojo y marrón y uno de xilópalo. Dos fragmentos de sílex que remontan entre sí presentan escamaciones, agrietamientos y modificaciones en los colores de la superficie que indican alteración térmica (Cattáneo *et al.*, 1997-1998; Frank, 2011, 2012) (Fig. 10b y c). Según el trabajo experimental de Frank (2011) sobre materias primas en la misma región, la presencia de daño térmico en rocas con alto contenido silíceo se produce a partir de los 428°C. Por lo tanto, el grado de daño térmico que presenta indica un contacto muy estrecho de este artefacto lítico con la fuente de calor que le provocó el daño.



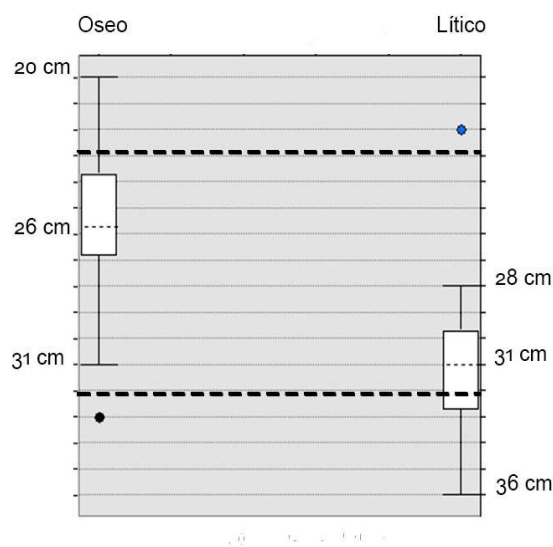


**Figura 10.** a) Vista en planta del área excavada, mostrando la distribución de artefactos líticos. El asterisco (\*) indica la posición del artefacto de sílice fracturado y termoalterado, localizado a 30cm de profundidad. b) fragmentos del artefacto. c) detalle de la escamación superficial en uno de los fragmentos. Las referencias de las identificaciones taxonómicas se encuentran en la Fig. 5.

Para relacionar las distribuciones en profundidad del conjunto lítico respecto a los materiales óseos tridimensionados, se generó un gráfico de caja y bigotes (Fig. 12). Este muestra que los materiales óseos tienen valor de profundidad que van entre un mínimo de 20 cm a un máximo de 33 cm con una mediana de 26 cm; mientras que los artefactos líticos presentan un mínimo de 22 cm a un máximo de 36 cm con una mediana de 31 cm. Al comparar estos conjuntos, es necesario considerar que por el grado de fragmentación y fragilidad de los especímenes óseos, las medidas en profundidad fueron registradas en el campo sobre la superficie de los mismos, no en su superficie de apoyo sobre el suelo.



**Figura 11.** Distribución en profundidad (en cm desde el 0 de la excavación) de los artefactos líticos que cuentan con información de localización tridimensional (frecuencias absolutas). Las líneas discontinuas indican los valores máximo y mínimo de los sedimentos del fogón (Fase A).



**Figura 12.** Gráfico de caja y bigotes para representar la distribución de valores de profundidad (desde el 0 de la excavación) en el conjunto de especímenes óseos y artefactos líticos tridimensionados. Las líneas discontinuas indican los valores máximo y mínimo de los sedimentos del fogón (Fase A).

## Discusión

Diversos estudios arqueológicos advierten que las modificaciones producidas por el fuego a nivel macroscópico pueden confundirse con aquellas generadas por distintos agentes, tales como la meteorización (Mengoni Goñalons, 1999), los procesos pedogenéticos o las variaciones en los niveles freáticos (Bottari & Valiza Davis, 2019; Shahack-Gross *et al.*, 1997). Por ese motivo, es necesario un abordaje que incluya técnicas

de análisis complementarias a distintas escalas y que integren líneas de evidencia. En el caso del contexto analizado, consideramos, por su circunscripción espacial y las características de sus capas sedimentarias, que se trata claramente de una estructura de combustión y, por lo tanto, es posible interpretar las alteraciones observadas en el conjunto óseo en términos de termoalteraciones (Cain, 2005; Frank & Paunero, 2009).

En esta primera aproximación, realizamos un análisis del color a escala macro y de otras alteraciones a microescala. El estudio de la distribución espacial para los atributos de termoalteración observados en los materiales tridimensionados nos permite aproximarnos a las siguientes interpretaciones:

1) Los especímenes tridimensionados que cuentan con identificación taxonómica se presentan termoalterados, y no muestran una segregación en función de las especies identificadas –oveja y guanaco–, ni en profundidad, ni en planta, lo que sugiere que fueron parte del mismo evento de fogón.

2) Como se ve en el gráfico de caja y bigotes (Fig. 12), la mediana de los materiales óseos tridimensionados se encuentra en los 26 cm de profundidad respecto al 0 de la excavación. Por su parte, los materiales líticos tridimensionados tienen su mediana en 31 cm de profundidad, 6cm por debajo de la mediana de los especímenes óseos mejor preservados. En cuanto a los materiales óseos y líticos recuperados en zaranda, la mayoría de ellos procede del nivel artificial de 25-30 cm.

3) Todo el conjunto óseo está termoalterado, aunque se registra un solo caso –el hueso color marrón claro (fragmento de diáfisis asignado a mamífero indeterminado)– que parece presentar un grado bajo de alteración por calor.

4) La mayor diversidad de indicadores de termoalteración (más de cinco), junto con la mayor proporción de especímenes cuyos colores indican quemado, carbonizado y calcinado (color marrón, gris oscuro, gris medio y gris claro), se localiza entre los 24-25 cm de profundidad en el sector NE. Siguiendo a Nicholson (1993) la presencia de huesos de oveja de color gris claro podría indicar que el fogón alcanzó temperaturas de 500 °C. Por eso se interpreta que allí se localizó el núcleo, o sector más caliente del fogón. Según los estudios experimentales (Pérez *et al.*, 2017), el núcleo se encuentra a 2 cm de profundidad desde la superficie del fogón. Por debajo y por encima de esa profundidad la temperatura decrece gradualmente.

5) Al integrar esta información con la existente acerca del conjunto lítico, el análisis de las gráficas de distribución en planta y profundidad junto con los registros de excavación nos permite interpretar que el conjunto de materiales óseos forma un apilamiento claramente circunscrito al área de fogón. Por otro lado, se constata que las mayores frecuencias de artefactos líticos se observan en el nivel de 30-31cm. Ese nivel podría interpretarse como la superficie del suelo y base del fogón. En ese umbral, por debajo del mencionado núcleo con los huesos calcinados, a 30 cm de profundidad, se hallaron los fragmentos del artefacto lítico dañado por calor.

6) El sedimento marrón que se dispone en una lente por debajo de los 31 cm (Fig. 2a) corresponde a la superficie sobre la que se apoya la estructura, donde el mismo fue alterado por la temperatura del fogón.

7) Una comparación con el patrón típico de combustión planteado en estudios previos en función de fogones arqueológicos (Cain, 2005; Pérez *et al.*, 2017), nos lleva a evaluar si existe una diferenciación entre los huesos en la muestra analizada, según la fase diagenética en la que se quemaron (Pérez *et al.*, 2017). Pertenecen a la fase A toda la muestra tridimensionada –incluyendo la totalidad de los huesos del conjunto que fueron determinados– y cerca del 90% de los especímenes óseos altamente fragmentados recuperados en zaranda. Por otro lado, no hay huesos tridimensionados claramente asociados a la fase B, aunque una única excepción podría ser el espécimen enterrado a 31 cm, que se encuentra en una posición límite entre ambas fases, donde la interpretación es más difícil. Es un fragmento de fémur –epífisis proximal derecha– de mamífero grande que fue tabulado como indeterminado, y que presenta un color marrón oscuro, distinto de los demás colores registrados (Fig. 8). Sin embargo, este espécimen no presenta marcas de pisoteo, por lo que no parece tratarse de un hueso contenido en el sustrato, depositado previamente al encendido del fogón (Pérez *et al.*, 2017).

8) En cuanto a la asociación entre el evento de combustión y el evento de talla, el valor promedio de la agrupación de huesos está 5cm por encima del conjunto lítico. Esto coincide con el espesor de los restos óseos que se encuentran dentro de la estructura de fogón (ya que las medidas de profundidad fueron tomadas sobre la

superficie de los huesos). El descarte de artefactos líticos parece coincidir con una superficie de ocupación que corresponde con el límite inferior o base del fogón.

La posibilidad de que el conjunto de talla lítica pueda constituir un evento previo al que encendió el fogón, implicaría que la existencia de una agrupación de artefactos líticos dentro y en las inmediaciones del fogón, identificada mediante SIG (Magnin & Acosta, 2023), haya sido un evento fortuito (se pudo haber encendido un fogón sobre una concentración lítica preexistente). Sin embargo, cerca de la mitad de los artefactos líticos hallados en zaranda (49 %) entre los 25-30 cm, coincidiendo también con la mayor parte de los óseos de zaranda (76%), no permite descartar la simultaneidad entre el evento de talla y el encendido del fogón.

### Conclusiones

Esta primera aproximación al estudio de los procesos de formación de la estructura de combustión en el sitio El Péndulo nos permite sostener que tiene buena integridad y resolución. Este contexto arqueológico muestra evidencias que interpretamos como un evento de fogón en el que se quemaron huesos de oveja y guanaco. Como resultado, se formó un depósito o estructura de combustión plana o levemente lenticular en plano axial, que constituye un apilamiento sobre la antigua superficie del terreno. Este contexto, en el que no se realizó la excavación previa de una cubeta para alojar el material combustible, permite interpretar el encendido de un fuego para calefacción y secado o un fogón relacionado con una ocupación breve (Pérez de Micou, 1991). A partir de la integración de la información procedente del conjunto de artefactos líticos tallados, se observa que el nivel de base del fogón coincide con el nivel de mayor frecuencia de artefactos líticos. Esta información puede estar indicando una superficie de actividad en este sitio.

Ya que la presencia de ganado introducido indica una cronología que corresponde a las primeras décadas del siglo XX en esta zona, la existencia de una asociación entre los huesos de oveja –ya sea que hayan sido consumidos o bien usados como combustible– con el conjunto artefactual lítico tallado, abre la posibilidad de sostener como hipótesis la continuidad de las prácticas de talla lítica hasta tiempos recientes en la localidad.

Las preguntas para indagar acerca de este contexto siguen abiertas, y esto nos lleva a ampliar la muestra e incluir otras líneas de análisis que permitan contrastar esta hipótesis para fortalecer la interpretación. Por ejemplo, proponemos estudiar la colección arqueofaunística del sitio buscando la identificación de posibles marcas de corte que permitan definir el uso de tecnología lítica o el uso de cuchillos de metal. Sin embargo, entendemos que la continuidad de la práctica de talla lítica en momentos históricos no necesariamente se relaciona a cuestiones funcionales, sino que podría implicar otros factores que hacen a las costumbres, la memoria y la identidad. El avance desde una perspectiva de la Arqueología Histórica será importante para avanzar en el estudio del proceso de ocupación humana del área y las reconfiguraciones del territorio.

### Agradecimientos

En especial a Laura Marchionni y Laura Miotti quienes facilitaron el material de colección, bibliografía y realizaron la determinación taxonómica. A los evaluadores/as que contribuyeron con sus observaciones a mejorar este trabajo. CPA-APN N21; Arnaldo Dalmaso, guardaparques, DRPA-APN; PIP CONICET - PICT 2015-1742; Comité organizador del CNZA. El PICT Terranova 2020-02900 pagó los gastos de impresión del poster.

## Bibliografía

- Aschero, C. (1975) *Ensayo para una clasificación morfológica de artefactos líticos aplicada a estudios tipológicos comparativos*. Buenos Aires. CONICET. MS.
- Asmussen, B. (2009) "Intentional or incidental thermal modification? Analysing site occupation via burned bone". *Journal of Archaeological Science*, 36(2), pp. 528-536. [Consultado el 31 de agosto de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/j.jas.2008.10.005.
- Atencio, J.P., Magnin, L. & Blanco, L. (2020) "Bio-archaeological analysis of a tooth from a human burial. Summit of Cerro Madre e Hija (Santa Cruz, Argentina)". *Revista Chilena de Antropología*, (41), pp.70-78. [Consultado el 24 de agosto de 2023]. Disponible en: doi: 10.5354/0719-1472.2020.57903.
- Barbería, E.M. (1995) *Los dueños de la tierra en la Patagonia Austral, 1880-1920*. Río Gallegos, Argentina: Universidad Federal de la Patagonia Austral.
- Bennett, J.L. (1999) "Thermal Alteration of Buried Bone". *Journal of Archaeological Science*, 26(1), pp.1-8. [Consultado el 4 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1006/jasc.1998.0283.
- Binford, L.R. (1978) Dimensional Analysis of Behavior and Site Structure: Learning from an Eskimo Hunting Stand. *American Antiquity*, 43(3), pp.330-361. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.2307/279390
- Binford, L.R. (1983) *In pursuit of the past: Decoding the archaeological record*, Londres, Thames and Hudson.
- Blanco, R. & Magnin, L.A. (2023) "Los grabados de Seccional Cerro Horqueta (Parque Nacional Bosques Petrificados De Jaramillo). Nuevos Aportes Al Conocimiento Regional", *Libro De Resúmenes XXI Congreso Nacional De Arqueología Argentina*, 10-14 de julio de 2023, Corrientes, Argentina. Facultad de Humanidades Universidad Nacional del Nordeste, p. 87.
- Bottari, C. & Valiza Davis, C. (2019) "Los restos óseos del sitio arqueológico La Mesada (Meseta Central de Santa Cruz): una aproximación tafonomía". *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 23(2), pp.111-133. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.37603/2250.7728.v23.n2.27490.
- Cabrera, A.L. (1971) "Fitogeografía de la República Argentina". *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14, pp.1-42.
- Cain, C.R. (2005) "Using burned animal bone to look at Middle Stone Age occupation and behavior". *Journal of Archaeological Science*, 32(6), pp. 873-884. [Consultado el 4 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/j.jas.2005.01.005.
- Cattáneo, G.R. (2002) *Una aproximación a la organización de la tecnología lítica entre los cazadores-recolectores del Holoceno medio/Pleistoceno final en la Patagonia Austral (Argentina)*. Tesis de Doctorado inédita, La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: doi: 10.35537/10915/4613.
- Cattáneo, R., Pupio, A., Valente, M. & Barna, A. (1997-1998) "Alteración térmica en dos tipos de Rocas Silíceas: Resultados Experimentales Y Aporte De Datos Para El Análisis Arqueológico". *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXII-XXIII, pp. 343-361. [Consultado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/25594>.
- Cúneo, N.R. & Panza, J.L.A. (2008) "El Bosque Petrificado de Madre e Hija. El Parque jurásico de la Patagonia". *Sitios de Interés Geológico de la República Argentina Anales* 46(2), pp. 781-789. Disponible en: <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/1372>.
- David, B (1990) "How was this bone burnt?" En: Solomon, S; Davidson, I & Watson, D. (eds.) *Problem Solving in Taphonomy: Archaeological and Palaeontological Studies from Europe, Africa and Oceania, Tempus, Archaeology and Material Culture Studies in Anthropology*, 2, University of Queensland, Australia, pp. 65-79.
- Frank, A.D. (2011) *Tratamiento térmico y manejo del fuego en sociedades cazadoras-recolectoras de la Meseta Central de Santa Cruz*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: doi: 10.35537/10915/5318.
- Frank, A.D. (2012) "Tratamiento y daño térmico de artefactos líticos en los componentes tempranos del sitio Casa del Minero 1, Santa Cruz, Argentina", *Chungará* 44(1), pp. 25-37.
- Frank, A.D. (2019) "La experimentación como vía para abordar la termoalteración de los conjuntos óseos". En: Bonomo, M; Skarbun, F & Bastourre, M.L. (eds.) *Subsistencia y Alimentación en Arqueología: Una aproximación a las sociedades indígenas de América precolombina*, La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, pp. 217-220. Disponible en: doi: 10.35537/10915/80478.
- Frank, A.D. & Paunero, R.S. (2009) "Análisis de la alteración térmica de los restos óseos procedentes del componente temprano de Cerro Tres Tetras (meseta central de Santa Cruz). Evidencia arqueológica y estudios experimentales". En: Salemme, M., Santiago, F., Álvarez, M., Piana, E., Vázquez, M. & Mansur, M.E. (eds.) *Arqueología de Patagonia: una mirada desde el último confin* 2, Ushuaia, Editorial Utopías. pp. 750-775. [Consultado el 25 de agosto de 2023]. Disponible en: [https://www.academia.edu/310332/Análisis\\_de\\_la\\_alteración\\_térmica\\_de\\_los\\_restos\\_óseos\\_procedentes\\_del\\_componente\\_temprano\\_de\\_Cerro\\_Tres\\_Tetas\\_Meseta\\_Central\\_de\\_Santa\\_Cruz\\_Evidencia\\_arqueológica\\_y\\_estudios\\_expermentales](https://www.academia.edu/310332/Análisis_de_la_alteración_térmica_de_los_restos_óseos_procedentes_del_componente_temprano_de_Cerro_Tres_Tetas_Meseta_Central_de_Santa_Cruz_Evidencia_arqueológica_y_estudios_expermentales).
- Henry, D. (2012) "The palimpsest problem, hearth pattern analysis, and Middle Paleolithic site structure". *Quaternary International*, 247, pp. 246-266. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/j.quaint.2010.10.013.
- Hermo, D., Plá, R., Magnin, L., Invernizzi, R., Moreno, M. & Mosquera, B (2020) "Primer análisis por activación neutrónica (AAN) de fuentes de materias primas líticas del Macizo del Deseado (Provincia de Santa Cruz)", *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XLV (1), pp. 151-174.



- Lyman, R.L. (1994) *Vertebrate taphonomy*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Magnin, L. (2013) Proyecto de Investigación DRPA 021 "Arqueología de cazadores recolectores del Macizo Central de Santa Cruz. Análisis cuantitativos de patrones espaciales". [no publicado] autorizado por Coordinación Patagonia Austral - Administración de Parques Nacionales y desarrollado en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo, Santa Cruz. Dirigido por: Dra. Lucía Magnin.
- Magnin, L. (2016) "Arqueología del Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo. Nuevos datos para un estudio regional (Santa Cruz, Argentina)", *Actas del XIX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, San Miguel de Tucumán, 8 -12 de agosto de 2016. San Miguel de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, pp. 749-754. Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/13151>.
- Magnin, L.A. & Acosta, I.M. (2023) "Análisis espacial en el estudio de procesos de formación en el sitio el péndulo (PNBPJ, Santa Cruz, Argentina)". [En prensa] *Actas del XI Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Escuela de Arqueología de la Universidad Austral de Chile, el Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano (INAPL) y la Sociedad Argentina de Antropología.
- Magnin, L. & Blanco, R. (2019) "Primera noticia de arte rupestre en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo (Santa Cruz, Argentina)". *Revista Relaciones*, XLIV(2), pp. 341-348. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90166>.
- Magnin, L., Griffiths, F., Marchionni, L. & Blanco, R. (2019) "Una aguja en un pajar Resultados del sondeo en el sitio El Péndulo (Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo (Santa Cruz))". En: Gómez Otero, J.; Svoboda, A. & Anahí, B. (eds.) *Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas*. Puerto Madryn, CONICET – IDEAUS, pp. 397-407.
- Magnin, L., Miotti, L. & Hermo, D. (2018) "Perspectivas del estudio arqueológico del paisaje en el Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo (Santa Cruz, Argentina)", *Revista del Museo de La Plata*, 3(1), pp.132-147. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/66427>.
- Magnin, L., Rodríguez Ceja, M. & Blanco, R. (2023) "Primeros datos de cronología absoluta para la arqueología del Parque Nacional Bosques Petrificados de Jaramillo (Santa Cruz, Argentina)", *CLARA2 Conference*, 4-8 septiembre del 2023, México, UNAM, pp. 66.
- Marchionni, L., Magnin, L.A., Hermo, D.O. & Mosquera, B.H. (2021) "Tafonomía actualística en el Macizo del Deseado (Santa Cruz). Nuevos datos para la construcción del modelo", *II Taller de Discusión y Actualización. Tafonomía Actualística: Metodología y Aplicaciones Arqueológicas*, Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, pp. 31-32. Disponible en: <http://suquia.ffyh.unc.edu.ar/handle/suquia/18433>.
- Mengoni Goñalons, G.L. (1999) *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. Tesis de Doctorado inédita, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/12016>.
- Munsell Color (Firm) (2010) *Munsell Soil Color Charts: with Genuine Munsell Color Chips. Grand Rapids, MI: Munsell Color*.
- Nicholson, R.A. (1993) "A Morphological Investigation of Burnt Animal Bone and an Evaluation of its Utility in Archaeology", *Journal of Archaeological Science*, 20(4), pp. 411-428. [Consultado el 24 de agosto de 2023]. Disponible en: doi: 10.1006/jasc.1993.1025.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. (2007) "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". *Hydrology and Earth System Sciences* 11(5), pp. 1633-1644. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.5194/hess-11-1633-2007.
- Pérez de Micou, C. (1991) "Fuegos, fogones y señales. Una aproximación etnoarqueológica a las estructuras de combustión en el Chubut medio". *Arqueología* 1, pp. 125-150. Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/6936>.
- Pérez, L., Sanchis, A., Hernández, C.M., Galván, B., Sala, R. & Mallol, C. (2017) "Hearths and bones: An experimental study to explore temporality in archaeological contexts based on taphonomical changes in burnt bones", *Journal of Archaeological Science: Reports* 11, pp. 287-309. [Consultado el 24 de agosto de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/j.jasrep.2016.11.036.
- QGIS Development Team, 2023 QGIS Geographic Information System v.3.2. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org>.
- Shahack-Gross, R., Bar-Yosef, O. & Weiner, S. (1997) "Black-Coloured Bones in Hayonim Cave, Israel: Differentiating Between Burning and Oxide Staining". *Journal of Archaeological Science*, 24(5), pp. 439-446. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1006/jasc.1996.0128.
- Shipman, P., Foster, G. & Schoeninger, M. (1984) "Burnt bones and teeth: an experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage". *Journal of Archaeological Science*, 11(4), pp. 307-325. [Consultado el 31 de agosto de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/0305-4403(84)90013-x.
- Stevenson, M.G. (1985) "The Formation of Artifact Assemblages at Workshop/Habitation Sites: Models from Peace Point in Northern Alberta". *American Antiquity*, 50(1), pp. 63-81. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.2307/280634.
- Stevenson, M.G. (1991) "Beyond the Formation of Hearth-Associated Artifact Assemblages", En Kroll, E.M. & Price, T.D. (eds.) *The Interpretation of Archaeological Spatial Patterning. Interdisciplinary Contributions to Archaeology*, Boston, Springer, pp. 269-299. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2602-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2602-9_10).
- Stiner, M.C., Kuhn, S.L., Weiner, S. & Bar-Yosef, O. (1995) "Differential Burning, Recrystallization, and Fragmentation of Archaeological Bone". *Journal of Archaeological Science*, 22(2), pp. 223-237. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1006/jasc.1995.0024.
- Théry-Parisot, I. (2002) "Fuel Management (Bone and Wood) During the Lower Aurignacian in the Pataud Rock Shelter (Lower Palaeolithic, Les Eyzies de Tayac, Dordogne, France). Contribution of Experimentation". *Journal of Archaeological Science*, 29(12), pp. 1415-1421. [Consultado el 6 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1006/jasc.2001.0781.
- Thompson, T.J.U. (2004) "Recent advances in the study of burned bone and their implications for forensic anthropology". *Forensic Science International*, 146, S203-S205. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1016/j.forsciint.2004.09.063.

Whyte, T.R. (2001) "Distinguishing Remains of Human Cremations from Burned Animal Bones". *Journal of Field Archaeology*, 28(3-4), pp. 437-448. [Consultado el 5 de septiembre de 2023]. Disponible en: doi: 10.1179/jfa.2001.28.3-4.437.

### Notas

<sup>1</sup> Algunos autores (*i.e.* Pérez *et al.*, 2017) consignan también la *Debilidad* en los especímenes, pero es una categoría que no se define a partir de sus cualidades ópticas sino a partir de la evaluación general del espécimen óseo a partir de la percepción de su peso y fragilidad derivada de su manipulación.

<sup>2</sup> Las variaciones norte-sur y este-oeste de la disposición del fogón hacen que estos límites de profundidad sean de más de 5 cm al analizar las distribuciones verticales de sedimentos y materiales.