

## LA GANADERÍA EN ARAGÓN: DATOS ARQUEOZOOLÓGICOS SOBRE UNA HISTORIA DE 7.500 AÑOS

ANIMAL HUSBANDRY IN ARAGÓN:  
ARCHAEozoological DATA ON A 7,500 YEAR HISTORY

Alejandro Sierra Sáinz-Aja

Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere,  
Università di Pisa  
sierrasainzaja@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2903-7846>

Recepción: 29/05/2025. Aceptación: 25/11/2025  
Publicación on-line: 26/11/2025

**RESUMEN:** Este artículo presenta una síntesis actualizada sobre la evolución de la ganadería en Aragón desde el Neolítico hasta la Edad Media, a partir de datos arqueozoológicos y biomoleculares. Se analizan los principales patrones en la explotación de especies domésticas, con especial atención a los cambios en las estrategias de manejo ganadero a lo largo del tiempo y su relación con factores ambientales, culturales y económicos. Asimismo, se revisa el desarrollo desigual de la disciplina arqueozoológica en la región, destacando las carencias cronológicas y metodológicas existentes. Se presta especial atención al potencial de nuevas técnicas como los análisis de isótopos estables, el microdesgaste dental o el estudio de residuos orgánicos, que están comenzando a ofrecer nuevas perspectivas sobre la gestión animal en distintos contextos históricos. Finalmente, se subraya la necesidad de ampliar el registro arqueozoológico y diversificar los enfoques analíticos para construir una narrativa más completa sobre el papel de la ganadería en la historia social y económica de Aragón.

**Palabras clave:** Ganadería; Arqueozoología; Aragón; Isótopos estables; Historia económica.

**ABSTRACT:** This paper presents an updated synthesis of the development of animal husbandry in the region of Aragón from the Neolithic to the Medieval period, based on archaeozoological and biomolecular data. It analyses the main patterns in the exploitation of domestic species, with particular attention to changes in livestock management strategies over time and their relationship with environmental, cultural, and economic factors. The article also reviews the uneven development of archaeozoological research in the region, highlighting existing chronological and methodological gaps. Special attention is given to the potential of emerging techniques—such as stable isotope analysis, dental microwear, and organic residue studies—which are beginning to offer new perspectives on animal management in different historical contexts. Finally, the need to expand the archaeozoological record and diversify analytical approaches is emphasised, in order to build a more comprehensive narrative of the role of animal husbandry in the social and economic history of Aragón.

**Keywords:** Livestock; Archaeozoology; Aragon; Stable isotopes; Economic history.

**Cómo citar este artículo / How to cite this article:** Sierra Sáinz-Aja, A. (2025). La ganadería en Aragón: datos arqueozoológicos sobre una historia de 7500 años. *Salduie*, 25.2: 1-12. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_salduie/sald.2025211910](https://doi.org/10.26754/ojs_salduie/sald.2025211910)

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería sigue siendo un sector clave en la economía aragonesa contemporánea, particularmente en la producción de carne de cordero, cerdo y ternera, así como en productos derivados, como los quesos tradicionales. Contribuye de manera significativa a la economía regional, siendo especialmente crucial en las provincias de Teruel y Huesca, donde el sector agroganadero constituye una de las principales fuentes de empleo y desarrollo rural. Los productos ganaderos aragoneses, tal es el caso del Ternasco de Aragón (cordero joven), cuentan con denominaciones de origen protegidas, reforzando su valor económico y cultural.

La ganadería ha tenido una gran importancia histórica en Aragón desde la Edad Media, jugando un papel fundamental en el desarrollo económico, social y político de la región. En este periodo, la ganadería ovina fue clave en la repoblación cristiana de los territorios conquistados a los musulmanes durante los siglos XI-XIII, siendo un hito fundamental el Privilegio de Veinte de Zaragoza, que permitía a sus vecinos pastar libremente en los comunales de todo Aragón (Lafuente, 2016). Este privilegio atrajo a numerosos ganaderos, convirtiendo a Zaragoza en una de las principales ciudades ganaderas de la Europa medieval. Estos derechos se consolidaron con la fundación de la Casa de Ganaderos de Zaragoza en 1218, institución esencial para la regulación de la gestión ganadera en el reino aragonés.

Sin embargo, la historia ganadera de Aragón se extiende mucho más atrás del periodo medieval. En estos casos, la arqueología y la arqueozoología se convierten en las herramientas fundamentales para reconstruir este pasado. La arqueozoología es la disciplina que estudia las relaciones entre los animales y las sociedades humanas del pasado mediante el análisis de los restos faunísticos recuperados en los yacimientos arqueológicos (Moreno-García, 2013). Esta disciplina permite comprender principalmente las estrategias de manejo animal, las prácticas de subsistencia y los cambios en la gestión ganadera a lo largo del tiempo.

El objetivo de este trabajo es ofrecer un estado de la cuestión sobre la historia de la ganadería en Aragón (España) desde el Neolítico hasta la Edad Media, a partir de los datos arqueozoológicos disponibles. El uso de los límites políticos contemporáneos se entiende únicamente como una herramienta metodológica para rastrear la evolución ganadera más allá del

ámbito del Reino medieval de Aragón, periodo que se encuentra mejor documentado gracias a las fuentes escritas.

No obstante, la investigación arqueozoológica desarrollada en Aragón enfrenta limitaciones estructurales y metodológicas (Sierra & Shveygert, 2020). Una de las principales es la desigualdad en el desarrollo regional y temporal de esta disciplina respecto a otras áreas peninsulares. Aragón ha experimentado un desarrollo más tardío, lo que ha resultado en un menor número de estudios. Aunque en la última década se ha observado un aumento de las investigaciones, persisten importantes lagunas en determinados períodos, especialmente entre la época romana y la Edad Media.

Otra limitación significativa reside en el registro arqueológico: la escasez de restos faunísticos en algunos yacimientos y el reducido tamaño de las muestras dificultan la obtención de resultados estadísticamente representativos. Esta carencia limita la posibilidad que tenemos para reconstruir con precisión las prácticas de manejo ganadero, las estrategias de subsistencia y la identificación de patrones regionales o cronológicos.

En cuanto a los enfoques analíticos, algunos aspectos esenciales -como el estudio de las edades de matanza, la determinación del sexo y el tamaño de los animales- han sido tratados de manera limitada. Estos análisis son fundamentales para comprender las estrategias de producción y los cambios en la gestión ganadera a lo largo de los siglos. Por último, el uso de metodologías complementarias -como los análisis isotópicos o de microdesgaste dental- sigue siendo escaso.

Estos métodos, integrados en los análisis arqueozoológicos, son importantes para obtener información más detallada sobre estacionalidad, movilidad de los animales y prácticas de manejo de rebaños, enriqueciendo la comprensión de la economía ganadera desde la prehistoria hasta nuestra historia más reciente.

En conjunto, estas limitaciones subrayan la necesidad de ampliar y homogeneizar los estudios arqueozoológicos en Aragón, incorporando datos cuantitativos (NISP, distribución espacial y cronológica de yacimientos) y metodologías analíticas avanzadas. Ello permitirá construir una historia económica y social más completa de la región y entender mejor cómo las comunidades humanas interactuaron con su entorno y adaptaron sus prácticas ganaderas a los cambios climáticos, políticos y culturales.



Figura 1. Mapa de los yacimientos incluidos en el estudio.

## 2. HISTORIA DE LA GANADERÍA EN ARAGÓN, DESDE EL NEOLÍTICO HASTA EL FINAL DE LA EDAD MEDIA

El metanálisis de los datos arqueozoológicos publicados hasta la fecha en Aragón ha mostrado los cambios en las cabañas ganaderas desde el Neolítico hasta el final de la Edad Media. En el presente estudio se han considerado todos los conjuntos faunísticos disponibles hasta la fecha, incluyendo tanto los datos publicados como aquellos aún en proceso de publicación por parte del autor (Tabla 1 y Fig. 1).

El metaanálisis se ha centrado en las principales especies productivas desde el Neolítico (oveja/cabra, bovino y cerdo), dejando de lado aquellas especies que se incorporaron más tarde como es el caso del caballo o las gallinas. La cuantificación se ha realizado empleando el NISP (Número de Restos Identificados) de los taxones domésticos como unidad básica de medida. El conjunto total de NISP incluidos es de 44834, divididos en 6 grandes grupos cronológicos:

Neolítico (incluye los de Neolítico Final/Calcolítico), Bronce (incluye los de Calcolítico/Bronce), Hierro (incluye los yacimientos ibéricos y celtibéricos), Romano, Islámico y Cristiano medieval.

Los resultados de este análisis muestran como en el territorio que engloba la actual comunidad autónoma de Aragón, el ganado ovino y caprino fue el dominante desde inicios del Neolítico (Fig. 2). Estas especies se adaptan eficazmente a una variedad de condiciones medioambientales, destacándose su idoneidad para climas áridos, como los característicos del área mediterránea y, en particular, de Aragón. Su versatilidad productiva, especialmente en carne, leche y lana, explica su predominio en los sistemas de producción ganadera. Sin embargo, los estudios existentes hasta la fecha han considerado a ovejas y cabras juntas, ya que son difíciles de separar taxonómicamente por la similitud de sus huesos.

A lo largo del tiempo, la presencia de estas especies ha variado de forma significativa (Fig. 2 y Tabla 2). Desde el Neolítico, el ganado ovino y caprino va

Yacimiento	Periodo	NISP	Referencia
Balsa la Tamariz	Bronce	232	Blasco <i>et al.</i> , 1997
Bilibilis	Romano	4316	Castaños <i>et al.</i> , 2006
Cabezo de la Cruz	Hierro	1778	Pérez-Ripoll & López Gila 2009
Cabezo de la Cruz	Bronce final	48	Pérez-Ripoll & López Gila 2009
Castillo Albarracín	Islámico	13751	Moreno-García, 2004
Castillo Albarracín	Cristiano	5386	Moreno-García, 2004
Chaves	Neolítico antiguo	12699	Castaños 2004; Sierra 2020
Coro Trasito	Neolítico antiguo	3221	Mata-Ferrer <i>et al.</i> , 2025
Coro Trasito	Bronce	1926	Mata-Ferrer <i>et al.</i> , 2025
Drólica	Calcolítico/Bronce	224	Castaños 2006
El Castellar	Hierro	844	Blasco, 1999
El Castillo de Frías	Bronce	910	Harrison <i>et al.</i> , 1998
Forcas II	Neolítico antiguo	371	Blasco & Castaños 2014
Forcas II	Neolítico	29	Blasco & Castaños 2014
Gelsa	Islámico	341	Sierra et al., en revisión
Hoya Quemada	Bronce	763	Picazo <i>et al.</i> , 1997
La Codera	Hierro	985	Sierra en Seguí, 2024
La Cruceta	Cristiano	250	Sierra et al., 2020
La Mora Encantada	Islámico	860	Sierra et al., en revisión
Labitolosa	Romano	471	Magallón & Silières 2013
Las Costeras	Bronce	313	Picazo <i>et al.</i> , 1997
Lomas del Molino	Bronce	35	Aguilera <i>et al.</i> , 2019
Los Castellazos	Hierro I	92	Blasco 1990
Los Castellazos	Ibélico	544	Blasco 1990
Majaladares	Calcolítico/Bronce	1661	Legge, 2007
Moncin	Bronce	4932	Legge, 1994
Olvena	Neolítico avanzado	33	Castaños 1996
Olvena	Bronce Medio	661	Castaños 1996
Olvena	Bronce Final	69	Castaños 1996
Olvena	Campos de Urnas	63	Castaños 1996
Paco Pons	Neolítico antiguo	37	Sierra et al., 2018
Puyascada	Neolítico antiguo	205	Sierra et al., 2023
Rambla	Neolítico antiguo	64	Sierra et al., 2018
Rambla	Neolítico medio	46	Sierra et al., 2018
San Juan de Loarre	Neolítico final/Calcolítico	86	Villalba <i>et al.</i> 2018
Sima del Ruidor	Bronce	400	Castaños 1990
Trocs	Neolítico antiguo	5194	Tejedor-Rodríguez <i>et al.</i> , 2021
Trocs	Neolítico medio	5444	Tejedor-Rodríguez <i>et al.</i> , 2021
Trocs	Neolítico final	4483	Tejedor-Rodríguez <i>et al.</i> , 2021
Valmayor	Neolítico	613	Rojo <i>et al.</i> , 2015
Villaroya del Campo	Hierro I	25	Gutiérrez-González <i>et al.</i> , 2019
Zafranales	Islámico	149	Castaños 1988
Zafranales	Bronce Medio/Final	469	Castaños 1988

Tabla 1: Conjunto de datos incluidos en el análisis

perdiendo importancia hasta época romana. Esta reducción parece estar relacionada con una creciente diversificación de las estrategias ganaderas, en las

que otras especies como el bovino o el porcino fueron cobrando relevancia en función de su complementariedad en otras actividades productivas como la

agricultura. Esta reducción parece estar relacionada con una creciente diversificación de las estrategias de gestión ganadera, en las que otras especies, como el bovino o el porcino, fueron cobrando relevancia en función de su complementariedad con otras actividades productivas, especialmente la agricultura. Este descenso se detiene con el cambio cultural que supuso la llegada del Islam y la islamización de la sociedad que se produjo a partir del siglo VIII d. C. (García-García, 2023). En este momento, el ganado ovino y caprino aumentó en importancia cuantitativa hasta alcanzar aproximadamente un 90 % de los restos, mientras que el consumo de ganado porcino prácticamente desaparece. Con la expansión del sistema feudal a partir de la conquista cristiana, la importancia cuantitativa de estas dos especies se moderó con respecto a otras.

La importancia del ganado vacuno se mantuvo relativamente estable a lo largo del periodo analizado, aunque con algunas variaciones significativas. En primer lugar, se observa un aumento durante la Edad del Bronce y del Hierro, seguido de un descenso progresivo en época romana e islámica, que parece revertirse posteriormente en el periodo cristiano. Esta dinámica puede explicarse por varios factores.

Una primera hipótesis apunta a cambios en los sistemas económicos: es posible que, hacia el final de la Prehistoria, las transformaciones en los modos de producción agrícola y ganadera aumentaran la necesidad del vacuno, una tendencia que se invierte en la Edad Media con la expansión que se produjo de la agricultura.

Otra explicación plausible se relaciona con las condiciones ambientales. A partir del Bronce se ha documentado un proceso de aridificación del paisaje, lo que habría limitado la productividad del ganado

vacuno en entornos más secos y menos aptos para esta especie.

No obstante, la hipótesis más probable es la influencia de los propios sesgos del registro arqueozoológico disponible. La escasez de estudios sistemáticos y la sobrerepresentación de ciertos tipos de yacimientos o regiones dificultan una interpretación completa del sistema económico. Por ello, resulta fundamental ampliar el número de yacimientos estudiados y diversificar sus características para mejorar nuestro conocimiento sobre la evolución de la ganadería vacuna en Aragón.

Por último, el ganado porcino presentó los mayores cambios. En primer lugar, adquirió mucha importancia hacia época romana, sobre pasando el vacuno y prácticamente alcanzando la ganadería de ovejas y cabras. Esta importancia se explica por el papel del cerdo como alimento básico en la dieta romana (Ikeguchi, 2017; De Grossi & Minniti, 2023). Sin embargo, la especie perdió prácticamente toda presencia en el periodo islámico debido a la prohibición alimenticia de esta fe (García-García, 2023). Durante el periodo posterior, la importancia del ganado porcino recuperó su importancia cuantitativa, seguramente debido a la expansión del cristianismo y el final de la regla islámica. Sin embargo, la escasez de estudios y la diversidad de contextos estudiados impide alcanzar mayores conocimientos sobre los cambios en los modos de producción de estas sociedades históricas, lo que limita el estudio de aspectos sociales como la coexistencia de comunidades cristianas, judías y musulmanas en al-Ándalus y los reinos cristianos. La presencia de estas minorías ha podido observarse en otras regiones de la península ibérica a partir de los análisis arqueozoológicos (Valenzuela-Lamas *et al.*, 2014; García-García *et al.*, 2021).

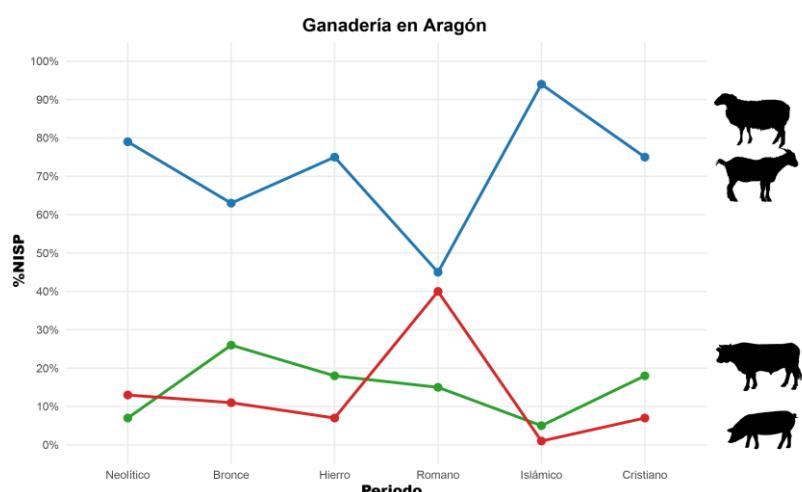


Fig. 2: Evolución de la ganadería en Aragón basada en el total de NISP, conforme a los estudios arqueozoológicos disponibles.

En resumen, podemos decir que para interpretar las prácticas ganaderas en Aragón aún faltan datos y una investigación arqueozoológica más profunda, aún faltan datos cuantitativos y una investigación arqueozoológica más sistemática para interpretar adecuadamente las prácticas de gestión ganadera en Aragón. Por ejemplo, los datos de la edad de matanza de los animales son más escasos que las propias clasificaciones taxonómicas. Además, la total falta de uniformidad en los métodos impide poder compararlos de forma adecuada. Lo mismo sucede con la biometría. Las medidas en muchos casos no aparecen registradas en los estudios o cuando aparecen son muy escasas, eso ha impedido realizar un análisis amplio de cómo evolucionan las presiones selectivas a lo largo del tiempo como se ha realizado para otras regiones de la península ibérica (Davis, 2008; Nieto-Espinet et al., 2021).

Como ya se planteó en anteriores trabajos sobre el estado de la arqueozoología en Aragón (Sierra & Shveygert, 2020), es fundamental expandir los estudios arqueozoológicos, abarcando todas las épocas, con un énfasis especial en períodos históricos que, hasta ahora, han sido mayormente desatendidos por la disciplina. Para ello, es necesario diversificar tanto las temáticas como las problemáticas de estudio, superando el enfoque tradicional centrado en la

subsistencia prehistórica. Áreas como la intensificación de la producción a lo largo de la prehistoria, el origen de las redes de trashumancia actuales, el abastecimiento y consumo urbano en épocas romana y medieval, las variaciones en producción y consumo entre culturas cristianas, musulmanas o judías, y las diferencias de estatus social dentro y entre asentamientos ofrecen un gran potencial para el análisis arqueozoológico y el entendimiento integral del pasado.

Además, es crucial profundizar en el estudio de la explotación de productos animales a través del análisis de datos específicos como la edad de sacrificio, el sexo y el tamaño de las especies. Estos análisis son esenciales no solo para conocer mejor las estrategias de subsistencia en períodos prehistóricos e históricos, sino también para identificar qué productos animales se explotaban predominantemente (carne, leche, lana, tracción, etc.). De este modo, se pueden evidenciar los cambios en los productos explotados y en las dinámicas sociales, proporcionando una comprensión más detallada de cómo la producción ganadera se adaptaba a las demandas y contextos cambiantes de cada sociedad. Asimismo, el desarrollo reciente de técnicas analíticas complementarias -como los estudios isotópicos, de microdesgaste dental o de ADN antiguo- ofrece nuevas vías para profundizar en la comprensión de las estrategias ganaderas.

	Ovis/Capra	Bos taurus	Sus domesticus	Total
Neolítico	11043	1021	1856	13920
Bronce	4911	1984	843	7738
Hierro	2640	630	253	3523
Romano	1659	530	1465	3654
Islámico	10591	584	119	11294
Cristiano	3548	829	328	4705

Tabla 2: NISP para cada una de las fases para las cuatro principales especies productivas

### 3. NUEVOS MÉTODOS PARA EL ESTUDIO DE LA GANADERÍA EN EL PASADO

Además de los enfoques arqueozoológicos tradicionales, en las últimas décadas se han incorporado métodos provenientes de disciplinas como la física, la química, la biología y la genética. Estas técnicas complementarias han ampliado significativamente el alcance del conocimiento sobre el pasado, convirtiéndose en una valiosa fuente de información arqueológica que abarca desde la prehistoria hasta la actualidad.

Para la ganadería, el empleo de análisis específicos ha posibilitado la exploración de aspectos relacionados con la gestión animal que resultaban inaccesibles mediante métodos previos en la disciplina. Un ejemplo paradigmático es la aplicación de análisis de isótopos estables en animales domésticos, que se ha consolidado como una herramienta central en la investigación de la gestión ganadera. Estos análisis permiten abordar aspectos sumamente detallados de la gestión ganadera, como los regímenes alimenticios del ganado. Con esta técnica, es factible examinar desde la provisión estacional de forraje (Makarewicz,

2014) hasta el pastoreo en campos de cultivo (Boogaard *et al.* 2007, 2013) o la utilización de recursos forestales para la alimentación del ganado (Tornero *et al.*, 2020). Además, también permite conocer los regímenes de gestión de ganados como el porcino, pudiendo inferir el grado de control humano (Balasse *et al.* 2016).

Adicionalmente, se logra investigar aspectos de gran relevancia, como la edad de destete en la explotación láctea (Balasse & Tresset, 2002) o la estación de reproducción de los animales domésticos (Balasse *et al.*, 2003). Por último, los análisis de isótopos también posibilitan la inferencia de la movilidad de los rebaños (Knoackaert *et al.*, 2018), lo que facilita la investigación sobre prácticas históricas como la trasterminancia y la trashumancia. En conjunto, estos enfoques permiten reconstruir las estrategias de gestión ganadera empleadas en el pasado y su evolución a lo largo del tiempo. Algunos de estos métodos, especialmente los aplicados sobre el esmalte dental, permiten incluso estudios a escala estacional, reconstruyendo cambios en la gestión ganadera a lo largo del ciclo anual.

La principal aplicación de los isótopos estables ha sido sobre restos humanos, con el objetivo directo de conocer tanto la dieta como la movilidad de los individuos. Esto mismo ha sido observado en Aragón, donde los primeros estudios se centraron en estudiar restos humanos (Mundee 2010). Posteriormente, el principal interés de estos estudios también ha sido la reconstrucción de la dieta y la movilidad humanas (Villalba *et al.*, 2018a, 2018b; Gude et al., 2017; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022). Sin embargo, la propia naturaleza de los estudios de isótopos en humanos ha ido aportando información sobre la dieta y la gestión animal. El protocolo de isótopos estables en humanos indica que deben tomarse muestras de animales domésticos y salvajes como *background* para contextualizar los restos humanos analizados. Es por ello que tenemos un corpus de datos para estudiar la ganadería. Estas muestras, aunque valiosas, suelen ser pequeñas y limitan las interpretaciones, por lo que se requiere desarrollar estudios específicos sobre fauna doméstica con tamaños de muestra adecuados.

Lo que sabemos hoy en día de las prácticas ganaderas en Aragón es todavía escaso y muy desigual desde el punto de vista cronológico debido al distinto desarrollo antes mencionado de la disciplina arqueozoológica en períodos distintos. Por un lado, el Neolítico antiguo es el periodo más ampliamente estudiado (Villalba *et al.*, 2018a; Sierra 2020; Sierra *et al.*, 2021;

Tejedor *et al.*, 2021; Navarrete *et al.*, 2023) debido tanto al impulso de los estudios sobre neolitización a nivel peninsular que se ha producido en los últimos años. De hecho, es el periodo en el que más se ha trabajado la problemática de la ganadería de forma separada de los estudios de dieta humana.

Los estudios sobre períodos posteriores son menores y centrados en los isótopos en humanos tanto en el periodo de la Prehistoria reciente (Villalba *et al.*, 2018b; Viñas *et al.*, 2022) como de la Edad Media (Mundee, 2010; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022). Uno de los aspectos que resalta aquí es la ausencia de estudios de este tipo para el periodo romano. Esta ausencia debería ser corregida.

Aunque la escasa disponibilidad de los estudios limita sus resultados, estos revelan tendencias de interés, especialmente en el bien conocido Neolítico antiguo, donde los yacimientos se concentran principalmente en el ámbito pirenaico. El primer yacimiento estudiado es la Cueva de Chaves, cuyos isótopos evidencian una gestión diversa de animales domésticos (Villalba *et al.*, 2018a; Sierra 2020; Sierra *et al.* 2021). En ovejas y cabras, los estudios sobre colágeno indican escasa variabilidad y valores de  $\delta^{15}\text{N}$  ligeramente enriquecidos, lo que se interpreta como resultado de un pastoreo conjunto en campos cultivados o alimentadas con subproductos agrícolas. Además, análisis de la bioapatita del esmalte dentario en ovejas sugieren el posible uso de forraje en parte del año, y se registran partos "fuera de estación," contrastando con patrones predominantes en otras regiones europeas durante el Neolítico (Balasse *et al.*, 2017). En el caso del ganado porcino, datos isotópicos indican aportación de proteínas en parte de los individuos, apuntando a una gestión intensiva en el sitio. En resumen, estos resultados permiten a los autores proponer un modelo de manejo intensivo mixto a nivel local, donde la oveja es la especie principal y los animales se crían y mantienen cerca del sitio (Sierra 2020).

El segundo yacimiento estudiado es la cueva de Trocs, interpretada como un yacimiento estacional en alta montaña (1564 msnm) con un notable número de ovejas y cabras (Tejedor *et al.*, 2021). Los análisis isotópicos sobre la bioapatita del esmalte dentario revelan que las ovejas practicaban movilidad vertical en el Pirineo Central desde finales del VI milenio cal BC, y el estudio de las pautas de reproducción muestra partos fuera de estación a partir del Neolítico medio. Estos resultados, junto con los datos arqueozoológicos, han llevado a plantear una ocupación estacional vinculada a movilidad ganadera estacional.

El último yacimiento destacado es Coro Trasito (Navarrete *et al.*, 2023), donde, a pesar de su ubicación en alta montaña (1.540 m s.n.m.), se ha documentado la manipulación de cereales en el interior o en las inmediaciones de la cueva (Antolín *et al.*, 2018). Los análisis isotópicos revelan que ovejas y cabras pastaban por separado, y que las ovejas presentan valores elevados de  $\delta^{15}\text{N}$ , lo que podría reflejar el consumo de excedentes agrícolas, el pastoreo en campos abonados o una alimentación controlada en espacios cerrados como establos. Este mismo patrón se observa también en el ganado vacuno. Por su parte, los cerdos muestran una mayor variabilidad isotópica, lo que sugiere un acceso diverso a recursos vegetales e incluso, posiblemente, a productos de origen animal. En conjunto, los resultados indican estancias prolongadas y modelos de gestión complejos en entornos de alta montaña.

En resumen, los datos isotópicos subrayan la complejidad de las prácticas ganaderas en el Neolítico pirenaico. La gestión diversa de los rebaños en entornos de montaña sugiere adaptaciones específicas a cada contexto, mostrando una alta capacidad de adaptación y unos sólidos conocimientos zootécnicos de los primeros pastores neolíticos presentes en el Pirineo.

Los trabajos isotópicos sobre fauna posteriores al Neolítico son escasos y casi siempre secundarios dentro de estudios centrados en restos humanos. El primero de los trabajos es el realizado sobre los restos de San Juan de Loarre (Villalba *et al.*, 2018b), de cronología Neolítico final-Calcolítico. Los autores documentan una gran variabilidad en los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  en ovejas y cabras adultas domésticas. Esto los lleva a plantear distintas explicaciones. Por un lado, la presencia de distintos rebaños de ovejas y las prácticas de trashumancia, que no es posible contrastar con los estudios sobre colágeno. Por otro lado, plantean que el ganado puede provenir de diferentes orígenes, tal vez a través del comercio, o que todos los restos no sean estrictamente contemporáneos.

El otro estudio se basa en el análisis de varios yacimientos de la Muela de Borja, todos ellos de cronología Calcolítico Final-Bronce (Viñas *et al.*, 2022). El estudio destaca la variabilidad en los valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , indicando diversidad en lugares de alimentación y estrategias de gestión. Este fenómeno podría atribuirse al uso de diversos pastos o forrajes para distintos animales, sugiriendo movimientos o intercambios a pequeña escala entre regiones ecológicas con valores isotópicos diferenciados. La existencia de

múltiples rebaños gestionados por pequeñas unidades sociales para consumo doméstico también se plantea como una explicación. En resumen, ambos estudios coinciden en mostrar una complejidad significativa en las dinámicas de pastoreo y gestión ganadera de la Prehistoria reciente.

La falta de información biomolecular para el periodo romano se debe a la escasez de análisis arqueozoológicos, particularmente en algunas de las principales ciudades romanas de la región. Abordar esta carencia es prioritario para comprender las transformaciones económicas y de abastecimiento durante la romanización.

A medida que avanzamos en el tiempo, los estudios isotópicos en la Edad Media siguen siendo escasos, aunque no tan limitados como en el periodo romano. Concretamente, existen dos trabajos isotópicos relevantes, realizados en el marco de dos tesis doctorales (Mundee 2010; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022). El primero de ellos analiza diversos conjuntos arqueológicos de época islámica y cristiana en varias ciudades aragonesas (Huesca, Barbastro, Zaragoza y Albaracín) (Mundee 2010). Aunque se centra en los restos humanos, este estudio incluye también animales, aunque las muestras disponibles son limitadas y carecemos de análisis arqueozoológico complementario. A pesar de ello, los datos muestran algunas tendencias claras. Se observan variaciones significativas en los patrones isotópicos de los animales, lo que indica diferentes prácticas de manejo y fuentes de alimentación. Algunos animales eran alimentados mediante pastoreo en campos o bosques, mientras que otros seguían dietas basadas en forraje, como el mijo. Además, los resultados sugieren que los animales sacrificados en las ciudades podían haber tenido distintas fuentes de alimentación, lo que podría reflejar la existencia de diferentes suministros para cada población, e incluso se plantea la posibilidad de importar ganado desde regiones como el Magreb (Mundee 2010). Por otro lado, en especies como los cerdos y los pollos, los datos isotópicos indican dietas ricas en proteínas, probablemente provenientes del consumo de residuos generados por las propias comunidades humanas dentro de los poblados.

El segundo estudio tiene como objetivo analizar las diferencias sociales entre los grupos de diversas ciudades de los reinos cristianos medievales (Pérez-Ramallo *et al.*, 2022). En el caso del Reino de Aragón, incluye el análisis de la ciudad de Jaca entre los siglos XIII y XV, aunque con una muestra muy reducida ( $n=12$ ). No obstante, las tendencias observadas son

muy similares. El ganado ovino y caprino presenta una gran variedad de valores, lo que se explica por el consumo de diversas fuentes de alimentación (bosques, campos, etc.), mientras que el ganado vacuno y porcino muestran baja variabilidad. Además, el enriquecimiento de los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  en el ganado porcino sugiere el consumo de residuos humanos ricos en proteínas como son los restos orgánicos procedentes de la actividad humana.

En conclusión, la ganadería medieval era diversa, con ganado vacuno y ovino de diferentes orígenes y gestionado según varios modelos, como el uso de forraje, pastoreo en bosques o campos, y prácticas de trashumancia. Por otro lado, parece que el ganado porcino y avícola se criaba dentro de las ciudades, aprovechando residuos domésticos como principal fuente alimenticia. Sin embargo, la escasez de muestras limita las conclusiones sobre las diferencias entre períodos, así como las posibles diferencias sociales dentro de los asentamientos. Además, la falta de estudios arqueozoológicos en zonas rurales restringe aún más los análisis, ya que solo contamos con datos de los asentamientos consumidores, como las ciudades medievales, y no de los asentamientos productores (Crabtree 1990).

En resumen, los escasos estudios isotópicos existentes muestran una gran complejidad en las prácticas ganaderas desde el Neolítico hasta el final de la Edad Media, reflejando la notable adaptabilidad de las sociedades campesinas a lo largo del tiempo. A lo largo de estos períodos, las comunidades ganaderas fueron capaces de adoptar y ajustar diversas estrategias de gestión según las circunstancias sociales, económicas y políticas de cada momento histórico. La capacidad de modificar sus modelos de explotación ganadera en respuesta a cambios climáticos, transformaciones en los sistemas de poder, o alteraciones en las estructuras comerciales y productivas demuestra una gran flexibilidad y resiliencia. Así, las sociedades campesinas no sólo gestionaron el ganado de manera eficiente, sino que también supieron optimizar los recursos disponibles según las demandas de cada época, lo que refleja un conocimiento profundo del entorno y una gran capacidad de adaptación.

Sin embargo, los datos que tenemos para reconstruir el pasado ganadero aragonés son todavía muy escasos, sobre todo a partir del Neolítico antiguo. Es por ello por lo que resulta fundamental seguir realizando estudios de isótopos en diferentes conjuntos faunísticos de distintas cronologías. Además, este tipo de estudios deben tener como objetivo el análisis

de las prácticas ganaderas, debiendo incluir mayor número de muestras para sacar conclusiones más robustas. También deben incluirse análisis específicos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ), oxígeno ( $\delta^{18}\text{O}$ ) y estroncio ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) para caracterizar reproducción, alimentación y movilidad.

Además de los análisis isotópicos, el microdesgaste dental es una técnica útil para estudiar la gestión ganadera. Consiste en observar al microscopio las marcas microscópicas (estrías y depresiones) presentes en el esmalte de la superficie oclusal de los dientes, que se generan durante la masticación. Estas huellas reflejan la dieta consumida en los últimos días o semanas, lo que se conoce como efecto "Última Cena". Este tipo de estudios ha tenido poco desarrollo en Aragón hasta la fecha, existiendo tan solo un estudio publicado para la cueva de Chaves (Sierra, 2020). Se analizaron 5 especies (oveja, vaca, ciervo, corzo y cabra montés) cuyos resultados indican una dieta similar entre todas las especies, con mayor variabilidad en las estrías entre los animales salvajes que en los domésticos, lo que podría reflejar una mayor diversidad de ambientes o recursos naturales en los que se alimentaban. Destaca, sin embargo, que las ovejas jóvenes (6–12 meses) presentan un número de estrías significativamente distinto respecto a las adultas y a la mayoría de las otras especies, lo que sugería un cambio dietético que encontramos asociado a la edad o un manejo diferenciado durante las primeras etapas de vida.

Por último, existen métodos indirectos que permiten reconstruir las estrategias ganaderas del pasado sin recurrir al análisis directo de huesos animales. Uno de ellos es el estudio de residuos orgánicos en cerámicas, aplicado en Aragón a yacimientos neolíticos como Coro Trasito (Tarifa, 2019), Cueva de Chaves y Esplugas de la Puyascada (Tarifa *et al.*, 2024). Los resultados han revelado el uso temprano de leche, grasas animales y productos vegetales en la dieta de las primeras comunidades ganaderas del Pirineo.

Otro enfoque complementario es el análisis de ADN sedimentario en registros lacustres. En Aragón, los datos recientemente publicados del ibón de Tramacastilla (1682 m s.n.m.; Julián-Posada *et al.*, 2025) confirman la presencia continua de ovejas desde hace 6500 años y de vacas desde hace 5900 años en los Pirineos centrales. Estos hallazgos evidencian un establecimiento temprano del pastoreo en alta montaña, subrayando el papel clave de estos espacios en las primeras formas de ganadería.

#### 4. CONCLUSIONES

El estudio de la ganadería en Aragón a través de la arqueozoología y las técnicas bioarqueológicas ha permitido visibilizar una notable diversidad de estrategias ganaderas a lo largo de los últimos 7500 años, reflejo de la capacidad de adaptación de las sociedades humanas a contextos ambientales, económicos y culturales cambiantes. Sin embargo, los datos disponibles siguen siendo fragmentarios, especialmente a partir del Neolítico antiguo y durante períodos históricos clave como el romano y el islámico. En este sentido, es urgente promover investigaciones específicas con muestras faunísticas más amplias y enfoques metodológicos integrados que combinen análisis arqueozoológicos clásicos con técnicas biomoleculares como los isótopos estables, el microdesgaste dental o el ADN sedimentario. Solo así se podrá construir una narrativa más robusta y matizada sobre la evolución de la ganadería en Aragón, su papel en la historia social y económica de la región, y sus conexiones con procesos más amplios de cambio en la península ibérica y el Mediterráneo occidental.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera Aragón, I., Delgado Ceamanos, J., Lorenzo Lizalde, J. I., Picazo Millán, J. V., Rodaños Vicente, J. M., & Sierra Sainz-Aja, A. (2019). La ocupación del llano durante la Edad del Bronce en el centro de la depresión del Ebro: El campo de hoyos de Las Lomas del Molino (Épila, Zaragoza). En *Actas del III Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés* (pp. 115–127).
- Antolín, F., Navarrete, V., Saña, M., Viñuela, A., & Gassiot, E. (2018). Herders in the mountains and farmers in the plains? A comparative evaluation of the archaeobiological record from Neolithic sites in the eastern Iberian Pyrenees and the southern lower lands. *Quaternary International*, 484, 75–93.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.056>
- Balasse, M., & Tresset, A. (2002). Early weaning of Neolithic domestic cattle (Bercy, France) revealed by intra-tooth variation in nitrogen isotope ratios. *Journal of Archaeological Science*, 29(8), 853–859.  
<https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0725>
- Balasse, M., Evin, A., Tornero, C., Radu, V., Fiorillo, D., Popovici, D., ... & Bălășescu, A. (2016). Wild, domestic and feral? Investigating the status of suids in the Romanian Gumelnita (5th mil. cal BC) with biogeochemistry and geometric morphometrics. *Journal of Anthropological Archaeology*, 42, 27–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.02.002>
- Balasse, M., Smith, A. B., Ambrose, S. H., & Leigh, S. R. (2003). Determining sheep birth seasonality by analysis of tooth enamel oxygen isotope ratios: The Late Stone Age site of Kasteelberg (South Africa). *Journal of Archaeological Science*, 30(2), 205–215.  
<https://doi.org/10.1006/jasc.2002.0833>
- Balasse, M., Tresset, A., Bălășescu, A., Blaise, E., Tornero, C., Gandois, H., & Ivanova, M. (2017). Animal Board Invited Review: Sheep birth distribution in past herds: A review for prehistoric Europe (6th to 3rd millennia BC). *Animal*, 11(12), 2229–2236.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731117001045>
- Blasco, M. F. (1990). Estudios de los restos de fauna de los Castellazos de Mediana de Aragón (Zaragoza). *Museo de Zaragoza. Boletín*, 14.
- Blasco, M. F. (1997). Estudio arqueozoológico del yacimiento de la Edad del Bronce de la "Balsa la Tamariz" (Tauste, Zaragoza). *Archaeofauna*, 6, 115–121.
- Blasco, M. F., & Castaños, P. (2014). Estudio arqueozoológico de Forcas II. La Peña de las Forcas (Graus, Huesca). *Monografías Prehistóricas*, 46, 299–305.
- Blasco Sancho, M. F. (1999). Factores condicionantes de la composición de la cabaña ganadera de la II Edad de Hierro en la mitad norte de la Península Ibérica. En *Homenaje a José Luis Argente Oliver. IV Simposio sobre los Celtíberos* (pp. 149–156). Zaragoza.
- Bogaard, A., Fraser, R., Heaton, T. H., Wallace, M., Vaiglova, P., Charles, M., ... & Arbogast, R. M. (2013). Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(31), 12589–12594.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.1305918110>
- Bogaard, A., Heaton, T. H. E., Poulton, P., & Merbach, I. (2007). The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: Archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science*, 34(3), 335–343.  
<https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.04.009>
- Castaños, J., Castaños, P., & Martín-Bueno, M. (2006). Estudio arqueozoológico de la fauna de Bilbilis (Zaragoza). *Salduie*, 6, 29–57.
- Castaños, P. (1988). Estudio de los restos faunísticos del yacimiento de Zafranales. *Annales*, V.
- Castaños, P. (1990). Estudio de los restos faunísticos de la Sima del Ruidor (Aldehuela, Teruel). En J. Picazo, *La Edad del Bronce en el sur del Sistema Ibérico turolense*. Tesis doctoral inédita.
- Castaños, P. (1996). Estudio de la fauna de la cámara inferior de la Cueva del Moro (Olvena, Huesca). *Bolskan*, 139–141.
- Castaños, P. M. (2004). Estudio zooarqueológico de los macromamíferos del Neolítico de la Cueva de Chaves. *Salduie*, 4, 125–171.
- Crabtree, P. J. (1990). Zooarchaeology and complex societies: Some uses of faunal analysis for the study of trade, social status, and ethnicity. *Archaeological Method and Theory*, 2, 155–205.
- Davis, S. (2008). Zooarchaeological evidence for Moslem and Christian improvements of sheep and cattle in Portugal. *Journal of Archaeological Science*, 35(4), 991–1010. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.004>
- De Grossi, J., & Minniti, C. (2023). The impact of trade on animal exploitation in Rome during the Roman period: The evidence from zooarchaeological analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 47, 103725.
- García, M. G. (2023). La dimensión alimentaria de la emergencia de al-Andalus (siglos VIII–X): Perspectivas históricas y zooarqueológicas sobre el proceso de islamización social. *Lucentum*, 42, 261–288.
- García, M. G., Moreno-García, M., Santos, C. F., & Prieto, R. H. (2021). Por sus basuras los reconocerás: La identificación arqueozoológica de una comunidad dímmí

- cristiana en la Qurṭuba tardoandalusí (Cercadilla, siglo XII). *Arqueología y Territorio Medieval*, 27, 5797–5810.
- Gude, I., Ortega, L. A., Zuluaga, M. C., Alonso-Olazabal, A., Murelaga, X., Pina, M., ... & Iacumin, P. (2017). Isotope analyses to explore diet and mobility in a medieval Muslim population at Tauste (NE Spain). *PLOS ONE*, 12(5), e0176572. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176572>
- Gutiérrez-González, F. J., Gil de Muro Eguizábal, V., Lanzas Orensanz, Ó., Valladares Lafuente, C., Aranda-Contamina, P., & Sierra, A. (2020). El yacimiento de "El Castillo" de Villarroya del Campo (Zaragoza). Fases de la primera Edad del Hierro y celtibérica. En *Actas: 14 y 15 noviembre 2019* (pp. 159–172). Colegio Oficial de Doctores y Licenciados de Aragón.
- Harrison, R. J., Rupérez, M. T. A., & López, G. M. (1998). Un poblado de la Edad del Bronce en El Castillo (Frías de Albarracín, Teruel). *British Archaeological Reports*, 708.
- Ikeguchi, M. (2017). Beef in Roman Italy. *Journal of Roman Archaeology*, 30, 7–37.
- Julián-Posada, I., Gil-Romera, G., Garcés-Pastor, S., Heintzman, P. D., Gómez, D., Fillat, F., ... & González-Sampériz, P. (2025). Neolithic pastoralism and plant community interactions at high altitudes of the Pyrenees, southern Europe. *Communications Earth & Environment*, 6, 48. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01123-w>
- Knockaert, J., Balasse, M., Rendu, C., Burens, A., Campmajó, P., Carozza, L., ... & Vigne, J. D. (2018). Mountain adaptation of caprine herding in the eastern Pyrenees during the Bronze Age: A stable oxygen and carbon isotope analysis of teeth. *Quaternary International*, 484, 60–74. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.06.012>
- Lafuente, M. (2016). Pragmatismo y distinción: El estatus privilegiado de la ciudad de Zaragoza en la Baja Edad Media. *Anales de la Universidad de Alicante. Historia Medieval*, 19, 221–240. <https://doi.org/10.14198/medieval.2016.19.09>
- Legge, A. J. (1994). Restos faunísticos y su interpretación. En R. J. Harrison, G. M. López, & A. J. Legge (Eds.), *Moncín: Un poblado de la Edad del Bronce (Borja, Zaragoza)* (pp. 453–482). Zaragoza: Gobierno de Aragón.
- Legge, A. J. (2007). Animals and economy at Majaladares. En R. J. Harrison (Ed.), *Majaladares (Spain): A Bronze Age village of farmers, hunters and herders* (pp. 167–182). Verlag Marie Leidorf GmbH.
- Magallón Botaya, M. A., & Silières, P. (2013). *Labitolosa (La Puebla de Castro, province de Huesca, Espagne). Une cité romaine de l'Hispanie citérieure*. Bordeaux.
- Makarewicz, C. A. (2017). Stable isotopes in pastoralist archaeology as indicators of diet, mobility, and animal husbandry practices. En C. A. Makarewicz & S. J. Greenfield (Eds.), *Isotopic investigations of pastoralism in prehistory* (pp. 141–158). Routledge.
- Mata-Ferrer, S., Sierra, A., Viñerta, Á., Rey-Lanaspa, J., Clemente-Conte, I., Gassiot-Ballbè, E., & Saña-Seguí, M. (2025). Los rebaños domésticos a inicios del Neolítico en ambientes de alta montaña: El caso de Coro Trasito (5.300 y 4.400 cal ANE) (Tella-Sin, Huesca). *Munibe Monographs. Anthropology and Archaeology Series*, 3, 183–189. <https://doi.org/10.21630/mmaas.2025.3.43>
- Moreno, M. (2013). Arqueozoología. En M. García Díez & L. Zapata (Eds.), *Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica: De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos* (pp. 346–366). Universidad del País Vasco.
- Moreno-García, M. (1997). The zooarchaeological evidence for transhumance in medieval Spain. *Medieval Europe Brugge*, 9, 45–54.
- Mundee, M. (2010). Exploring diet and society in medieval Spain: New approaches using stable isotope analysis (Tesis doctoral). Durham University.
- Navarrete, V., Viñerta, A., Clemente-Conte, I., Gassiot, E., Rey Lanaspa, J., & Saña, M. (2023). Early husbandry practices in highland areas during the Neolithic: The case of Coro Trasito cave (Huesca, Spain). *Frontiers in Environmental Archaeology*, 2, 1309907. <https://doi.org/10.3389/fenvarch.2023.1309907>
- Nieto Espinet, A., Huet, T., Trentacoste, A., Guimaraes, S., Orengo, H., & Valenzuela-Lamas, S. (2021). Resilience and livestock adaptations to demographic growth and technological change: A diachronic perspective from the Late Bronze Age to Late Antiquity in NE Iberia. *PLOS ONE*, 16(2), e0246201.
- Pérez-Ramallo, P., Lorenzo-Lizalde, J. I., Staniewska, A., Lopez, B., Alexander, M., Marzo, S., ... & Roberts, P. (2022). Stable isotope analysis and differences in diet and social status in northern Medieval Christian Spain (9th–13th centuries CE). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 41, 103325. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103325>
- Pérez-Ripoll, M., & López Gilla, M. D. (2009). Análisis de los restos faunísticos. En J. V. Picazo Millán & J. M. Rodanés Vicente (Coords.), *Los poblados del Bronce Final y primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)* (pp. 188–218). Zaragoza.
- Picazo Millán, J. V., Yll Aguirre, R., Ros Mora, M. T., de la Torre Ruiz, M. A., Serrano Endolz, L., López García, P., & Blasco Sancho, M. F. (1997). Subsistencia y medio ambiente durante la Edad del Bronce en el sur del Sistema Ibérico turolense. *Teruel. Revista del Instituto de Estudios Turolenses*, 85(2), 9–48.
- Rojo-Guerra, M. Á., Tejedor Rodríguez, C., Jiménez Jiménez, I., Peña Chocarro, L., Royo Guillén, J. I., García-Martínez de Lagrán, I., ... & Gómez Lecumberri, F. (2015). Releyendo el fenómeno de la neolitización en el Bajo Aragón a la luz de la excavación del Cingle de Valmayor XI (Mequinenza, Zaragoza). *Zephyrus*, 75, 41–71.
- Sierra, A. (2020). *Domesticación y primeras prácticas ganaderas en los Pirineos Centrales: Una aproximación desde la arqueozoología y la biogeoquímica* (Tesis doctoral). Universidad de Zaragoza.
- Sierra, A. (2024). Informe del estudio arqueozoológico del conjunto arqueológico de La Codera (Alcolea de Cinca, Huesca). En S. Seguí Barrio, *Yacimiento arqueológico de La Codera: Una aproximación a 25 años de excavación (1997–2022)*. Tesis doctoral inédita.
- Sierra, A., Balasse, M., Rivals, F., Fiorillo, D., Utrilla, P., & Saña, M. (2021). Sheep husbandry in the early Neolithic of the Pyrenees: New data on feeding and reproduction in the cave of Chaves. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 37, 102935. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102935>
- Sierra, A., Domingo, R., Montes, L., Bea, M., & Utrilla, P. (2018). Presas y reses. Cambios de estrategia económica en la media montaña pirenaica e ibérica durante el Holoceno. *KOBIE. Serie Anejo*, 18, 123–136.
- Sierra, A., Laborda, R., Saña Seguí, M., & Montes, L. (2023). Pastos en altura: El Neolítico antiguo de La Espluga de la Puyascada (La Fueva, Huesca). *Treballs d'Arqueologia*, 26, 253–275.
- Sierra, A., Núñez, C., & Ruiz-Ruiz, J. (en revisión). Economía ganadera y procesos de islamización en el mundo rural andalusí: Estudio arqueozoológico de dos alquerías en la Taifa de Zaragoza (siglos XI–XII). *Archaeofauna*.

- Sierra, A., & Shveygert, E. (2020). Prácticas cazadoras y ganaderas en Aragón: Estado de la cuestión y perspectivas de futuro de la arqueozoología en Aragón. *Salduie: Estudios de Prehistoria y Arqueología*, 20, 55–63.
- Tarifa, N. (2019). *Pottery use on the Mediterranean coast of the Iberian Peninsula* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Tarifa-Mateo, N., Laborda, R., Sierra, A., Montes, L., Utrilla, P., Saña, M., ... & Adam, P. (2024). Milk production in pottery: Evidence for various exploited resources used by the first farmers in Central Pyrenees using the morphological, chemical and stable carbon isotopic composition of organic residues from ceramic vessels. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 16(7), 101. <https://doi.org/10.1007/s12520-024-01846-z>
- Tejedor-Rodríguez, C., Moreno-García, M., Tornero, C., Hoffmann, A., García-Martínez de Lagrán, I., Arcusa-Magallón, H., ... & Rojo-Guerra, M. (2021). Investigating Neolithic caprine husbandry in the Central Pyrenees: Insights from a multi-proxy study at Els Trocs cave (Bisaurri, Spain). *PLOS ONE*, 16(1), e0244139.
- Valenzuela-Lamas, S., Valenzuela-Suau, L., Saula, O., Colet, A., Mercadal, O., Subiranas, C., & Nadal, J. (2014). Shechita and Kashrut: Identifying Jewish populations through zooarchaeology and taphonomy. Two examples from Medieval Catalonia (North-Eastern Spain). *Quaternary International*, 330, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.08.043>
- Villalba-Mouco, V., Sauqué, V., Sarasketa-Gartzia, I., Pastor, M. V., le Roux, P. J., Vicente, D., ... & Salazar-García, D. C. (2018). Territorial mobility and subsistence strategies during the Ebro Basin Late Neolithic–Chalcolithic: A multi-isotope approach from San Juan cave (Loarre, Spain). *Quaternary International*, 481, 28–41.
- Villalba-Mouco, V., Utrilla, P., Laborda, R., Lorenzo, J. I., Martínez-Labarga, C., & Salazar-García, D. C. (2018). Reconstruction of human subsistence and husbandry strategies from the Iberian Early Neolithic: A stable isotope approach. *American Journal of Physical Anthropology*, 167(2), 257–271. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23622>
- Viñas-Caron, L. C., Aguilera, I., Jakob, T., Walser III, J. W., Spindler, L., Fontanals-Coll, M., & Alexander, M. (2022). Human and animal subsistence in northern Iberia during the Late Chalcolithic–Bronze Age: Biomolecular insights from Muela de Borja, Ebro Valley. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(6), 105.