

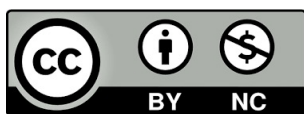
Alejandro Sierra Sainz-Aja

Domesticación y primeras
prácticas ganaderas en los
Pirineos centrales. Una
aproximación desde la
arqueozoología y la biogeoquímica

Director/es

Montes Ramírez, Lourdes
Saña Seguí, María

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS
GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES.
UNA APROXIMACIÓN DESDE LA
ARQUEOZOOLOGÍA Y LA BIOGEOQUÍMICA

Autor

Alejandro Sierra Sainz-Aja

Director/es

Montes Ramírez, Lourdes
Saña Seguí, María

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

2020



Universidad Zaragoza
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Ciencias de la Antigüedad

**DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS
GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES.
UNA APROXIMACIÓN DESDE LA
ARQUEOZOOLOGÍA Y LA BIOGEOQUÍMICA**

Tesis doctoral presentada por
Alejandro SIERRA SAINZ-AJA

Dirigida por
Lourdes MONTES RAMÍREZ y María SAÑA SEGUÍ

Área de Prehistoria
Zaragoza, octubre de 2019

A mis padres, mi hermana y a Bea

Resumen

La domesticación animal y las primeras prácticas ganaderas, junto a la vegetal, han supuesto un cambio socioeconómico fundamental en la historia de las sociedades humanas. Este proceso comenzó en Próximo Oriente a inicios del Holoceno, difundiéndose a lo largo del Mediterráneo hasta la Península Ibérica, donde se documentan las primeras comunidades campesinas en torno al 5600 cal BC. Pero el proceso no sigue las mismas dinámicas en todas las regiones peninsulares. En el valle del Ebro se dan dinámicas particulares, con evidencia clara de la presencia de cazadores recolectores tardíos, que pudieron establecer relaciones sociales con los primeros grupos campesinos. Esta tesis analiza este proceso en la región combinando la arqueozoología y los estudios biogeoquímicos: este enfoque mixto es aplicado por primera vez al estudio de la domesticación en la Península Ibérica.

El objetivo general de este trabajo es avanzar en el conocimiento de la domesticación animal y de las primeras prácticas ganaderas en el contexto del proceso de neolitización tanto en el valle del Ebro como en la Península Ibérica. Dentro de este objetivo, se plantean otros más concretos, como identificar las dinámicas de cambio económico que se produjeron con el proceso de neolitización del valle del Ebro, caracterizar la gestión ganadera llevada a cabo por estas primeras sociedades e intentar inferir un modelo de producción ganadera para las mismas y evaluar la aplicación integrada de diversos métodos de análisis de las prácticas ganaderas.

La tesis se estructura en un total de siete capítulos. Tras el primero, que introduce la problemática histórica y plantea los objetivos, se presenta un capítulo de índole teórica, con una revisión de los conceptos fundamentales y del estado de la cuestión de diferentes aspectos tratados en la tesis: 1) se plantea el concepto de domesticación, haciendo hincapié en la complejidad de la dicotomía salvaje-doméstico; 2) se resumen los modelos agroganaderos reconocidos en el neolítico europeo; 3) se perfilan las sociedades de los últimos cazadores recolectores y de los primeros campesinos del territorio estudiado, buscando similitudes y diferencias; 4) se presenta un estado de la cuestión sobre el proceso de neolitización en la Península Ibérica y en el valle del Ebro, que incide en la poca atención prestada al reconocimiento de las primeras prácticas ganaderas dentro del debate existente.

En el tercer capítulo se presentan el área de estudio y los yacimientos analizados en esta tesis, destacando la unidad geográfica del valle del Ebro y de los Pirineos. En el cuarto se presenta la metodología aplicada en esta tesis. Este capítulo se divide en dos partes: una primera que expone la diversidad de métodos y técnicas disponibles para el estudio de la domesticación animal y de las primeras prácticas ganaderas, haciendo hincapié en las técnicas aplicadas más allá de la arqueozoología; la segunda parte presenta las propuestas metodológicas aplicadas en este estudio.

En el quinto capítulo se presentan los resultados: los obtenidos mediante los estudios arqueozoológicos realizados sobre todos los yacimientos estudiados, y también los derivados de los análisis biogeoquímicos realizados sobre el yacimiento de Chaves, con especial énfasis en los estudios isotópicos sobre colágeno y bioapatita, los estudios proteómicos y los estudios genéticos.

En el sexto capítulo se discuten los resultados presentados en el capítulo anterior poniéndolos en el contexto de las primeras prácticas ganaderas del Neolítico peninsular y europeo. Esta discusión, se realiza por especies, tratando la apropiación, producción y gestión de cada una de las especies. En primer lugar, se debate sobre la gestión del ganado porcino, mostrando una gestión intensiva del mismo. También intensiva parece la gestión de las ovejas y las cabras, con un fuerte control de su alimentación y su reproducción. Por último, el ganado vacuno muestra también un fuerte control deducido a partir de la escasa variabilidad genética que muestra. Se discute y evalúa también la importancia de las prácticas cinegéticas entre las primeras sociedades campesinas tanto en la Península Ibérica como en el valle del Ebro, mostrando en este último una cierta continuidad de las prácticas respecto al periodo anterior. Este caso se ejemplifica con el análisis de los impactos sobre dos poblaciones salvajes, el ciervo y la cabra montés, que muestran una explotación más intensa que las especies domésticas. Por último, se plantean las aportaciones de este trabajo dentro del debate sobre el proceso de neolitización de la Península Ibérica y el valle del Ebro.

Por último, en el séptimo capítulo se recogen las conclusiones planteadas en el capítulo anterior, poniendo en valor las aportaciones de este trabajo dentro del estudio del proceso de neolitización y de la domesticación animal en la Península Ibérica.

Abstract

Animal domestication and the first livestock practices, together with plant domestication, have brought about a fundamental socio-economic change in the history of human societies. This process began in the Near East at the beginning of the Holocene, spreading throughout the Mediterranean to the Iberian Peninsula. In this area, the first peasant communities around 5600 cal BC are documented, but the process does not follow the same dynamics in all regions of the peninsula. Particular dynamics take place in the Ebro valley, being able to evidence the presence of late hunter-gatherers, who could establish social relations with the first peasant groups. This work analyses this process in the region from the combination of archaeozoology and biogeochemical studies. This type of approach is applied for the first time in the study of domestication in the Iberian Peninsula.

The general objective of this work is to advance knowledge of the animal domestication and the first cattle practices in the context of the neolithization process both in the Ebro valley and in the Iberian Peninsula. Within this objective, other more specific ones are posed, such as identifying the dynamics of economic change that occurred with the neolithization process of the Ebro valley; characterizing the livestock management carried out by these first societies; and trying to infer a model of livestock production for them and evaluating the integrated application of different methods of analysis of farming practices.

The thesis is structured in a total of seven chapters. After the first one, in which the historical problems are introduced and the objectives are raised, a chapter of a theoretical nature is presented, where the concepts are suggested and a state of the question of different aspects treated in the thesis is made. In the first place, the concept of domestication is raised, affecting the existing complexity within the wild-domestic dichotomy. Next, the farming models are summarised within the European Neolithic. Besides, they try to define the societies of the last hunter-gatherers and the first peasants that have been worked, trying to show their similarities and their differences. Finally, a state of the question on the neolithization process in the Iberian Peninsula and in the Ebro valley is presented, making incidence in the little attention paid to the first cattle practices within the existing debate.

The third chapter presents the area of study and the sites analysed in this thesis, affecting the geographical unit of the Ebro valley and the Pyrenees. The fourth chapter presents the methodology applied in this thesis. This section is divided into two parts. The first part

presents the existing methodologies for the study of animal domestication and the first livestock practices, emphasising the techniques applied beyond archaeozoology. The second part tries to present the methodological proposal applied in the study.

The results are presented in the fifth chapter. Firstly, the archaeozoological studies carried out on the different sites analysed are presented. Secondly, all the biogeochemical analyses carried out on the Chaves' site are presented, having an impact on the isotopic studies on collagen and bioapatite, the proteomic studies and the genetic studies.

In the sixth chapter, the results presented in the previous chapter are discussed, putting them in the context of the first livestock practices of the Peninsular and European Neolithic. This discussion is carried out by species, trying talk about the appropriation, production and management of each one of the species. First of all, the management of pig farming is discussed, showing an intensive management of the same one. Furthermore, the management of sheep and goats seems intensive, with a strong mastery of their feeding and reproduction. Finally, cattle show a strong control from the low genetic variability it shows. Next, the importance of hunting practices is discussed and evaluated among the first peasant societies, both in the Iberian Peninsula and in the Ebro Valley, showing in this latter a certain continuity of practices regarding the previous period. This case is exemplified with the analysis of the impacts on two wild populations, the red deer and the Iberian ibex, which show a more intense exploitation than the domestic species. Finally, the contributions of this work are placed within the debate on the process of neolithization of the Iberian Peninsula and the Ebro valley.

Finally, the seventh chapter contains the conclusions set out in the previous chapter, highlighting the contributions of this work within the study of the neolithization process and animal domestication in the Iberian Peninsula.

La presente tesis doctoral se ha desarrollado en el marco de los siguientes proyectos de investigación:

- HAR2014-59042-P: Transiciones climáticas y adaptaciones sociales en la prehistoria en la cuenca del Ebro. IP: Pilar Utrilla Miranda (UZ). Beca FPI de 4 años 11/2015-11/2019.
- HAR2014-60081-R: Producción animal y cerámica en el neolítico peninsular. Estudio biogeoquímico integrado del consumo y las prácticas culinarias. IP: Dra. Maria Saña (UAB).
- HAR2017-88304-P: Arqueobioquímica de la alimentación durante el Neolítico Peninsular: Nuevos marcadores y referenciales para el estudio de las pautas de reproducción y consumo en Arqueología. IP: María Saña (UAB). Ministerio de economía, Cultura y Competitividad. Del 01/02/2018 al 31/12/2020.
- HAR2017-85023-P: Gaps and Sites. Vacíos y ocupaciones en la Prehistoria de la Cuenca del Ebro. IP: Carlos Mazo (UZ).

Y en el marco de los grupos de investigación:

- Primeros Pobladores del valle del Ebro
- Laboratori d'Arqueozoològia



Agradecimientos

Esta tesis ha sido posible no solo con mi esfuerzo personal, sino con el de muchas personas que me rodean y que me han ayudado a llevarla a cabo.

En primer lugar, quiero agradecer a mis directoras, Lourdes Montes y María Saña, el apoyo y la formación dada durante estos años, sobre todo en los meses finales de redacción y prisas por depositar la tesis. Sin su ayuda y su apoyo no habría sido posible. Además, me gustaría agradecer a Pilar Utrilla, como investigadora principal del proyecto por el que he estado contratado y he podido desarrollar este trabajo. Además, quiero agradecer también a los profesores del área de Prehistoria del Departamento. Y como no, a Teresa Artigas, por su apoyo, su ayuda incondicional y sus conversaciones.

También quiero agradecer al Museo de Huesca el trato que me ha dado en estos años de asistencia continua al mismo. Además, me gustaría agradecer a todos los investigadores que me han recibido en sus centros de investigación y me han ayudado a formarme: Stéphanie Bréhard, Marie Balasse y Florent Rivals.

Además, quiero agradecer a mis compañeros del área de Prehistoria: Rafa Laborda, Paloma Aranda, Paloma Lanau, Marta Alcolea, Vanessa Villalba y Luis Jiménez. Por supuesto, a mis compañeros doctorandos del Departamento de Ciencias de la Antigüedad, que también han convivido conmigo estos cuatro años.

También quiero dar las gracias a los compañeros del Laboratori d'Arqueozoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona: Vanessa, Albert, Robert, Alba, Arnau, Amaia, Judith, Joan, Guillem, Violeta, Lourdes, Kaveh, Christian, Carlos, Elo y especialmente a Sheila, que me acogió en su casa siempre que lo necesite, y a Roger, que también me acogió y que ha sido mi compañero de penas en los últimos meses de redacción. Por supuesto, a María como directora del laboratorio por recibirme siempre.

Además, quiero agradecer a mis colegas de Santander, David, Asier, Borja, Patricia y Aitor, que fueron un apoyo fundamental en mis inicios en la investigación y lo han seguido siendo después.

También quiero agradecer a mis compañeros y amigos de la carrera de Historia, que han siempre han estado ahí, siendo parte fundamental. Gracias por aguantar mis turras. Especialmente, quiero dar las gracias a Lorenzo y a Gabriela, por haber sido compañeros fundamentales en la última fase de la tesis.

Además, quiero agradecer a la Peña *Las Rapetas* por ser parte fundamental de mi vida más allá de la tesis y por su apoyo cuando ha sido necesario. También quiero agradecerles

a mis compañeras de piso Marta y Estela, por el apoyo en los últimos meses y por la magnífica portada de esta tesis.

Además, quiero agradecer a mi familia, por ser parte fundamental de lo que soy. A mis padres, mi hermana, mis abuelas y a mis abuelos, a los que he perdido en estos años de tesis, pero a los que siempre tendré en el recuerdo. Además, a mi prima Noelia por ayudarme con el inglés.

Por último, quiero agradecerle todo a la persona más importante en mi vida, a la que me ha aguantado estos cuatro años y, sobre todo, estos últimos meses. Ella ha sido parte fundamental de que esta tesis se haya realizado. Gracias por ser inspiración, Bea.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. NEOLITIZACIÓN Y DOMESTICACIÓN ANIMAL. ESTADO DE LA CUESTIÓN	7
2.1 Conceptos básicos para el estudio del Neolítico y la domesticación animal	7
2.1.1 La domesticación animal	8
2.1.2 Historiografía de la domesticación animal en la Península Ibérica	14
2.1.3 Modelos agroganaderos reconocidos en el Neolítico europeo	15
2.1.4 Sociedades de cazadores-recolectores frente a sociedades de agricultores y ganaderos	17
2.2 Modelos explicativos de la neolitización de la Península Ibérica	19
2.2.1 Síntesis de datos peninsulares sobre domesticación animal	25
2.3 El proceso de neolitización en el Valle del Ebro	28
- Modelos explicativos	28
- Dinámica del cambio	32
3. ZONA DE ESTUDIO Y YACIMIENTOS	45
3.1 La cuenca del Ebro y las Sierras exteriores pirenaicas. Características físicas y ambientales	45
3.2 Yacimientos estudiados	48
4. MÉTODOS	71
4.1 Presupuestos metodológicos de partida	71
4.1.2. Adquisición (caza y ganadería)	71
4.1.3 Producción ganadera	75
4.1.4 Gestión ganadera: alimentación, reproducción y movilidad	78
- Análisis de isótopos estables aplicados al estudio de la gestión animal	78
- Tejidos y procesos de fijación de los isótopos estables	82
- Análisis de microdesgaste dental aplicados al estudio de la gestión animal	86
4.2 Propuesta metodológica desarrollada	90
4.2.1 Caza y ganadería	90
4.2.2 Producción ganadera	96
4.2.3 Gestión ganadera	97
- Análisis de isótopos estables: alimentación y reproducción	97
- Microdesgaste dental: alimentación	98
5. RESULTADOS	101
5.1 Composición de los conjuntos: las especies explotadas según el arqueozoología tradicional.	101
5.1.1 Resultados de los yacimientos del Arba de Biel	101
- Cambios o continuidades socioeconómicas en el valle del río Arba de Biel	127
5.1.2 Resultados del nivel 1b (Neolítico cardial) de Chaves	136
- Procesado de la fauna del nivel 1b (Neolítico cardial) de Chaves	173
5.1.3 Resultados de la Espluga de la Puyascada	177
- La gestión de la fauna doméstica y salvaje en Puyascada	188
5.2 Productos explotados	192
5.3 Paleoproteómica: resultados de ZooMS	193
5.4 Alimentación animal: resultados de isótopos en colágeno	197
5.5 Reproducción y alimentación animal: análisis de isótopos en la bioapatita	220
5.5.1 Estacionalidad de la reproducción de las ovejas	221
5.5.2 Modelización de la reproducción de las ovejas	225
5.5.3 Alimentación de las ovejas	228
5.6 Alimentación a partir del microdesgaste dentario	233
5.7 Presiones selectivas y mutaciones: análisis genético de los bóvidos del Pirineo	237
6. DISCUSION	241
6.1 Domesticación y ganadería inicial del ganado porcino	241
6.1.1 Cría y explotación cárnica de los suidos	241
6.1.2 Variabilidad física de las poblaciones de suidos explotadas	243
6.1.3 Gestión del ganado porcino: alimentación	248
6.1.4 Domesticación y ganadería inicial del ganado porcino en los Pirineos	259

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

6.2	Adopción de la oveja: modalidades e implicaciones sociales y económicas	260
6.2.1	Estrategias de explotación y producción del ganado ovino	260
6.2.2	Estacionalidad en la reproducción del ganado ovino	268
6.2.3	Alimentación de las ovejas en Chaves	272
	- Isótopos en colágeno	273
	- Isótopos en bioapatita del esmalte dental	274
	- Microdesgaste dental	274
	- Alimentación del ganado ovino	276
6.3	Domesticación y ganadería inicial del ganado vacuno	278
6.3.1	Explotación del ganado vacuno	278
6.3.2	Gestión del ganado vacuno: alimentación	278
6.3.3	Impactos genéticos: el ejemplo de los bóvidos	280
6.4	La caza en las primeras comunidades neolíticas	282
6.4.1	Impactos en las poblaciones salvajes: los ejemplos de la cabra y el ciervo	290
6.5	Domesticación y adopción de especies domesticas en el valle del Ebro	297
7.	CONCLUSIONES	301
	BIBLIOGRAFÍA	302
	ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

La presente tesis doctoral se centra en el estudio de la domesticación animal y de las primeras prácticas ganaderas en el Pirineo central durante el Neolítico antiguo. Para ello, se han integrado junto a los métodos básicos de la arqueozoología toda una serie de procedimientos analíticos nuevos, basados en la biogeoquímica y microestructura ósea, con el objetivo de ampliar el margen de resolución de los datos y obtener una representación más amplia y exhaustiva de los aspectos vinculados a la domesticación y ganadería inicial que, permita generar nuevos conocimientos acerca de la *Revolución neolítica*.

El trabajo se integra dentro del conjunto de estudios interdisciplinares que se vienen desarrollando sobre los periodos Mesolítico y Neolítico en esta área geográfica, que abarca el tramo central de los Pirineos. A los análisis más tradicionales basados en la investigación del fenómeno de la neolitización en términos generales, se han añadido en los dos últimos años enfoques especializados y novedosos, que han tratado el cambio de las sociedades cazadora y recolectoras a las campesinas desde perspectivas diversas. Estos trabajos han constituido el objeto de las tesis doctorales de varios compañeros y compañeras: la antracología (M. Alcolea, 2017), las materias primas líticas (L.M. García-Simón, 2018), la cerámica y el radiocarbono (R. Laborda, 2018), la pintura esquemática (P. Lanau, 2019) o la dieta humana y la genética (V. Villalba-Mouco, 2019). Estos nuevos estudios han aportado información fundamental para avanzar en el conocimiento del proceso de neolitización en el valle del Ebro.

Siguiendo esta dinámica de investigación, esta tesis ha puesto el foco en el estudio arqueozoológico de los conjuntos de restos de fauna recuperados en distintos asentamientos representativos de las últimas sociedades cazadores-recolectoras y primeras sociedades campesinas, para caracterizar las dinámicas de cambio que se dieron en el valle del Ebro con la adopción de las prácticas ganaderas durante el Neolítico antiguo. En los estudios sobre los orígenes y desarrollo del Neolítico son frecuentes las aproximaciones y debates centrados en unos pocos elementos del registro arqueológico, en la cronología de estos elementos y su origen geográfico, y en la identificación de la presencia de especies (animales y/o vegetales) domésticas. La mera presencia de estas últimas es concebida en varias ocasiones como marcador absoluto de neolitización o

cambio hacia una economía campesina, sin atender a las prácticas de gestión agrícola y ganadera de base que su presencia potencialmente implica.

Con el objetivo de poner de relieve estas nuevas estrategias de gestión de los recursos, se han integrado a los análisis arqueozoológicos técnicas bioquímicas y biomoleculares tales como análisis de isótopos en colágeno y en bioapatita, análisis proteómicos, de microdesgaste dental e incluso genéticos, buscando obtener el máximo de información sobre las formas de adquisición de los recursos animales, sobre la producción ganadera y sobre la gestión de los rebaños (alimentación, reproducción y movilidad) llevada a cabo por parte de las primeras sociedades campesinas. Todas estas técnicas han sido aplicadas ya anteriormente sobre conjuntos faunísticos del Neolítico peninsular, por supuesto, pero esta es la primera vez –y aquí reside el carácter más novedoso del estudio- que se aplican de forma integrada y conjunta sobre un mismo territorio, respondiendo así al **objetivo principal de la tesis**: avanzar en el conocimiento sobre la domesticación animal y las primeras prácticas ganaderas en el contexto del proceso de neolitización en la vertiente ibérica de los Pirineos centrales (y en la medida de lo posible, del valle del Ebro y, por qué no, de la Península Ibérica).

En el marco de este ambicioso objetivo general, se han planteado otra serie de **objetivos específicos** más concretos:

- En primer lugar, el trabajo trata de caracterizar y explicar las dinámicas de cambio económico que se produjeron con la difusión de la agricultura y la ganadería en el valle del Ebro.
- En segundo lugar, pretende caracterizar la gestión ganadera llevada a cabo por estas primeras sociedades campesinas, evaluando su grado de conocimiento de las posibilidades productivas y reproductivas de las poblaciones domésticas que gestionaron, en qué medida los adaptaron a sus necesidades y el impacto que esta gestión tuvo en la alimentación y reproducción de las poblaciones animales.
- En tercer lugar, y derivado del anterior, busca inferir y proponer por primera vez un modelo de producción agroganadera para estas primeras sociedades campesinas. (e integrarlo de manera crítica y a modo de discusión en los modelos existentes actualmente sobre los orígenes del neolítico en la península ibérica)
- Evaluar el impacto que la adopción de la ganadería tuvo sobre una de las principales estrategias económicas practicadas por parte de las últimas sociedades

cazadora y recolectoras: la actividad cinegética (y a partir de aquí las continuidades y rupturas en las estrategias económicas y de consumo de recursos animales)

- Por último, y desde una perspectiva puramente metodológica, esta tesis pretende evaluar las posibilidades de la aplicación integrada de diversos métodos y técnicas basados en la biogeoquímica, paleomoléculas y microestructura ósea para el análisis y conocimiento de las primeras prácticas ganaderas

En base a estos objetivos, la tesis está estructurada en un total de siete capítulos, que encabeza esta Introducción, con la presentación de los objetivos de trabajo.

En el segundo capítulo se presenta un estado de la cuestión sobre el proceso de neolitización y la domesticación animal, con especial incidencia en la Península Ibérica y en el valle del Ebro, y en la estructura social de las sociedades implicadas en el cambio.

En el tercer capítulo se presentan y describen el área y los yacimientos estudiados de forma sintética, por ser todos conocidos a través de numerosas publicaciones.

En el cuarto capítulo se desarrollan los presupuestos metodológicos disponibles y los aplicados en este trabajo, orientados a la investigación los tres aspectos comentados: adquisición de recursos animales, producción y gestión ganadera.

El quinto capítulo recoge la presentación de los resultados obtenidos con la aplicación de las diferentes aproximaciones analíticas: composición y caracterización de los conjuntos de restos de fauna, y síntesis de los procesos de trabajo implicados en su procesado y preparado para el consumo alimentario; los productos de origen animal explotados; y los regímenes de alimentación y de reproducción de los rebaños domésticos y resultados de los estudios de variabilidad genética.

El sexto recoge la discusión de los resultados obtenidos con estos procedimientos analíticos en el marco del contexto de la neolitización y de la domesticación animal en el valle del Ebro y la Península Ibérica, integrando los debates sobre cada una de las principales especies domésticas, cerdos, ovejas (y en menor medida cabras) y vacas, además de revisar la continuidad en las prácticas de caza durante el Mesolítico y el Neolítico

Por último, el séptimo capítulo recoge las conclusiones de este trabajo, que concluye con el preceptivo apartado bibliográfico de obras consultadas y citadas en el texto.

2. NEOLITIZACIÓN Y DOMESTICACIÓN ANIMAL: ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 Conceptos básicos para el estudio del Neolítico y la domesticación animal

La neolitización se ha conceptualizado mayoritariamente como un proceso de cambio tecnológico, con innovaciones en la industria lítica y la cerámica, y de los modos de subsistencia, con la adopción de la agricultura y la ganadería (Vicent 1998; Jover y García-Atienzar 2015). Pero el Neolítico va más allá de esos cambios que pueden ser identificados directamente en el registro arqueológico: supone también cambios en las formas de organización social, puesto que la economía agropecuaria exige la instauración de nuevas formas de trabajo y relaciones de producción. Algunos de los nuevos procesos productivos requerirán, frente a la caza y recolección, una mayor inversión de trabajo (Sahlins 1983; Barnard 2007; Russell 2012) y una planificación a medio o a más largo plazo, puesto que el rendimiento puede ser diferido (Vicent 1998). El cambio en la manera de producir y de organizarse las formaciones sociales, tienen sus correlatos en la esfera ideológica. Las nuevas formas de relación con el medio comportaran a la larga una nueva conceptualización de los recursos naturales, otorgando a los animales un mayor valor social en estado vivo, explotando al animal como medio de producción con el objetivo de apropiarse de su descendencia (Saña 1999). En las sociedades cazadoras-recolectoras, en cambio, el animal adquiere su valor una vez muerto. En las sociedades agropecuarias son valiosos el animal vivo y su descendencia, que pasan a convertirse en un medio de producción.

Las sociedades agropecuarias se caracterizan también, por la mayor necesidad de almacenamiento y preservación de los recursos a más largo plazo. La posibilidad de acumulación de estos recursos por parte de unidades sociales concretas rompe con la reciprocidad generalizada de las sociedades de cazadores-recolectores, convirtiéndose en un vehículo para la diferenciación social (Lumbreras 1981 en Saña 1999; Vicent 1998). Con la domesticación animal, se limita el acceso a los medios de subsistencia, siendo ahora posible el acceso particular y no únicamente el colectivo (Ingold 1984), propiciando esta posibilidad cambios en las formas de propiedad (Meadow 1989).

Los apartados siguientes recogen las bases conceptuales sobre las que se articula este trabajo a la hora de analizar las formas de vida de las sociedades prehistóricas: 1) la

definición y las principales ideas entorno a la domesticación animal, 2) los modelos teóricos existentes sobre la adopción y el desarrollo de la agricultura y la ganadería en el continente europeo y 3) las características sociales, económicas e ideológicas de las sociedades de cazadores-recolectores y campesinas.

2.1.1 La domesticación animal

La domesticación de plantas y animales es uno de los componentes más importante del proceso de neolitización. El paso de la apropiación de los recursos naturales a la reproducción controlada de los mismos es uno de los más importantes de la Historia por las consecuencias que conllevó: mayor seguridad alimenticia, crecimiento demográfico, cambio social y aumento de las diferencias sociales, etc. Centrándonos exclusivamente en los animales, la domesticación es difícil de definir, ya que implica variables biológicas y sociales (Meadow 1989), provocando cambios en estas dos direcciones:

- cambios en las relaciones con el medio (y animales en particular) y en las relaciones económicas y sociales en el seno de las mismas formaciones sociales
- cambios en la conducta y biología de las especies animales implicadas en la domesticación (Meadow 1989, 81).

La domesticación se ha definido desde diferentes perspectivas que van desde la biológica, que da un mayor papel al animal en el proceso hasta el punto de plantear la domesticación como una simbiosis, hasta la social, que un mayor papel a las relaciones sociedad-medio y a las relaciones sociales de producción. La perspectiva **biológica** fue defendida por primera vez por Zeuner (1963), que consideraba que la domesticación animal era un ejemplo de relaciones mutualistas entre especies, por lo que no existe intencionalidad humana en la domesticación. Siguiendo estos planteamientos, O'Connor (1997, 153)¹ también niega la intencionalidad humana, definiendo la domesticación “it as a form of behavioural co-evolution, by which mutualistic and commensal relationships developed between people and other species, either because the interaction was to the benefit of both species, or because it was beneficial to one and neutral (or at least not strongly detrimental) to the other”. Este autor se plantea que factores pudieron atraer a los animales para establecer este tipo de relación con los grupos humanos, para lo que ofrece la

¹ Traducción: “como una forma de coevolución conductual, en la que se desarrollan relaciones mutualistas y comensales entre los humanos y otras especies, ya sea porque la interacción beneficia a ambas especies o porque es beneficiosa para una y neutra (o, al menos, no muy perjudicial) para la otra”

siguiente explicación: la sedentarización de las sociedades pudo atraer a diferentes especies a los asentamientos humanos en busca de obtener beneficios del grupo humano. Es lo que se denominaría una relación mutualista o comensal, en la que animales habrían entrado en contacto con los humanos, obteniendo ambos beneficios. Este sería el caso de algunas especies de carnívoros como el perro (Morey 1994) o el gato (Hu et al. 2014), que se vieron atraídos por la presencia de desechos o de otros animales, pero también de animales como la oveja, que obtendrían beneficios como protección, alimento o eficiencia reproductiva (O'Connor 1997). Price (1984, 2002) plantea que es la población animal la que se adapta a la sociedad y al ambiente cautivo, siendo esta cautividad la que acelera los cambios fenotípicos.

Por otro lado, encontramos las definiciones que enfatizan el control humano sobre la reproducción animal como el motor de domesticación. Estas definiciones han sido planteadas por investigadores del campo de la paleontología, como fueron los primeros arqueozoólogos europeos (Russell 2002). El primero de estos autores fue Bökönyi (1969, 219), que entendía la domesticación animal como "la captura y doma por el hombre de animales de una especie con características de comportamiento particulares, su alejamiento de su área natural de vida y de su comunidad reproductora, y su mantenimiento en condiciones de reproducción controlada con fines de lucro". Para este autor, el animal jugó un papel pasivo en el proceso, cuyo comportamiento fue modificado mediante el control del movimiento y, sobre todo, de la reproducción, que llevaría a la diferenciarla de la población salvaje, ocasionando cambios morfológicos y de comportamiento. Una definición más reciente (Clutton-Brock 1994), consideraba clave, también, el beneficio humano: un animal doméstico es un artefacto cultural de la sociedad humana, que altera su comportamiento, por lo que el cambio en el comportamiento de los animales domésticos fue más importante que el cambio genético. Los animales domésticos se habrían adaptado a la cultura de sus propietarios humanos, hasta acabar rompiendo lazos con sus progenitores salvajes.

En las últimas décadas se ha planteado otra definición (Zeder 2012): tanto los humanos como los animales obtuvieron beneficios de la dependencia mutua. Los animales mejoraron su capacidad reproductiva y los seres humanos obtuvieron una base de recursos predecible y segura. Este sería un tipo de mutualismo, pero no exclusivamente biológico, ya que las relaciones entre humanos y animales están impulsadas "by the human ability to spontaneously invent new behaviors that maximize the return of a desired plant or

animal resource” y de transmitirlo a sus generaciones (Zeder 2012, 228). Lo que diferencia esta definición de las estrictamente simbióticas es que Zeder considera que la capacidad humana para el aprendizaje social coloca a los seres humanos en un papel dominante en un mutualismo cada vez más asimétrico que se mueve a un ritmo muy acelerado y tiene un impacto mucho más amplio que cualquier otra relación de este tipo en la naturaleza. Para Zeder, la domesticación siguió diferentes ejes que operaron simultáneamente durante el proceso y que son diferentes para cada especie. Por esta razón, la autora distingue tres vías (*pathways*) para la domesticación: 1. *Commensal pathway*, la seguida por aquellas especies que establecen una relación comensal con los grupos humanos, acercándose a sus asentamientos en busca de alimentos (perros, gatos, ¿cerdos?). 2. *Prey pathway*, que afecta a las especies que fueron presa de los grupos humanos (ovejas, cabras, vacas, ¿cerdos?). 3. *Direct pathways*, en el caso de las especies que poseen algún recurso deseable por los grupos humanos, usando sus conocimientos previos de las especies ya domesticadas (caballos, dromedarios, etc.). La gran aportación de Zeder es sustituir el concepto domesticación por el de gestión (*management*).

Para Vigne (2011), la domesticación es el proceso por el que los humanos se apropian y controlan la reproducción de una población animal para obtener beneficio social o simbólico. Poco después, Vigne (2015) incorpora el concepto de antroposistema, formado por uno o varios ecosistemas naturales o artificiales, una o varias sociedades humanas y las interacciones entre los componentes culturales y naturales. Este marco conceptual permite al autor valorar por igual los conceptos de domesticación de la antropología social y de la biología evolutiva.

Frente a estas definiciones se sitúan las **definiciones sociales**, que se centran en los cambios en las relaciones entre los humanos y los animales, y dentro de los propios grupos humanos (Russell 2002). Las definiciones que consideran la domesticación como una relación de propiedad y dominación son las más destacadas entre las sociales. Ducos (1989) responder a la definición de Bökönyi (1969) considerando que la domesticación no es un estado natural, sino que se da porque los humanos lo desean. Para Ducos (1978, 54) "se puede decir que existe la domesticación cuando los animales vivos son integrados como objetos en la organización socioeconómica del grupo humano, en el sentido de que, mientras viven, esos animales son objetos de propiedad, herencia, intercambio, comercio, etc.". Para este autor, no se puede hablar de domesticación hasta que los animales no están socialmente integrados y muestran cambios morfológicos. En la misma línea, para

Meadow (1989) la clave está en el cambio por el que los animales pasan de ser recurso compartido a ser propiedad, pasando el interés por el animal muerto al interés por el animal vivo y su descendencia (Ingold 1980; Meadow 1989).

Digard (1988; 1990), desde una perspectiva estructuralista, también considera que la posesión es la clave de la domesticación. El autor defiende una definición de domesticación entendida en sentido amplio, que implica un conjunto de relaciones sincrónicas entre la producción y el uso de los animales; y que afecta a la organización de las sociedades y a los sistemas de representación, cuya comprensión requiere el estudio del fenómeno en su conjunto, aunque puedan existir distintas rutas para la domesticación.

Otro enfoque interesante es el de Ingold (1984, 4), que considera que el proceso de domesticación es la incorporación social o apropiación de las sucesivas generaciones de animales. Frente a los domésticos, los animales salvajes no tienen sitio en la estructura de relaciones sociales de la comunidad humana. Se da un cambio de relación entre los humanos y los animales. Los animales salvajes tienen una relación de confianza con los humanos, son vistos como parte de un mismo mundo hasta el punto de dar su vida por los seres humanos, pero conservan el control total de su propio destino (Ingold 1984). Frente a ello, los humanos ejercen una relación de dominación sobre los animales domésticos, pudiendo decidir sobre su vida o su muerte, sobre su bienestar, su protección, etc. (Ingold 2000). Con la domesticación se da un cambio de acceso a los recursos, que pasan de ser de acceso colectivo, en el caso de los animales cazados, a un recurso dividido al que solo una parte de la población tiene acceso (Ingold 1984), permitiendo la acumulación material debido al control ejercido sobre la reproducción de estos recursos.

Saña (Saña 1999; 2005), en la misma línea que Ingold, entiende la domesticación animal como una forma de apropiación social de los recursos diferentes a la de los cazadores-recolectores. En el marco de las relaciones sociales de producción, este cambio en el modo de apropiación implica el desarrollo de formas sociales que legitimen este uso diferente de los recursos naturales. El animal pasa a convertirse producto artificial, lo que hará necesario unos nuevos procesos y medios de trabajo para su obtención.

Frente a ambos tipos de definiciones encontramos a los que niegan la dicotomía salvaje/doméstico (Higgs y Jarman 1972; Jarman 1972, 1977; Jarman y Wilkinson 1972). Lo que se denomina domesticación no es más que un concepto biológico referido a los cambios morfológicos del animal. Estos autores consideran que no ha habido una

discontinuidad en la evolución de las relaciones entre el grupo humano y el animal, tan solo un aumento de la intensidad, pero sin cambiar la naturaleza. Hecker (1982) tampoco considera útil el concepto domesticación, pero en este caso lo sustituye por “control cultural”, que define como “human behaviors that has a profound effect on some aspect of the exploited animal population's natural behaviour and dramatically interferes with its movements, breeding schedule, or population structure in such a way as to make the animals more "accessible" to humans” (Hecker 1982, 219). Este “control cultural” implica varios componentes: 1. interferencia humana activa y deliberada sobre la población animal, controlando su movimiento, su reproducción y su estructura poblacional. 2. Mantenimiento del control sobre los animales durante un tiempo prolongado. 3. Ocupación y preocupación por un grupo o manada de animales y no de un único individuo concreto. 4. Mayor accesibilidad a los animales por parte de los seres humanos, facilitando su explotación.

Los avances de los últimos años en disciplinas como la paleogenética han permitido plantear otras definiciones desde esta perspectiva. El autor más destacado es Larson (Dobney y Larson 2006; Larson y Burger 2013; Larson y Fuller 2014). Este autor, desde una perspectiva evolucionista, considera que el concepto domesticación es confuso ya que es un término estático frente a un proceso de cambio continuo (Dobney y Larson 2006; Larson y Burger 2013). Los recientes análisis de ADN han permitido sugerir la existencia de diferencias entre los procesos iniciales de domesticación y los posteriores movimiento y cruce de estas especies con las poblaciones salvajes locales, por lo que el término domesticación subestima el papel de esta hibridación (Larson y Burger 2013). Por ello, Larson propone que el término domesticación tan solo se refiera al proceso original que generó poblaciones domésticas, excluyendo la migración y la mezcla posterior (Larson y Burger 2013). Larson y Fuller (2014) consideran que el papel del ser humano fue clave en las primeras etapas del proceso ya que actuó como agente de dispersión de los animales domésticos, como agente de selección de los mismos y como modificador del ecosistema.

Los aportes de las nuevas técnicas como la paleogenética o la morfometría geométrica han demostrado que fue un largo y complejo proceso en el que la dicotomía salvaje-doméstico no tiene validez, ya que son términos que aluden a dos extremos de un mismo proceso (Dobney y Larson 2006). La genética ha demostrado que la separación entre las categorías salvaje y doméstica no es total, siendo interfértiles entre ellas y pudiendo

cruzarse (Driscoll et al. 2009). Es el proceso que se ha denominado introgresión, que genéticamente puede confundirse con una domesticación local. Estos nuevos datos han propiciado la aparición de una variedad de categorías que rompen con la dicotomía salvaje/doméstico, como las planteadas por Evin et al. (2015) que distinguen hasta cinco categorías: salvaje, salvaje cautivo, doméstico, cruce (*cross-breeding*) y feral. Los animales salvajes son aquellos regidos por la selección natural, los cautivos son aquellos en los que la selección natural se ve relajada y se intensifica la selección artificial y los domésticos son los que se ven principalmente afectados por la selección artificial. Los cruzados son los híbridos entre animales domésticos y salvajes, y los ferales son aquellos animales domésticos que han regresado a un estado salvaje. Por tanto, estas nuevas técnicas están permitiendo avanzar en el conocimiento de la domesticación animal. El problema de este tipo de estudios es que han sido realizados mayoritariamente por investigadores alejados del campo de la arqueología (biólogos, genetistas, bioquímicos, etc.), que han dejado de lado problemáticas sociales y económicas para centrarse en aspectos relativos a la evolución biológica de las especies.

En esta tesis, nuestro enfoque sobre el concepto de domesticación va en la línea de lo propuesto por Ingold (1980; 1984). Consideramos que, aunque los aspectos relativos a la biología de las especies animales deben ser tenidos en cuenta, la incorporación social de generaciones de animales es clave para poder hablar de domesticación animal, a pesar de las diferentes vías que pudo seguir la relación hombre-animal en los primeros momentos del proceso (Zeder 2012). De estas relaciones, las sociedades humanas obtuvieron muchas más ventajas que los grupos animales (obtención de diferentes productos, seguridad, almacenamiento, etc.), por lo que no parece apropiado hablar de simbiosis. Por último, consideramos que la dicotomía salvaje/doméstico es demasiado simplista a la hora de estudiar el proceso de domesticación, y deben tenerse en cuenta las cinco categorías que distinguen Evin et al. (2015): salvaje, salvaje cautivo, doméstico, cruce (*cross-breeding*) y feral.

La domesticación, además de modificar las relaciones entre humanos y animales, conllevó cambios en las sociedades humanas y en las relaciones de producción dentro de las mismas (Russell 2012). Como venimos señalando, la principal diferencia entre la estrategia organizativa de los cazadores-recolectores y la de los agroganaderos radica en el valor social del animal, que pasa de tener valor una vez abatido y muerto a tenerlo vivo, a la par que se ejerce un (Saña 1999). Las sociedades campesinas pasan a tener la

propiedad sobre los animales (Ingold 1980; 1984; Meadow 1989) y los utilizan como medios de producción. Esta propiedad sobre un animal cuyo valor radica en su reproducción, hace que los ganaderos sean poco propensos a sacrificar a los animales, y a perder parte de su rebaño (Ingold 1984; Digard 1988; Russell 2012). La propiedad sobre los animales domésticos hace que estos puedan ser acumulados por su capacidad de reproducción (Saña 1999), siendo posible la acumulación material diferencial, germen de la desigual social (Vicent 1998). Ya se ha argumentado cómo este nuevo rol de los animales provocó cambios en las estrategias organizativas de las sociedades humanas: la ganadería exige mayor inversión de trabajo (para alimentar, controlar la reproducción y proteger a los rebaños) y su rendimiento diferido implicó cambios en la organización y planificación del trabajo de estas sociedades.

2.1.2 Historiografía sobre la domesticación animal en la Península Ibérica

La presencia de animales domésticos a inicios del Neolítico en la Península Ibérica ha generado diferentes explicaciones que han ido evolucionando a lo largo del tiempo. En un primer momento, la existencia de agriotipos salvajes de algunas especies, como la cabra, jabalí y uro, permitió no descartar la existencia de una domesticación local. Los estudios arqueozoológicos y genéticos recientes han demostrado que la domesticación de la mayoría de estas especies se produjo en Próximo Oriente, expandiéndose ya domesticadas a través de Europa entre el séptimo y el cuarto milenio BC, siguiendo dos rutas, la costa mediterránea y el corredor del Danubio (Tresset y Vigne 2007; Manning et al. 2013). Este es, brevemente presentado, el estado de la cuestión de la domesticación de las cuatro principales especies ganaderas (oveja, cabra, vaca y cerdo) del Neolítico peninsular:

- El agriotipo salvaje de las ovejas es el único que no está presente en Europa. Su domesticación se llevó a cabo, a partir del muflón oriental (*Ovis orientalis*) (Poplin 1977; Meadows et al. 2011), en diferentes zonas del Próximo Oriente hacia 8500 BC como señalan los datos zoológicos (Peters et al. 2005; Vigne et al. 2011; Tresset y Vigne 2011; Zeder 2008; Conolly et al. 2011) y genéticos (Hiendleder et al. 2002; Pedrosa et al. 2005).
- La domesticación de la cabra también se produjo en el Próximo Oriente a partir de la cabra bezoar (*Capra aegagrus*) (Naderi et al. 2007, 2008; Daly et al. 2018),,

aunque en la Península Ibérica hubiera un posible agriotipo salvaje (*Capra pyrenaica*). Los estudios arqueozoológicos han detectado una intensificación en la caza y en la gestión de las cabras salvajes en los Zagros, que terminó en la domesticación de la especie, detectada por cambios fenotípicos, hacia el 8500 BC (Peters et al. 2005; Arbuckle 2006; Zeder 2008a; Martin y Edwards 2013).

- Las vacas presentes en Europa fueron domesticadas a partir del uro (*Bos primigenius*) en el Próximo Oriente, posiblemente en múltiples eventos alrededor del 8500 BC (Conolly et al. 2011). Los estudios genéticos han permitido saber que el ganado bovino europeo tiene un origen único en el Próximo Oriente, descartando domesticaciones autóctonas (Troy et al. 2001; Edwards et al. 2007; Scheu et al. 2015). Esta especie apenas se mezcló con los uros europeos, como sí lo hicieron otras especies (cerdo), y parece que se mantuvo separada para que no se produjera la hibridación (Larson y Burger 2013).
- Por último, el cerdo fue domesticado a partir del jabalí (*Sus scrofa*) en múltiples eventos tanto en el Próximo como en el Lejano Oriente (Larson et al. 2005). En el caso del cerdo europeo, su domesticación se produjo en Anatolia alrededor del 8000 BC, como indican la arqueozoología en Çayönü Tepesi (Hongo y Meadow 1998; Ervynck et al. 2001). Aunque alrededor del 9500 BC los humanos introdujeron suidos en Chipre, apoyando la idea de que se dio un largo proceso de gestión anterior a los cambios morfológicos (Vigne et al. 2009). Estos cerdos fueron introducidos en Europa durante el proceso de domesticación, cruzándose con los jabalíes europeos en un proceso de introgresión (Larson et al. 2007).

En resumen, el proceso de neolitización de la Península Ibérica va ligado a la introducción de estas cuatro especies domésticas procedentes de Próximo Oriente. Estos animales llegaron completamente domesticados, es decir, que su fenotipo debía ser ya distinto al de sus antepasados salvajes. La presencia de los agriotipos salvajes de algunas especies en Iberia pudo jugar su papel en este proceso: activo en las hibridaciones; pasivo al rechazar cualquier tipo de cruce.

2.1.3 Modelos agroganaderos reconocidos en el Neolítico europeo

Las investigaciones sobre la economía de los primeros agricultores y ganaderos en Europa y la Península Ibérica han ido planteando posibles modelos económicos que articularon

las prácticas agrícolas y ganaderas (Bogaard 2004; Isaakidou 2011; Antolín 2015, 2016). Estos modelos, basados en el análisis etnográfico de sociedades actuales, pero también en la interpretación del registro arqueológico, han tratado de reconstruir cuáles fueron las estrategias de subsistencia de los primeros agricultores y ganaderos, y cómo se organizaban socialmente las mismas:

- El primero de estos modelos es el de quema y roza (*slash and burn* o *shifting*) (Rowley-Conwy 1981; Isaakidou 2011; Antolín 2015). Este modelo plantea una agricultura consistente en abrir claros en zonas con densa vegetación mediante la tala y la quema, siendo las cenizas de la quema un elemento de aporte de nutrientes. Este tipo de cultivo va ligado a una ganadería de tipo extensivo (Bogaard 2004), donde la importancia de la caza es alta y los rebaños son pequeños y centrados en una especie (los cerdos) (Antolín 2015, 2016). La evolución crítica de los modelos etnográficos hace que este modelo sea poco probable para el Neolítico europeo.
- El segundo modelo es el de cultivo en llano aluviales (*Floodplain cultivation*) (Sherratt 1980; Isaakidou 2011), que va ligado al de revolución de los productos secundarios (Sherratt 1981). Este modelo implica el asentamiento de las poblaciones en los llanos aluviales favorables para el cultivo, por lo que no sería necesaria una importante inversión de trabajo. Esto iría ligado a una explotación de los animales domésticos solo para la carne durante el Neolítico, no siendo hasta milenios más tarde hasta cuando se diera la llamada revolución de los productos secundarios (Sherratt 1981), por la que los animales pasaron a explotarse para la obtención de leche, lana y fuerza de trabajo. Este modelo no encaja bien con los datos existentes hasta la fecha. En cuanto a la ganadería, ha quedado demostrada la explotación de la leche de forma generalizada desde inicios del Neolítico (Debono Spiteri et al. 2016) y de la fuerza de trabajo (Helmer et al. 2018), quedando invalidada la revolución de los productos secundarios (Vigne y Helmer 2007; Halstead y Isaakidou 2011b).
- El tercer modelo es el intensivo mixto (Halstead 1981; 2006), que plantea la existencia de una agricultura limitada a claros del bosque y bien articulada con la ganadería. Los animales domésticos estarían confinados en los campos, por lo que eliminarían las malas hierbas y aportarían abono a los campos. En este modelo, la importancia de la caza es baja y la ganadería sería intensiva (Bogaard 2004). Los rebaños, compuestos preferencialmente por ovejas, no se moverían lejos del yacimiento y se explotarían no

solo por su carne, sino también por la leche y la fuerza de trabajo (Antolín et al. 2014; Antolín 2015).

- El último modelo es el extensivo de secano (Bogaard 2004; Antolín 2015), que consiste en el cultivo de grandes campos mediante el uso de arado. En este caso, la ganadería sería de tipo extensivo y el ganado vacuno, necesario para arar, sería el predominante. Además, los movimientos de los rebaños en búsqueda de pastos serían necesarios y, en consecuencia, el impacto en el medio mayor.

2.1.4 Sociedades de cazadores-recolectores frente a sociedades de agricultores y ganaderos

Como hemos planteado anteriormente, la neolitización supuso cambios no solo económicos sino también entre dos formas de organización social y de ideología (Barnard 2007). Por esta razón, obviando las diferentes dinámicas de cambio que pudieron darse, debemos analizar, de forma integrada, las características de las sociedades cazadoras-recolectoras y las primeras campesinas.

Las sociedades de cazadores-recolectores suelen ser consideradas como sociedades pre-tribales o de bandas, cuyo sistema productivo incluye la obtención del alimento, actividad en torno a la cual se establecen las relaciones sociales (Jover y García-Atienzar 2015). La economía es de retorno inmediato, consistente en ciclos cortos de producción/consumo que necesitan ser continuos para garantizar la supervivencia (Bate 2004). Estas sociedades son nómadas, desplazándose periódicamente en busca de recursos, y las prácticas de almacenamiento son escasas debido a los ciclos cortos de producción/consumo y a la movilidad. La precariedad estructural caracteriza a estas sociedades, con un alto riesgo para la supervivencia. Esta precariedad es corregida con la reciprocidad grupal e intergrupal, que permite superar los periodos de crisis (Ingold 1980; Vicent 1998). La reciprocidad grupal tiene lugar, por ejemplo, en las prácticas de compartir (Paine 1971), estando mal vista la acumulación (Barnard 2007). No existe la propiedad individual, ni de los objetos de trabajo ni del territorio, sólo la propiedad comunal (Testart 1982), participando todos los miembros de la comunidad en la co-propiedad. Tan solo existe la posesión de los instrumentos de trabajo (Bate 2004). En estas sociedades existe una contradicción entre la producción y la reproducción, debida a la precariedad estructural, que se resuelve mediante la existencia de mecanismos de

control demográfico, que permiten mantener un equilibrio entre la población y los recursos existentes (Estévez et al. 1998). Por todas estas razones, se considera que las sociedades de cazadores-recolectores pre-tribales son igualitarias, ya que no existen diferencias en cuanto a las relaciones de producción y propiedad (Bate 2004).

Pero el estatus de estas sociedades de cazadores-recolectores no es necesariamente fijo, como se ha suele pensar, sino que puede evolucionar hacia sociedades tribales, de mayor complejidad, con ciclos de producción (apropiación) / consumo más largos y acordes con ciclos estacionales o anuales, más eficientes a la hora de explotar los recursos naturales, con el desarrollo de prácticas de almacenamiento y una reducción de su movilidad (Bate 2004; Jover y García-Atienzar 2015). Todas estas prácticas les permiten aumentar la población.

Frente al sistema de los cazadores-recolectores, las sociedades de agricultores y ganaderos tienen otras características. Estas sociedades dejan de ser igualitarias, al menos en el sentido del término cuando se refiere a los cazadores-recolectores, dándose ahora procesos de creciente diferenciación social basados en la apropiación de los recursos (Vicent 1998). Como afirma Ingold (1984), se pasa de un acceso a los recursos compartido a uno dividido. En relación con esta apropiación se desarrollan las prácticas de almacenamiento (presencia de silos en los yacimientos arqueológicos), que permiten la acumulación y reducen la precariedad estructural. Además, sus ciclos de producción/consumo son mucho más largos (Bate 2004) obteniendo un rendimiento diferido (Vicent 1998). Este aspecto confiere complejidad a los grupos sociales, que tienen que organizar el trabajo a largo plazo a la hora de producir alimentos. La mayor duración de los ciclos de producción/consumo y el almacenamiento de los recursos permiten la reducción de la movilidad de los grupos, que vivirían tanto en poblados al aire libre como en cuevas. Esta sedentarización iría ligada a la propiedad de la tierra por parte de la comunidad que la cultivaba o utilizaba como pasto. El nuevo sistema económico rompe con la contradicción entre producción y reproducción de los grupos de cazadores-recolectores, por lo que ya no es necesario el control de la reproducción en función de la cantidad de recursos naturales disponibles. Además, estas sociedades tendrían una mayor carga de trabajo para la obtención de alimentos, por lo que se hace necesario ampliar la mano de obra disponible. Esta mayor inversión de trabajo, y el crecimiento de la población implicaron nuevas formas de organización y división del trabajo dentro de las comunidades campesinas.

Las diferencias entre ambos tipos de sociedades y de modos de vida son claves para analizar el proceso de neolitización, tanto si se entiende este como un proceso de interacción entre ambos tipos de sociedades, como si se considera una dinámica interna de las sociedades de cazadores-recolectores locales. Algunos de estos aspectos pudieron ser duraderos, ya que, como afirma Barnard (2007) el modo de caza-recolección es resiliente al contacto con las sociedades agro-pastoriles y los cambios en la ideología son mucho más lentos que los cambios en el modo de producción.

2.2 Modelos explicativos de la neolitización de la Península Ibérica

La literatura arqueológica no ha valorado adecuadamente el papel de los animales domésticos en el proceso de neolitización. La mayor parte de modelos explicativos propuestos consideran su presencia en términos estrictamente cuantitativos, como un componente más del denominado “paquete neolítico”, priorizando su rol frente a la cerámica y otros elementos tecnológicos como variable explicativa/caracterizadora de la neolitización, pero dejando de lado la importancia económica, social o ideológica que pudieron tener. De hecho, en las modelizaciones teóricas, la principal utilidad que se ha dado a los animales domésticos es su datación, sobre todo en el caso de la oveja por ser la única especie sin agriotipo en Europa, convirtiéndolos en marcadores de neolitización (Zilhão 2011; Martins et al. 2015), pero sin tener en cuenta su gestión y explotación.

Para la Península Ibérica se han propuesto diversos modelos de neolitización que tratan de explicar el proceso de neolitización a partir del registro arqueológico desde diferentes puntos de vista y que pueden sintetizarse en 3 -mejor 2- patrones:

- los modelos migracionistas, que priman a los movimientos de población, considerando que los primeros agricultores llegaron a la Península procedentes de Oriente y sustituyeron a los últimos cazadores-recolectores.
- los modelos indigenistas, hoy prácticamente en desuso, que consideraban que las innovaciones neolíticas llegaron por contacto cultural, minusvalorando la migración de poblaciones frente a los cazadores-recolectores indígenas.
- la posición intermedia, la llamada integracionista que, otorgando a los últimos cazadores-recolectores un activo papel, defiende movimientos de población y de información.

Entre los modelos migracionistas, el modelo de Colonización Marítima Pionera de Zilhao (1993, 2001, 2011) y el Modelo dual (Bernabeu 1996, 2002; Bernabeu y Martí 2014; Bernabeu et al. 2009) son los dos modelos difusionistas por excelencia de la Península Ibérica. El modelo de Zilhao (1993, 2001, 2011) propone la colonización marítima rápida y a larga distancia a través del Mediterráneo, relacionada con la cerámica cardial, que ocuparía la Península Ibérica en un corto espacio de tiempo. La rapidez de la expansión estaría ocasionada por fenómenos de fisión dentro de las comunidades que buscarían mantener el igualitarismo mediante el control del tamaño del grupo (Zilhão 2001, 14185). La respuesta de los cazadores recolectores frente al *paquete neolítico* sería de *rechazo activo*, pues el éxito de su sistema económico no daba motivos para aceptar las novedades (Zilhão 2011). Un aspecto destacado dentro de este modelo es su interés por la datación de sólo aquellos elementos claramente neolíticos, como los cereales o las ovejas domésticas (Martins et al. 2015).

El modelo dual (Bernabeu 1996, 2002; Bernabeu y Martí 2014; Bernabeu et al. 2009) tiene en cuenta la existencia de las dos poblaciones, las neolíticas llegadas por migración y las mesolíticas presentes en la Península, pero les otorga roles muy diferentes en el proceso. Los migrantes neolíticos traerían consigo una economía agropecuaria desarrollada, los asentamientos sedentarizados tanto en poblados como en cuevas, y cerámicas, elementos líticos y objetos singulares, como brazaletes (Bernabeu y Martí 2014). En principio, estas poblaciones fueron vinculadas a la cerámica cardial (Bernabeu 1996), pero en los últimos años se tiende a relacionarlas con la difusión de la cerámica *impresa* (Bernabeu et al. 2009; Bernabeu y Martí 2014). Estos *activos* campesinos interactuarían con las últimas poblaciones mesolíticas, que terminarían adoptando la economía agropecuaria por circulación de información entre ellas, jugando un papel totalmente pasivo en el proceso.

Una variante de este modelo dual es el planteado por García Atiénzar y Jover (2011; Jover y García-Atienzar 2014, 2015), que consideran que la neolitización fue llevada a cabo mediante una colonización arrítmica con distintos orígenes geográficos (García-Atiénzar y Jover 2011). Sin embargo, este proceso no habría desembocado en la integración de las últimas sociedades de cazadores-recolectores en el modo de vida neolítico, como plantean la mayoría de las explicaciones (Jover y García-Atienzar 2015), sino en procesos de exclusión o autoexclusión de estos grupos que habrían conducido a su extinción gradual debido al aislamiento social (Jover y García-Atienzar 2014, 2015).

Referido a un ámbito más amplio, el Mediterráneo occidental pero incluyendo a la Península Ibérica, Guilaine y Manen (Guilaine y Manen 2007; Guilaine 2000-2001, 2018) proponen un modelo arrítmico e irregular de expansión, que buscaría sitios aptos para ser ocupados y sin oposición de la población local. En su artículo más reciente, Guilaine (2018) plantea la introducción pionera del “paquete neolítico” por parte de los portadores de la cerámica *impresa*. Estos asentamientos variarían en su duración, y al principio no tendrían contacto con las poblaciones locales de cazadores recolectores. Las relaciones intergrupales se producirían posteriormente, dando lugar a algún tipo de simbiosis apoyada por la adopción de industria lítica de herencia mesolítica y la reintroducción de la caza.

Estos modelos difusionistas basados en la llegada de nuevas poblaciones encajan bien con la cronología a gran escala, pero se debe precisar temporalmente para poder observar ritmos y modalidades específicas (Tresset y Vigne 2007, 204).

Por otro lado, tenemos modelos que, frente a los difusionistas, defienden un papel más activo de las sociedades de cazadores-recolectores en el proceso. En lo referente al valle del Ebro, especialmente tratado en nuestro estudio, Alday (2009, 2012) considera que los últimos cazadores-recolectores jugaron un papel importante en la aceptación de las innovaciones del Neolítico, planteando la existencia de una cierta continuidad entre el Mesolítico y el Neolítico de la cuenca. Este autor propone para este territorio la existencia de dos vertientes en el registro y en el propio concepto de “lo neolítico”. Por un lado, la puramente arqueográfica, caracterizada por los elementos materiales típicamente neolíticos, cerámica, industria lítica o recursos domésticos, cuya difusión/adopción adoptaría ritmos diferentes. Por otro lado, la relativa al neolítico como modo de producción, con una agricultura y una ganadería bien desarrolladas, cuya implantación sería más lenta, consolidándose definitivamente tras haber adoptado las novedades (Alday 2009). Como habían hecho antes Barandiarán y Cava (2000), Alday explica parte de la dualidad del registro arqueológico en relación con la diferente funcionalidad de los sitios. En la misma línea, Montes y Alday (2012) consideran que la fluidez y la rapidez de asentamiento de las novedades neolíticas solo se pudo dar apoyándose en la red mesolítica previa, que estaba bien asentada en algunas regiones.

Un trabajo interesante es el de Vicent (1990, 1997) y Cruz-Berrocal (2012; Cruz Berrocal y Vicent García 2007) que, desde un enfoque marxista, proponen el *modelo de difusión capilar*, que plantea también una continuidad entre el Mesolítico y el Neolítico,

considerando que las sociedades de cazadores-recolectores eran dinámicas y capaces de engendrar un proceso de transformación por sí mismas. Estas sociedades tendrían redes de parentesco y reciprocidad a través de las que se habrían introducido los primeros domesticados como elementos de prestigio (Cruz Berrocal y Vicent García 2007). El elemento clave para el cambio sería el almacenamiento como forma de reducir riesgos, que habría acabado generando transformaciones profundas en estas sociedades (Vicent 1997). Estas transformaciones terminarían derivando en la adopción del modo de vida neolítico, en un intento de estabilizar su modo de vida cazador-recolector. Además, al igual que Alday, tienen una visión diferente del Neolítico como proceso histórico. Para ellos, lo que se denomina como Neolítico antiguo no es el periodo de adopción de los elementos domésticos, sino un momento posterior, cuando la economía doméstica y la vida aldeana se encuentran plenamente consolidados (Cruz Berrocal 2012). De estas teorías debemos destacar la idea de que la presencia de elementos del denominado “paquete neolítico” no implica necesariamente que se hubiera adoptado ya un modo de producción agroganadero, cuya constatación necesita de estudios sobre el sistema económico de estas sociedades.

Entre los modelos integracionistas o eclécticos a gran escala, el más destacado es el de la frontera agrícola de Zvelebil (2000; 2001, 2002) propugnado para otras zonas de Europa, pero muy popular entre los autores peninsulares debido a los diferentes escenarios de neolitización que plantea. Este modelo defiende para el sureste de Europa la existencia de una colonización y de un contacto posterior con poblaciones locales que terminarían adoptando las prácticas agroganaderas, y uno de sus aspectos más interesantes es la categorización de los tipos de escenarios de neolitización y de las posibles relaciones entre cazadores-recolectores y agricultores. En cuanto a escenarios de neolitización Zvelebil (2000), contempla las siguientes variables en el proceso:

- Migración de un pueblo: movimiento direccional a gran escala que causa una sustitución genética rápida.
- Difusión démica: colonización secuencial por parte de pequeños grupos. Provoca sustitución genética gradual.
- Predominio de las élites: penetración de las élites sobre un territorio, que terminan dominando sobre la población nativa
- Infiltración: penetración gradual de pequeños grupos que puede no producir intercambio genético y ser indetectable.

- Colonización selectiva (*Leapfrog colonisation*): colonización de las áreas óptimas por parte de pequeños grupos.
- Movilidad de frontera: movimiento de población en áreas de contacto con los cazadores-recolectores, donde terminan por crearse vínculos sociales entre ambas poblaciones.
- Contacto: neolitización a través de las redes sociales de los cazadores-recolectores.

En cuanto a las posibles relaciones entre cazadores-recolectores y agricultores, y las consecuencias sociales derivadas, Zvelebil (2001) plantea las siguientes:

1. Relaciones de reemplazamiento:

- aniquilación de las poblaciones de cazadores-recolectores
- asimilación de estas poblaciones dentro de las comunidades agricultoras, introduciendo aspectos culturales de los cazadores-recolectores.
- adopción de las prácticas agrícolas completamente, incluyendo su ideología, reteniendo tan solo algunos aspectos de su cultura anterior
- adquisición de las prácticas agrícolas de forma selectiva, reteniendo gran parte de su cultura anterior

2. Relaciones de integración.

- infiltración: penetración gradual de grupos agrícolas en una región donde llenan un nicho social o económico específico.
- absorción de los cazadores-recolectores por parte de los agricultores de que terminarían por la adopción de las prácticas agrícolas.

3. Prácticas de supervivencia:

- confinamiento de las sociedades de cazadores-recolectores, que huyen de los grupos de agricultores y crean fronteras frente a ellos.
- encapsulación de estos grupos en áreas menos óptimas donde sobreviven confinados
- comercialización: los cazadores-recolectores reorganizan su economía para responder a las necesidades de los agricultores

4. Por último, la reversión, que implica la vuelta de los agricultores a las prácticas depredadoras.

En esta línea, algunos modelos integracionistas referidos a la Península Ibérica, como el de Schuhmacher y Weniger (1995) consideran que el registro arqueológico es muy

heterogéneo, con elementos típicos de una economía cazadora y otros de una agrícola. Por ello, los autores requieren una explicación compleja y plantean tres modelos posibles. El primer modelo, el de los “dos mundos” contempla la existencia de dos poblaciones diferenciadas, mesolíticas y neolíticas, que tendrían relaciones entre sí. El segundo modelo, el del “mundo único”, plantea que los modos de subsistencia serían plenamente neolíticos, existiendo además campamentos temporales con presencia incompleta de los elementos neolíticos (ausencia de animales domésticos). Por último, el modelo mosaico, que plantea la existencia de las diferentes formas de subsistencia que habrían variado por regiones, generando una imagen heterogénea.

Un último modelo integracionista es el propuesto por Rojo y otros (2008; García Martínez de Lagrán 2012): el proceso de neolitización se habría producido mediante movimientos de población y de información a través de las redes sociales pre-existentes y de las creadas con la llegada de las nuevas poblaciones. Para explicarlo, plantean tres escenarios posibles de neolitización. El primero contempla la colonización de zonas con baja presencia de cazadores-recolectores, por lo que no se produciría interacción entre ambas poblaciones. En el segundo escenario, la llegada de grupos de agricultores en zonas donde el poblamiento mesolítico fuera denso habría generado fenómenos de interacción y de circulación de los elementos neolíticos a través de las redes mesolíticas, para terminar con la neolitización de estos grupos. El último escenario plantea que grupos mesolíticos neolitizados serían un foco neolitizador para poblaciones de cazadores-recolectores sin contacto directo con las poblaciones campesinas.

Tanto los modelos de corte difusionista como los más integracionistas se basan en la presencia de restos de animales domésticos, sobre todo de oveja, para explicar la llegada inicial del Neolítico, tomando sus restos como representativos de la llegada de nueva población o de la asimilación de nueva información. En estos modelos se tienen sobre todo en cuenta la presencia o ausencia de esta categoría de restos. En pocas ocasiones se ha prestado atención a los modos de adopción de las especies domésticas y a las modalidades de cría inicialmente implementadas. Tan solo autores como Vicent (1997), Cruz-Berrocal (2012) o Alday (2009, 2012) sugieren que la mera presencia de oveja no implica necesariamente la práctica de una ganadería consolidada.

2.2.1 Síntesis de datos peninsulares sobre domesticación animal

Como paso previo al análisis del proceso neolitizador en el Valle del Ebro, nos parece fundamental exponer una breve síntesis a escala peninsular de la implantación y consolidación de las prácticas ganaderas durante el Neolítico antiguo. Dos son las razones que limitan esta síntesis a la cuestión ganadera:

- porque la primitiva ganadería neolítica es el tema básico de esta tesis, centrada en la adopción de las especies domésticas y en las primeras prácticas ganaderas en la cuenca del Ebro;
- por la dificultad de sintetizar equilibradamente y a escala peninsular el proceso neolitizador en su totalidad, teniendo en cuenta todos los elementos del registro arqueológico, que adolece de importantes diferencias cualitativas y cuantitativas en la información disponible a escala regional, como se observa en las más recientes síntesis colectivas (Rojo-Guerra et al. 2012).

Los datos arqueológicos muestran que, con la adopción de las especies domésticas, la actividad cinegética perdió importancia general en la dieta, reduciéndose la diversidad de especies cazadas en buena parte de los sitios ibéricos. Muchas especies silvestres, como la cabra montés o el corzo, prácticamente dejaron de ser cazadas. El jabalí y el uro, agriotipos salvajes de dos de las especies domésticas adoptadas, también perdieron importancia cuantitativa. El ciervo es la única especie que mantiene su importancia general en la dieta. Esta tendencia se observa también en otras regiones de Europa occidental, donde el ciervo sigue siendo la especie preferida para la caza (Vigne, 1993). También aumentó cuantitativamente la captura de lagomorfos, quizás como un consumo complementario en la nueva economía, o quizás capturados en relación con las prácticas agrícolas (*garden hunting*) (Linares 1976; Stahl 2014).

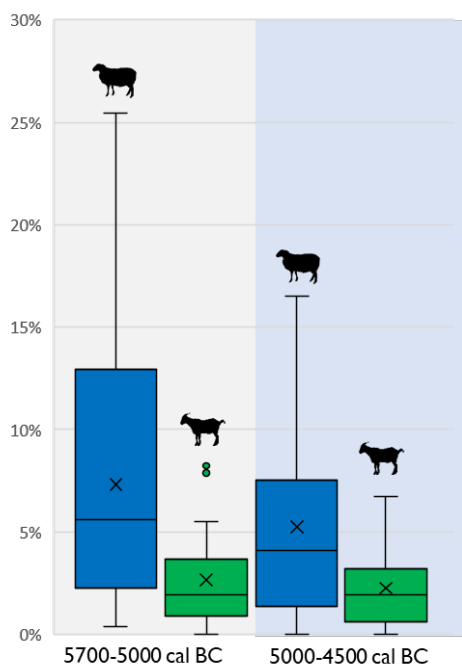
En los primeros momentos del Neolítico se documenta la presencia de animales domésticos en todas las regiones peninsulares, con valores cuantitativamente significativos en las zonas central y mediterránea y en algunos lugares concretos de la cuenca del Ebro. Al mismo tiempo, los datos muestran una tendencia generalizada hacia el predominio de las especies domésticas en los sitios al aire libre y costeros, mientras que las especies silvestres aparecen mejor representadas en cuevas y en zonas interiores. En la mayoría de los contextos se ha documentado la adopción simultánea de las cuatro especies domésticas principales: ovejas, cabras, cerdos y vacas.

Dentro del rebaño doméstico, los porcentajes medios más altos están representados por ovicápridos, y en estos conjuntos, las ovejas suelen dominar el espectro faunístico en relación con las cabras (Figs. 2.1 y 2.2): por ejemplo, en el poblado de la Draga (Saña 2011) y en las cuevas de Chaves (Sierra et al. 2019), Nerja (Liesau y Morales 2012), Or (Pérez-Ripoll 1980) y Sarsa (Boessneck y von den Driesch 1980). A pesar de ello, en algunos sitios las frecuencias relativas de las cabras son similares o muestran una representación ligeramente superior a las de las ovejas: tanto en sitios al aire libre (Planasallosa, Serra de Mas Bonet) como en cuevas (Frare y Can Sadurní) (Bosch et al., 1998; Saña, 2013; Saña et al. 2014). Los ovicápridos tienden a aparecer en mayor número en abrigos y cuevas, mientras que otras especies domésticas predominan en los sitios al aire libre (Saña et al. en prensa).



Figura 2.1: Distribución de las ovejas y las cabras en el Neolítico antiguo. (izq. 5600-5000 cal BC; dcha. 5000-4500 cal BC).

En la Península Ibérica, las ovejas están presentes en casi todos los sitios datados del Neolítico antiguo, entre 5600 y 4500 cal BC (Aura et al. 2005; Boessneck y von den Driesch 1980; Castaños 2004; Morales y Riquelme 2004; Saña, 2013), lo que sugiere una muy rápida expansión del ganado ovino por estos nuevos territorios (Saña, 1998). En cuanto a la cabra doméstica, que tiene un agriotipo salvaje potencial en la Península Ibérica (*Capra pyrenaica*), los datos genéticos muestran que fue domesticada en el Próximo Oriente durante el PPNB y adoptada ya domesticada en la Península Ibérica. Los datos biométricos confirman una clara diferencia de tamaño entre *Capra pyrenaica* y *Capra hircus* en el Neolítico antiguo, que encaja con los estudios genéticos. Los datos arqueológicos indican que ovinos y caprinos domésticos se introdujeron al mismo tiempo, con una rápida adopción de los ovicápridos entre 5600-5400 cal BC en toda la Península Ibérica, con la excepción del ámbito cantábrico.



La obtención de carne parece ser el objetivo fundamental de la explotación de ovicaprinos en la mayoría de sitios, como en La Draga (Saña 2011), Can Sadurní (Saña et al. 2015) o Chaves (Sierra et al. 2019). La explotación de la leche parece ser complementaria a la carne en estos mismos lugares (aspecto que será analizado en profundidad posteriormente en este trabajo).

Figura 2.2. Espectro porcentual de ovejas y cabras en el Neolítico antiguo peninsular.

La importancia relativa del ganado vacuno durante el Neolítico es menor que la de los ovicaprinos en el panorama general, aunque sitios como la Draga donde supone el 33,5%, (Saña 2011) en el Neolítico antiguo, o la Cova de les Pixarelles (Alcàntara et al. 2019), con un 80% ya en el Neolítico Medio (4500-3300 cal BC), son claros ejemplos de la importancia económica que esta especie podría representar para algunas sociedades neolíticas (Saña et al. en prensa). El ganado vacuno también muestra una importancia cuantitativa diferenciada a escala regional: parece tener una mayor importancia relativa en los sitios al aire libre de llanuras, que en cuevas y sitios de altura (Saña 2013; Antolín et al. 2018). Pero en algunas zonas, no sólo la altitud, sino también la proximidad al mar podría ser un factor importante para entender esta distribución. La explotación cárnica parece ser el principal objetivo de su explotación ganadera, como se ha observado en Reina Amalia (Navarrete 2017). Sin embargo, también se han identificado productos explotados: por ejemplo, en la Draga hay evidencia de ordeño de vacas (Gillis et al. 2016), de su empleo como animal de tiro e incluso, ejemplares castrados (Helmer et al. 2018).

En cuanto al cerdo doméstico, los restos suelen ser escasos en los yacimientos peninsulares del Neolítico antiguo (solo 15 sitios superan los 100 restos), pese a que ya estaba extendido por toda la Península Ibérica hacia mediados del sexto milenio cal BC, con excepción de la región cantábrica. Esta especie presenta el problema de su diferenciación con el jabalí, realmente compleja (Saña 2013). Los estudios biométricos sobre poblaciones prehistóricas de suidos salvajes y domésticos muestran una gran

variabilidad de tamaño y una ligera reducción del tamaño medio de los cerdos del Neolítico antiguo y medio (5700-3500 cal BC), apoyando diversas estrategias de manejo o vías de adopción (Navarrete y Saña 2017). Al mismo tiempo, algunos sitios muestran una clara discontinuidad de talla entre las poblaciones silvestres y las domésticas, lo que respalda la adopción directa de la forma doméstica.

En conclusión, los datos arqueológicos muestran una adopción simultánea de las cuatro especies domésticas de una forma rápida, sin diferencias cronológicas importantes. La gestión ganadera de las mismas también parece simultánea, siendo complementaria a la agricultura (Antolín et al. 2014; Antolín 2015, Saña et al. en prensa).

2.3 El proceso de neolitización en el Valle del Ebro

2.3.1 Modelos explicativos

El interés del valle del Ebro para el estudio del proceso de neolitización radica en dos factores: por un lado, la existencia de dataciones tan antiguas como las costeras en algunos de sus yacimientos y por otro, en la presencia de varios registros de finales del Mesolítico. Por estas razones, la neolitización del Valle del Ebro ha generado una importante producción historiográfica, no exenta de debate, con diversas propuestas para explicar el proceso. Baldellou (1994) fue el primero en plantear un modelo de corte dualista, distinguiendo entre Neolíticos puros (gentes llegadas del exterior que difunden el Neolítico por el Prepirineo) y Neolíticos aculturados (poblaciones autóctonas de cazadores recolectores en el Bajo Aragón, con influencias neolíticas externas procedentes de la costa valenciana). Para Baldellou, la colonización del área pirenaica fue rápida y desde la costa catalana: Chaves sería un asentamiento ocupado *ex novo* desde el cual sus moradores habrían irradiado las nuevas prácticas económicas y su cortejo material por el área pirenaica.

Este modelo dual es compartido por Utrilla (2002, 2012; Pilar Utrilla y Domingo 2014), proponiendo para los niveles V y VI de Forcas II y para el primer neolítico de Chaves su procedencia desde el sur de Francia, siguiendo la vía fluvial Segre-Tet. Más recientemente, Utrilla y Laborda (2018) matizan este planteamiento destacando que el más antiguo nivel cardial de Chaves (Ib) puede relacionarse con el Levante peninsular y la Cataluña costera (tema del orante, decoraciones cardiales y fechas), pero también con

la Provenza francesa (trapecios rectángulos de retoque inverso) y no tanto con el Languedoc.

Coinciden también Baldellou y Utrilla en relacionar las estaciones con arte rupestre postpaleolítico y los yacimientos arqueológicos, en un planteamiento acorde con su modelo dual de neolitización. Siguiendo la idea inicial de Llavorí de Micheo (1988) proponen que el arte levantino sería el de los pobladores locales que acabarían por ser aculturados (con el fin de acotar los espacios tradicionalmente explotados por los grupos cazadores-recolectores) y el esquemático el de las poblaciones colonizadoras, portadoras no sólo de un nuevo modelo económico y social, sino también de una ideología diferenciada (Utrilla y Baldellou 1999; Utrilla y Calvo 1999; Utrilla 2002; Utrilla y Martínez-Bea 2006; Utrilla y Martínez Bea 2009).

En este sentido, Utrilla y Baldellou inciden sobre el origen del arte esquemático y levantino en Aragón al referirse a los cantos pintados aparecidos en el nivel cardial de Chaves (Utrilla y Baldellou 2001-2002), estableciendo interesantes apreciaciones sobre los posibles orantes, agrupaciones de barras, cruces y antropomorfos esquemáticos que apuntalan la relación del arte Esquemático con un tema (orante) eminentemente neolítico en contraposición al naturalismo Levantino de origen supuestamente mesolítico.

BALDELLOU (1991 Y 1994) ARAGÓN	RODANÉS, PICAZO (2005) ARAGÓN	UTRILLA (2012) ALTO ARAGÓN	ALDAY, MONTES, BALDELLOU (2012) VALLE DEL EBRO	ROJO <i>et al.</i> (2016) VALLE DEL EBRO	LABORDA (2018) VALLE MEDIO EBRO
NEOLÍTICO ANTIGUO (5000-4000 a. C.) Cerámica cardial Dos fases: - Cardial pleno - Cardial final Grupos 100% neolitizados Chaves punta de lanza Diferencias entre Alto y Bajo Aragón.	NEOLÍTICO I (VII milenio BP) Bajo Aragón: Neolitización ligada al Epineolítico (no hay grandes variaciones: abrigos, fauna salvaje...) Alto Aragón: Neolitización <i>ex novo</i> (salvo Forcas, de nuevo sustrato)	FASE PIONERA CARDIAL (5600-5300 cal BC) Chaves 1b: foco colonizador Cultura material neolítica plenamente formada (cucharas, espátulas, cantos, láminas con patina de cereal, etc.). Posible colonización terrestre por el Segre-Tet	NEOLÍTICO ANTIGUO I (5700-5300 cal BC) Primeros rasgos neolíticos en la región (cerámica y doble bisel) en Mendanday y Forcas. Chaves hacia el 5500 Final Mesolítico ca 5700 Red Cinca-Segre: entrada Península.	PROCESO DE NEOLITIZACIÓN 5700/5600 - 5400/5300 cal BC Dualidad de yacimientos: - <i>ex novo</i> con todos los elementos neolíticos - mesolíticos con elementos neolíticos	FASE 0: <i>¿Horizonte / impresas?</i> 5600-5500 cal BC No hay evidencia de horizonte Últimos mesolíticos / 250-300 años / primeros neolíticos FASE 1: Cardial antiguo (5600-5300 cal BC) Chaves 1b: sitio principal Paralelos: cardial mediterráneo ¿Yacimientos del Bajo Aragón contemporáneos
	FASE NEOPIONERA (5300 -5000 cal BC): expansión "colonizadora" coincidiendo con la época epicardial. Ocupación de otros yacimientos como Troca, Puyascada, Olivena, etc.	NEOLÍTICO ANTIGUO 2 (5300-4900 cal BC) Se aceleran los procesos Se desmantela el sistema de hábitat (fin abrigos) Se imponen formas económicas domésticas. Aparecen: pulimento piedra, industria ósea, inhumaciones con adornos.	NEOLÍTICO ANTIGUO (desde 5400/5300 cal BC) Neolitización plena con 3 tipos de yacimientos: - <i>ex novo</i> al aire libre - <i>ex novo</i> en cuevas / abrigos con ocupación mesolítica previa	FASE 2 (doble) (5300-4800 cal BC). - Cardial final: Chaves 1a, Ramba (Ebro) N / Botiguera S) - Horizonte inciso-impresas con / sin boquite: aumento de yacimientos al N del Ebro Ocupación del Pirineo Paralelos: Alto Ebro, Meseta y sur de Francia	
Neolítico Medio (4000-3500 a. C.)	Neolítico II (1ª mitad VI milenio BP)		NEOLÍTICO PLENO (4900-4000 cal BC): Se difunde la información: aire libre y abandono de abrigos No información económica Cultura material: parece continuar		
Neolítico Reciente (3500-2500 a. C.)	Neolítico III (2ª mitad VI milenio BP y 1ª V milenio BP)		Neolítico Final (4000-3400 cal BC)		

Tabla 2.3 Resumen de los principales modelos de neolitización del Valle del Ebro

Frente a este modelo, Barandiarán y Cava (1992, 2000) consideraron que la dualidad de yacimientos tipificados como propios de los neolíticos *puros* y de los *aculturados* (los que presentaban gran cantidad y variedad de restos materiales como Chaves y otras cuevas del ámbito pirenaico, frente a los “pobres” abrigos bajoaragoneses) podía estar relacionada con la funcionalidad de los mismos. Se trataría de asentamientos diferentes con actividades también diferenciadas que conjugarían poblamiento estable *vs* ocupaciones estacionales y prácticas económicas diversificadas *vs* explotaciones especializadas. Por lo tanto, los yacimientos serían complementarios y no pertenecientes a sociedades con diferentes modos de vida. Los autores defienden, además que la persistencia en la ocupación de los abrigos rocosos, y la densidad y distribución de los yacimientos marcan una continuidad cultural entre el Mesolítico y el Neolítico, considerando que, aunque gentes y estímulos exógenos participaron en el proceso, las poblaciones autóctonas jugaron un papel importante en el mismo.

Alday y Montes (Alday 2009, 2012; Montes y Alday 2012) también defienden el papel activo de los últimos grupos de cazadores-recolectores en el proceso de neolitización de la cuenca del Ebro. Para ellos, el modelo dual no es el adecuado para explicar el registro, siendo la variada red de asentamientos y su diferente funcionalidad (poblados estables, cuevas empleadas como rediles, abrigos con ocupaciones estables, pero también ligados a usos estacionales quizás especializados, explotaciones mineras...) lo que mejor explica la rápida adopción de las innovaciones neolíticas en el valle del Ebro. Estos autores consideran que desde finales del Paleolítico superior se había tejido una red de asentamientos entre los grupos de cazadores-recolectores que perduró hasta el mesolítico, y que solamente el uso de esas redes mesolíticas previas puede explicar la rápida expansión del Neolítico (Montes y Alday 2012). En la misma línea, Rodanés y Picazo (2005) consideran la neolitización como un impulso exógeno, pero con participación de las poblaciones mesolíticas, y no ejerciendo de meros espectadores. Consideran además que, aunque el proceso tenga una marcada proyección este-oeste, está condicionado por múltiples factores que “matizan y dan singularidad al proceso” (Rodanés y Picazo 2005, 75), por lo que es difícil aceptar un modelo único.

En la última década, Rojo y colegas (2015, 2016, 2018), aun considerando que los grupos mesolíticos habrían formado parte del proceso de neolitización, plantean un modelo de corte dual, en el que distinguen entre asentamientos correspondientes a poblaciones neolíticas pioneras, responsables de su fundación (como Chaves o Peña Larga), y

asentamientos correspondientes a poblaciones cazadoras y recolectoras con elementos neolíticos, que compartirían espacio y tiempo con las poblaciones neolíticas, ocupando sitios como Valmayor XI, Aizpea, Forcas II o Mendandia. Los autores distinguen una fase posterior, en la que todas las gentes estarían plenamente neolitizadas, fundando nuevos emplazamientos al aire libre o permaneciendo en sitios previamente ocupados.

2.3.2 Dinámica del cambio

Para poder entender el proceso de neolitización del Valle del Ebro debemos prestar atención a la trayectoria histórica de las sociedades de cazadores-recolectores durante los últimos milenios previos a la llegada de las poblaciones campesinas con las innovaciones neolíticas.

Desde el Magdaleniense final, el Valle del Ebro presenta un incremento continuado de yacimientos que se interpreta como reflejo de un posible aumento demográfico (Utrilla et al. 2010). Con el Holoceno se documentan nuevos tecnocomplejos que, con distintos nombres (Aziliense, Epigravetiense tardío, Epipaleolítico microlaminar...), se caracterizan por un mismo componente microlaminar, y que socialmente son considerados como formas de persistencia de los “modos de hacer y vivir magdalenienses” (Montes 2007, 40) pero adaptados a las nuevas condiciones ambientales, menos rigurosas y por ende menos exigentes en cuanto a la organización social de los grupos humanos. Aparecen nuevos patrones de ocupación territorial que se traducen en el acceso a zonas interiores, en una necesidad menguante de refugios naturales (abandono de cuevas, ocupaciones de simples abrigos o extraplomos rocosos y posiblemente campamentos/poblados al aire libre), en una mayor supervivencia de grupos no muy numerosos, y en una diversidad de prácticas económicas permitidas por un entorno favorable. Estas tradiciones epipaleolíticas culminan con el llamado complejo Sauveterriense, todavía microlaminar en su base tecnológica, pero que incorpora las armaduras geométricas que se generalizarán posteriormente en el Mesolítico así llamado (Soto et al. 2019).

Después de este periodo, en la mayoría de los yacimientos de la cuenca ibérica se registra una interrupción en su ocupación, con niveles estériles y/o hiatos de dataciones (Montes et al. 2006), seguida de una recuperación de estos hábitats por gentes cuyos materiales líticos suponen, tipológica y tecnológicamente, una ruptura con la tradición anterior: es el denominado Mesolítico de muescas y denticulados, o macrolítico, uno de los últimos

tecnocomplejos de los grupos de cazadores-recolectores en el Valle del Ebro. Se desarrolla durante dos milenios (8300-6400 cal BC) (Fig. 2.4) y está caracterizado por la presencia de objetos líticos (Fig. 2.5) “de aspecto nucleiforme, bastante tosco, con frecuente talla bifacial, que suele presentar retoques *ecaillés* (escamosos) o de delineación denticulada, a menudo inversos cuando los soportes son burdas lascas” (Montes et al. 2006, 194). La producción laminar anterior se abandona casi en su totalidad (Alday y Soto 2017).

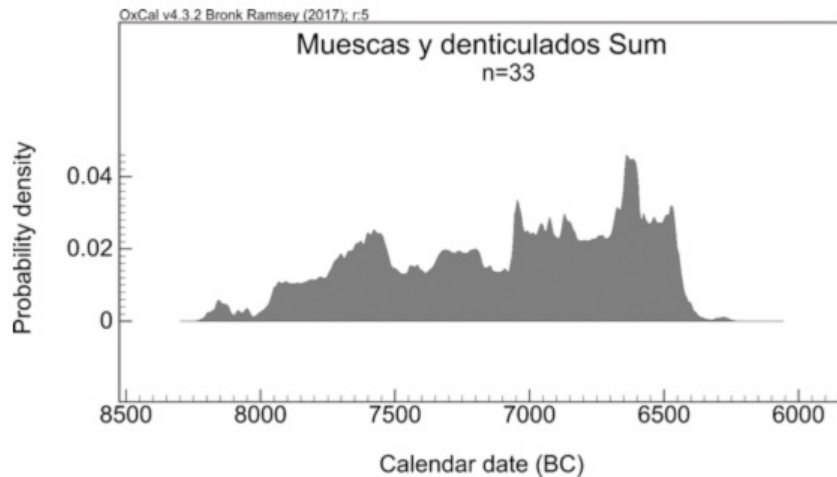


Fig. 2.4. Fechas vida larga y corta del Mesolítico de muescas y denticulados en todo el Valle del Ebro. Elaboración propia con el programa Oxcal y la curva de calibración IntCal13 (Bronk Ramsey 2001, 2009; Reimer et al. 2013)

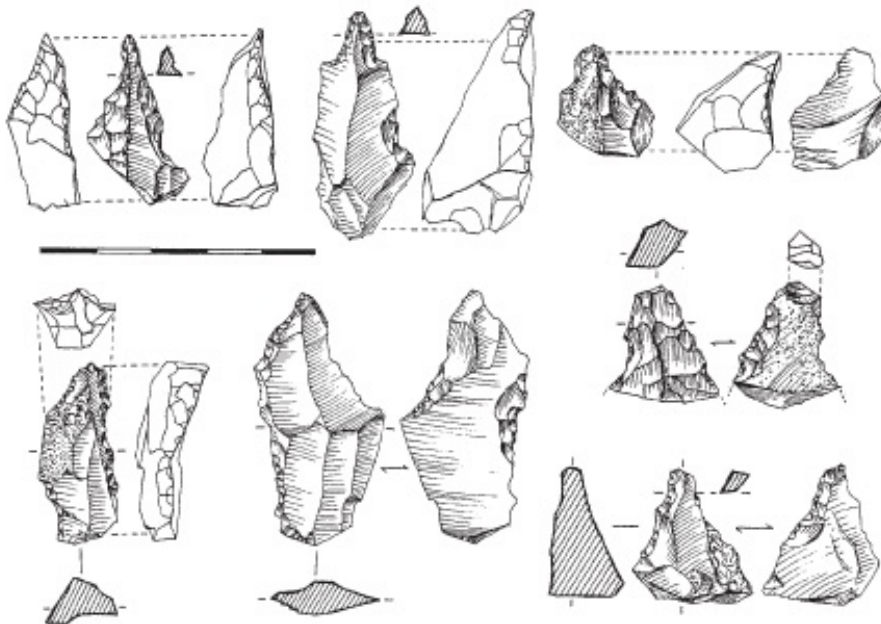


Fig. 2.5. Materiales líticos del nivel IV de Mendandia (Álava), Mesolítico de muescas y denticulados (Alday y Cava, 2006)

Durante este periodo se da un progresivo aumento de la temperatura y la humedad (González-Sampérez 2004; González-Sampérez et al. 2017), y la “máxima expansión del bosque en la región” (Alcolea 2018, 56). Este paisaje ha sido relacionado con el tipo de industria elaborada, en la que escasean los proyectiles líticos quizás sustituidos por otros realizados en madera, de fácil disponibilidad (Utrilla et al. 2014), algo que corroboran las huellas de uso de los instrumentos líticos, que presentan altos índices de uso sobre madera (Mazo 2005). Curiosamente, la pauta de ocupación territorial recupera las características y distribución anteriores al mencionado hiato estratigráfico/cronológico, que parece debe ser interpretado por un cambio en los patrones de hábitat, por causas de momento desconocidas, que silencian su visibilidad arqueológica (Alday et al. 2018).

El poblamiento conocido en este periodo se concentra en tres áreas del Valle del Ebro (Alto Ebro, Prepirineo y Bajo Aragón) (Alday y Cava 2006, Montes et al. 2006) y en el litoral mediterráneo (Aura et al. 2006, Vaquero et al. 2006) (Figura 2.6). Los asentamientos estudiados se localizan en abrigos en zonas de media montaña y han sido interpretados como campamentos especializados con ocupaciones cortas por parte de pequeños grupos humanos (Alday 2006).

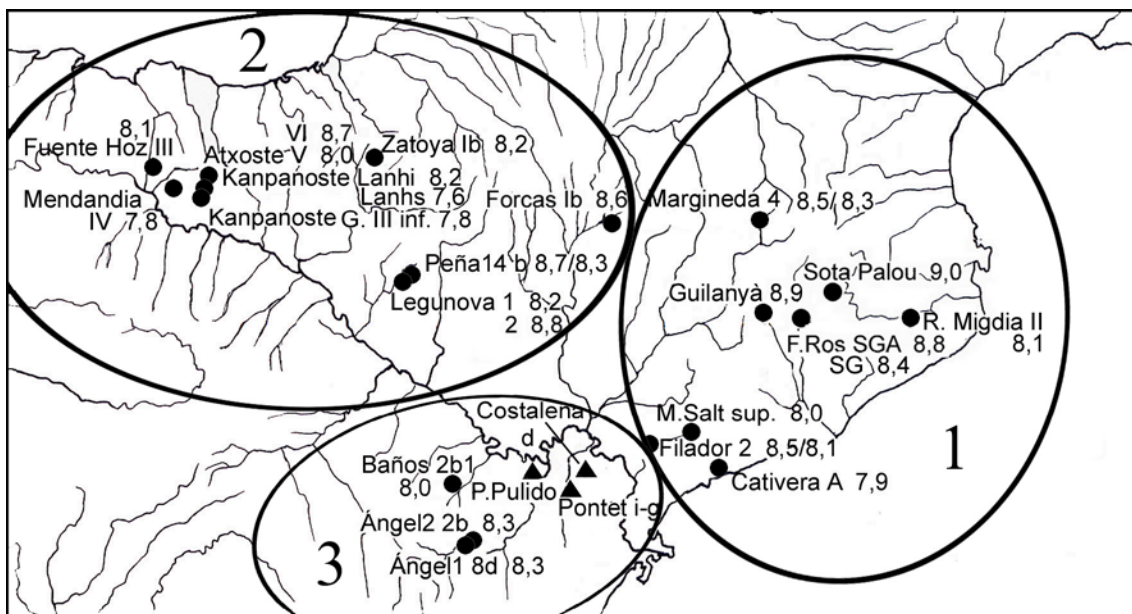


Fig. 2.6. Principales yacimientos y niveles del Mesolítico de muescas y denticulados del Valle del Ebro y Cataluña (Montes et al. 2006).

Los sílex y demás materias primas líticas son de procedencia mayoritariamente local (Alday y Soto 2017), posiblemente debido a los bajos requerimientos técnicos para la elaboración de los tipos macrolíticos (García-Simón 2018). Destaca también la presencia de conchas marinas perforadas prácticamente en todos los yacimientos: de origen

cantábrico (i.e. *Nassarius reticulatus*) en el occidente de la cuenca, y otras procedentes del Mediterráneo (como la *Columbella rustica*) en la zona oriental (Alday 2006), que aparecen también, en menor número, a lo largo de todo el valle (Álvarez-Fernández 2014). Su amplia difusión permite plantear la existencia de unas redes de intercambio a lo largo de todo el valle (Montes y Alday 2012) intensificadas sobre todo a partir de esta fase.

Los conjuntos faunísticos disponibles para este periodo son escasos (n= 8), y de ellos, solo Mendandía (NISP= 3272) y Artusia I (NISP= 245) superan los 100 restos identificados, lo que podría relacionarse con ocupaciones de corta duración, con una gestión particular de los residuos (al tratarse todos los yacimientos de abrigos pequeños) o con problemas tafonómicos en la conservación de los restos óseos. La estrategia de caza es diversificada: en la mayoría de sitios se documentan entre 5 y 7 especies de ungulados cazadas. No hay ninguna especie que destaque especialmente: el ciervo, el corzo, el jabalí o el uro fueron cazados en los diferentes sitios. El conejo también es capturado, en algunos sitios como complemento, siendo en otros la especie principal (Artusia I y II, y Los Baños). Los perfiles de mortalidad de Mendandía, único sitio en el que disponemos de estos datos, muestran una estrategia de caza centrada en los animales adultos, en especies como el ciervo, el corzo o el caballo. Tan solo el uro fue capturado muy joven (Castaños 2005).

El Mesolítico geométrico es el tecnocomplejo lítico propio de las últimas sociedades de cazadores-recolectores del Valle del Ebro, siendo el geometrismo de la industria lítica común en toda Europa durante el séptimo milenio cal BC, aunque con diferentes denominaciones (Marchand y Perrin, 2017). En el Valle del Ebro es la etapa mesolítica con mayor número de yacimientos y la mejor documentada (Utrilla y Montes 2009): se inicia a partir del 7000 cal BC (Fig. 2.7), solapándose con los últimos Mesolíticos de muescas y denticulados, pero su final no es sincrónico, ya que se produce con el proceso de neolitización del valle. Durante su desarrollo se produce la transición climática al Holoceno Medio, marcada por el evento frío y árido del 8.2 (8200 cal BP; 6200 cal BC) (Alcolea 2018, González-Samperiz et al. 2017), cuyo impacto en las sociedades humanas del momento no parece importante: el territorio del valle del Ebro mantuvo activos los asentamientos. El Holoceno medio se caracteriza por unas condiciones climáticas húmedas, por un aumento de las temperaturas en las alturas medias y por la complejidad de los regímenes de precipitaciones (Montes et al. 2016 González-Sampériz et al. 2017,

Alcolea 2017). En lo relativo a la industria lítica, cabe destacar la recuperación de la tecnología laminar y la elaboración estandarizada de proyectiles líticos en forma de microlitos geométricos (trapecios y triángulos) (Utrilla et al. 2009, Alday y Soto 2017), mediante uso de la técnica del microburil.

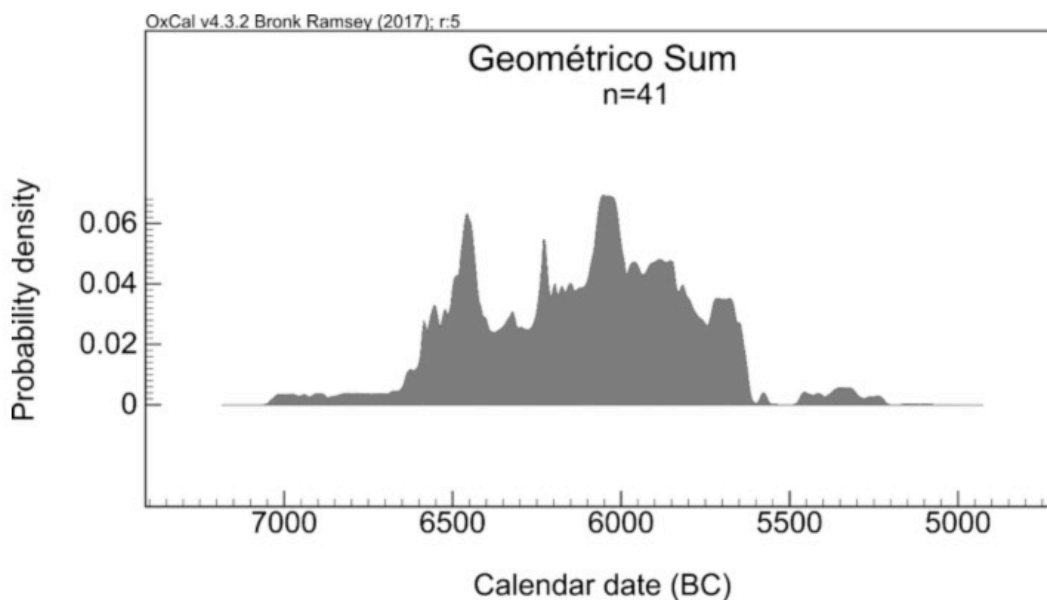


Fig. 2.7. Fechas vida larga y corta del Mesolítico Geométrico en todo el Valle del Ebro. Elaboración propia con el programa Oxcal y la curva de calibración IntCal13 (Bronk Ramsey 2001, 2009; Reimer et al. 2013)

Dentro de la geometrización se han reconocido tres fases (Fig. 2.8) a partir de la morfología de los microlitos (Utrilla et al. 2014). La primera fase (6900-6200 cal BC) se caracteriza por los trapecios de retoque abrupto y por el solapamiento con el tecnocomplejo anterior (Utrilla et al. 2014, Soto et al. 2016). En la segunda fase (6200-5700 cal BC) predominan los triángulos abruptos sobre los trapecios. La última fase (a partir de 5700 cal BC) coincide con la neolitización: se documentan los primeros elementos de carácter neolítico como los geométricos con retoque en doble bisel y la cerámica.

El poblamiento sigue el mismo patrón que el periodo anterior (Fig. 2.9), se ocupan los mismos abrigos (Mendandia, Forcas II, Peña 14, Ángel 1 y 2, Artusia), se ocupan por primera vez otros (Botiqueria, Costalena, Valcervera, Rambla) y se conocen asentamientos al aire libre como el Cabezo de la Cruz (Rodanés y Picazo 2013). Este aumento en el número de yacimientos, sobre todo en áreas como el Bajo Aragón, puede estar relacionado con un aumento de la población durante este periodo, pero también con

una mejor conservación de sus registros, y una mayor visibilidad de los geométricos, fácilmente identificables.

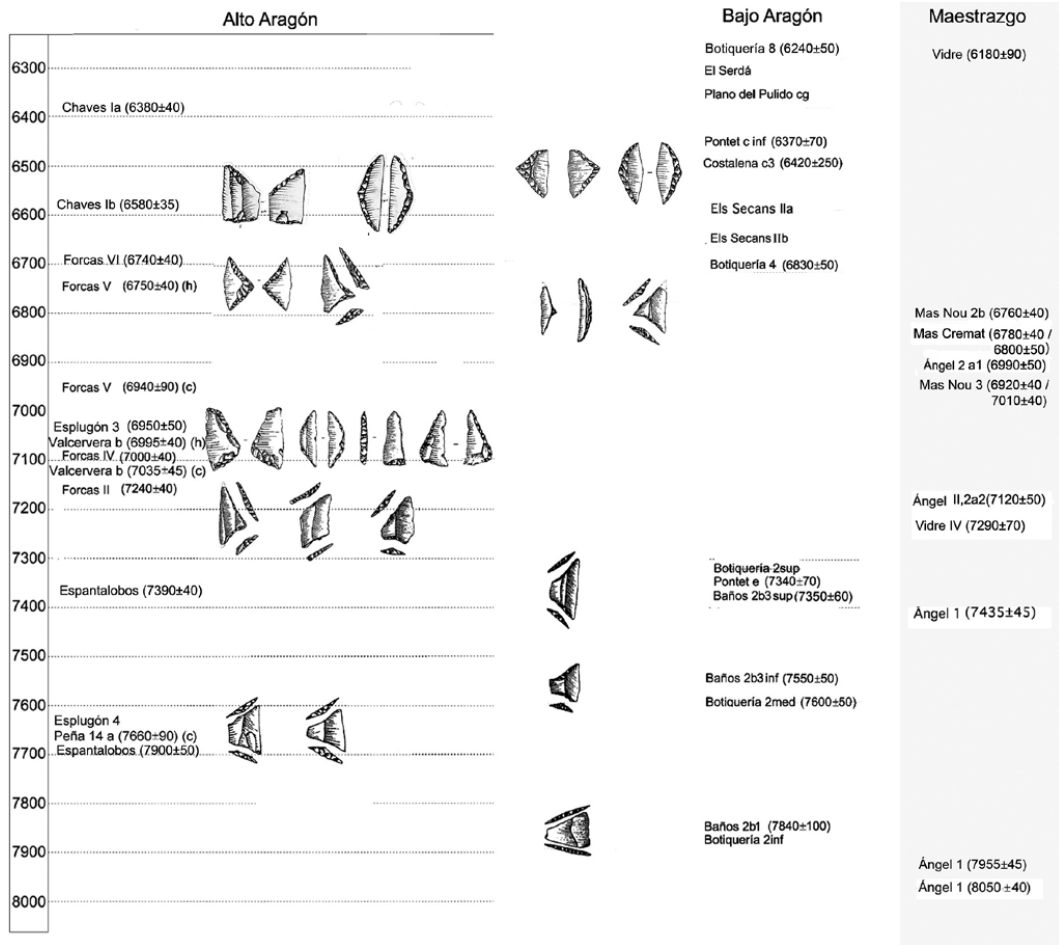


Figura 2.8. Evolución de las armaduras del Mesolítico Geométrico en Aragón (Utrilla et al. 2014)

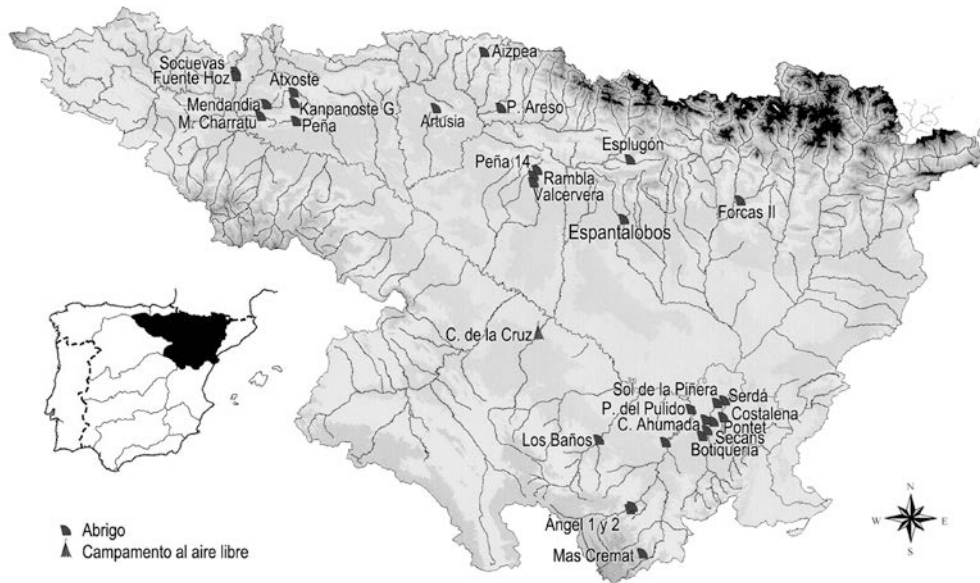


Fig. 2.9. Principales yacimientos del Mesolítico geométrico del Valle del Ebro (Montes et al. 2015)

Las materias primas, aunque continúan siendo mayormente locales, incorporan mayor porcentaje de sílex exógenos para actividades concretas, especialmente la elaboración de los proyectiles (Alday y Soto 2017, García-Simón 2018). Durante este periodo, las redes de intercambio parecen asentarse, como muestran los numerosos hallazgos de la mediterránea *Columbella rustica*, tanto perforada como sin perforar, que aparece en todo el valle del Ebro (Fig. 2.10): Forcas II, Los Baños de Ariño, Angel 1, Ángel 2, Pontet, Costalena y Botiquería de Los Moros, Cabezo de la Cruz, Padre Areso, Aizpea y Fuente Hoz (Álvarez-Fernández 2014).

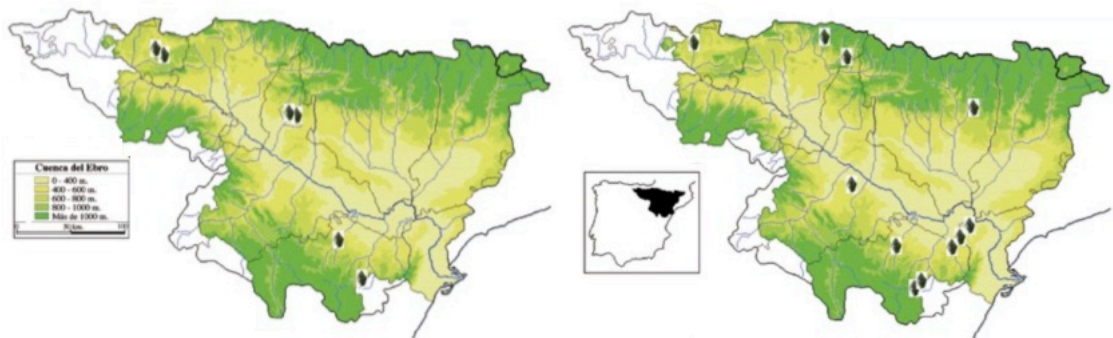


Fig. 2.10. Distribución de sitios con *Columbella rustica* perforada en el Valle del Ebro durante el Mesolítico de muescas y denticulados (izda) y el geométrico (dcha) (Álvarez-Fernández 2014: 327).

Económicamente, el número de conjuntos faunísticos disponibles aumenta considerablemente ($n= 15$) frente a la etapa anterior, y crece también el número de conjuntos con más de 100 NISP (Aizpea, Mendandia, Forcas II, Kanpanoste Goikoa, La Peña y Cingle de Mas Cremat). La caza continúa diversificada, con al menos 5 especies abatidas en la mayoría de los sitios, entre las que el predominio depende del biotopo, pero siempre con el ciervo ocupando un lugar importante, como primera o segunda especie más numerosa. Además, la captura del conejo pierde importancia en este periodo. Los perfiles de mortalidad, en aquellos yacimientos donde han sido publicados (Mendandia, Forcas II, Mas Cremat, Aizpea, La Peña), indican que el número de individuos jóvenes cazados es casi el mismo que de individuos adultos, salvo en Mendandia y Forcas II, donde se abaten individuos jóvenes de ciervos y uros. Este aumento de jóvenes, junto a otros criterios como el aumento de asentamientos y de las colecciones líticas de los mismos, así como la existencia de redes de intercambio de materias primas y elementos de prestigio, lleva a plantear un aumento de la complejidad socioeconómica de estos grupos (García-Martínez De Lagran 2008).

El Neolítico se documenta por primera vez en la Península Ibérica en distintos sitios de la costa mediterránea, como Guixeres de Vilobi (5644-5491 cal BC, Oms *et al.* 2014), En Pardo (5619-5488 cal BC, Soler *et al.* 2013), Cendres (5546-5374 cal BC, Bernabeu and Molina 2009), El Barranquet (5607-5367 cal BC, Bernabeu *et al.* 2009) o la Sarsa (5533-5377 cal BC, Garcia-Borja *et al.* 2012). Pero en estas mismas fechas, e incluso con anterioridad, se documentan sitios con elementos asociados al neolítico en tierras interiores, concretamente en el Valle del Ebro: en Chaves y Forcas II en Huesca, y en Peña Larga y Mendandia en Álava, que presentan casuísticas diferenciadas:

- En Chaves, se documenta un completo bagaje neolítico (ganado doméstico, hoces, cerámicas cardiales, elementos óseos y de adorno, cubetas de almacenaje...) en fechas entre 5614-5478 cal BC (Utrilla y Laborda, 2018).
- En Forcas II, los niveles V y VI (5730-5610 y 5740-5580 cal BC) presentan algunos restos materiales (cerámicas impresas y cardiales, geométricos con retoque en doble bisel) propios del Neolítico, aunque no se documentan prácticas agropecuarias: son interpretados como un caso de aculturación por contacto (Utrilla y Mazo, 2014).
- En Peña Larga, se han localizado varios fragmentos de una sola cerámica con decoración cardinal en la parte más baja del nivel IV, que presenta tres fechas escalonadas a lo largo de prácticamente 2000 años. La fecha más antigua, sobre ovicáprido doméstico, es relacionada con el recipiente cardinal (5715-5561 cal BC) y considerada representativa de una economía productiva (Fernández Eraso 2011). Queda por demostrar la asociación entre esta fecha y el vaso cardinal (sería anterior a cualquier conjunto cardinal de la costa peninsular), y la gestión ganadera de los ovicaprinos reconocidos, cuya extrema fragmentación impide diferenciar oveja y cabra y sólo permite establecer un NMI de 5 individuos (Castaños, 1997).
- En Mendandia, la aparición en su nivel III superior (datado en 6260-5940 cal BC) de 300 fragmentos de cerámica (mayoritariamente sin decorar) los convierte en los más antiguos de todos los hallazgos peninsulares (Alday 2006). De nuevo, la ausencia de prácticas agropecuarias sugiere préstamos materiales “neolíticos” (hay también armaduras en doble bisel) pero no una economía neolítica.

La mayoría de los indicios parecen indicar que el Neolítico se adoptó en torno al 5600 cal BC en el Valle del Ebro procedente de las costas mediterráneas (Laborda 2018), en un proceso de colonización rápido, en el que Chaves supone un destacado y temprano asentamiento (Utrilla y Laborda 2018).

El Neolítico, desde el punto de vista arqueográfico, se caracteriza por una serie de innovaciones documentadas en el registro. La primera es la cerámica, que ha sido considerada como la innovación fundamental del Neolítico, siendo su fósil director y base de su periodización interna. Hoy se acepta que en el Mediterráneo occidental, el primer horizonte es el caracterizado por la cerámica *impresa*, restringida a la península Itálica, el Golfo de León, la costa del Languedoc occidental y algunos puntos concretos de la costa mediterránea de la península Ibérica (El Barranquet, Mas d'Is, En Pardo, o Guixeres de Vilobí) en fechas entre el 5800 y el 5500 cal BC (Oms 2017, Guilaine 2018).

El segundo horizonte es el cardial, cuya dispersión geográfica entre 5500-4900 cal BC supone la instalación en todo el occidente mediterráneo de los grupos del Neolítico antiguo (Oms 2017). En el Valle del Ebro (Fig. 2.11), además de los conjuntos con fechas extraordinarias que hemos comentado antes (Forcas II y Peña Larga, pero no Mendandia donde no aparecen estas decoraciones) el horizonte cardial se data en los niveles 1b de la cueva de Chaves (5614-4845 cal BC; Baldellou 2012; Utrilla y Laborda 2018), en el nivel 1n de Rambla de Legunova (5364-5211 cal BC; Montes et al. 2016), en Balma Margineda (5472-5322 cal BC; Oms et al. 2016), en la Cueva del Parco (5297-4839 cal BC; Petit 1996), en la Cova Gran (5045-4791 cal BC; Mora et al. 2011), en los niveles 8 y 6 de Botiqueria dels Moros (5316-5056 y 5194-4796 cal BC; Barandiarán y Cava 2000), en y en la Cova del Vidre nivel 4 (45311-5076 cal BC; Bosch 2016). Pueden suponer algún problema las fechas del nivel c2 de Costalena (4449-4241 cal BC; Barandiarán y Cava 2000) y de la capa cg de Plano del Pulido (4554-4375 cal BC; Utrilla et al. 2014) por demasiado reciente, mientras que el nivel c sup de Pontet no ha sido datado. En esta fase, Chaves es el gran yacimiento en el área prepirenaica, con una cultura material muy similar al resto de yacimientos del cardial mediterráneo y con paralelos cerámicos con la costa catalana y la valenciana (Utrilla y Laborda, 2018). Algo posterior es el nivel 1n de Rambla de Legunova, un pequeño abrigo con cerámica cardial.

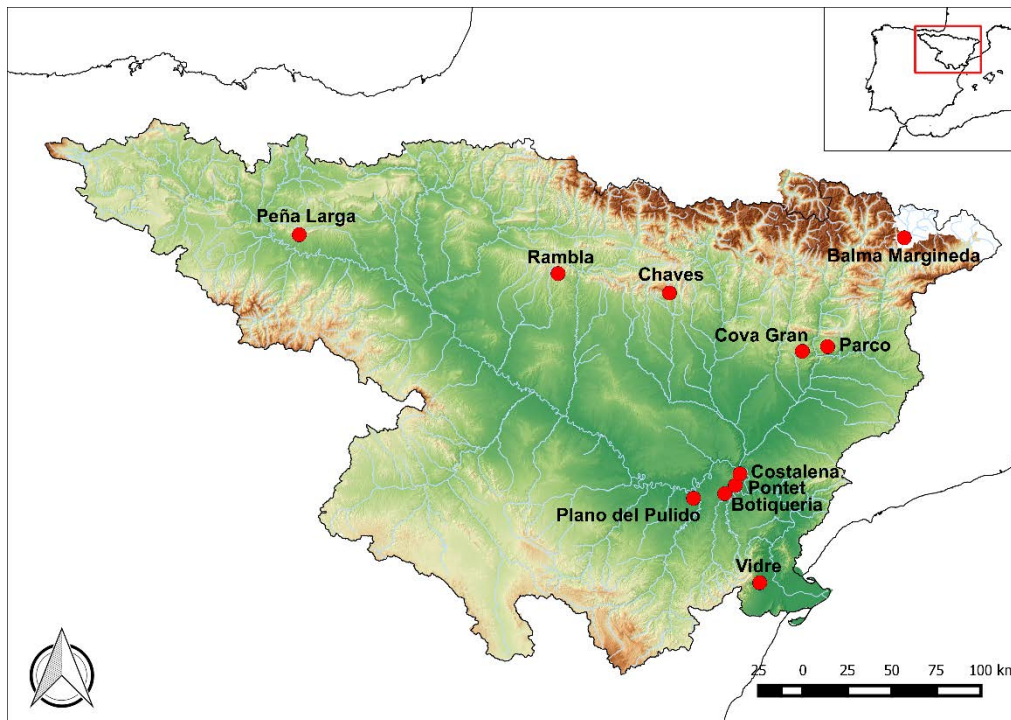


Fig. 2.11. Distribución de yacimientos del neolítico antiguo cardial en el Valle del Ebro (Laborda, 2018)

El siguiente horizonte del Neolítico antiguo es el denominado horizonte de impresas de instrumento, inciso-impresas con/sin boquique (Laborda 2018), que se ha venido denominando anteriormente como Epicardial. Además de las impresiones con instrumentos diversos, estos conjuntos presentan diferentes técnicas decorativas como las acanaladuras, las digitaciones, las unguilaciones o el uso de cordones, siendo el boquique la técnica más característica. Se desarrolla solapándose con el horizonte cardial en la Meseta, en Portugal y en todo el Valle del Ebro (Fig. 2.12), donde se localiza en yacimientos como Chaves (Ia: 5474-5079 y 5308-5057 cal BC, Baldellou 2011; Utrilla y Laborda 2018), Esplugón (3sup: 5309-5220 cal BC; Berdejo et al. 2018), Cueva Colomera (CV10: 5286-5002 cal BC; Oms et al. 2012), Los Cascajos (5321-5058 cal BC; García Gazólaz et al. 2011), Atxoste (5316-5020 cal BC; Alday 2006), Puyascada (5219-5055 cal BC; Laborda 2018), Les Trocs (I: 5312-5219 cal BC; Rojo et al. 2013) y Coro Trasito (5323-5081 cal BC; Gassiot et al. 2017). Esta fase se caracteriza por un mayor número de yacimientos, sobre todo en el área pirenaica (Puyascada, Trocs, Coro Trasito, Colomera), que parece que se empieza a poblar de forma más o menos permanente, cultivando y criando animales domésticos (Antolín et al. 2018). También parece que se producen contactos con poblaciones de otras áreas, como indican los paralelos cerámicos con la Meseta, el Alto Ebro y el sur de Francia (Laborda 2018).

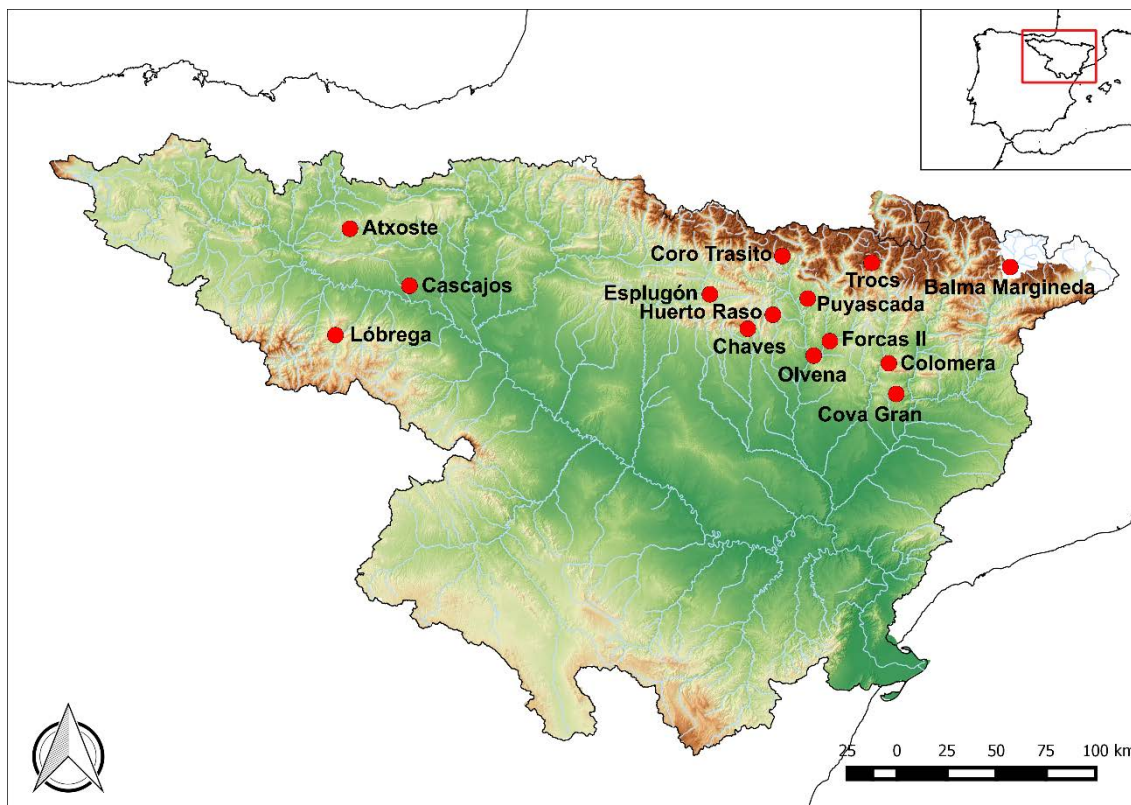


Fig. 2.12. Distribución de yacimientos con cerámicas impresas de instrumento, inciso-impresas y boquique del Valle del Ebro (Laborda, 2018)

En el ámbito Pirenaico del Valle del Ebro (nuestra zona de estudio), las fechas de radiocarbono de vida corta de cada uno de estos dos horizontes (Fig. 2.13_) evidencian un desarrollo diferenciando, en parte coincidente: el horizonte cardial se extiende en la zona pirenaica entre el 5600 y el 4600 cal BC, con su máximo auge entre el 5300 y el 4800 cal BC, mientras que el horizonte de impresas de instrumento se desarrolla entre el 5300 y el 4600 cal BC.

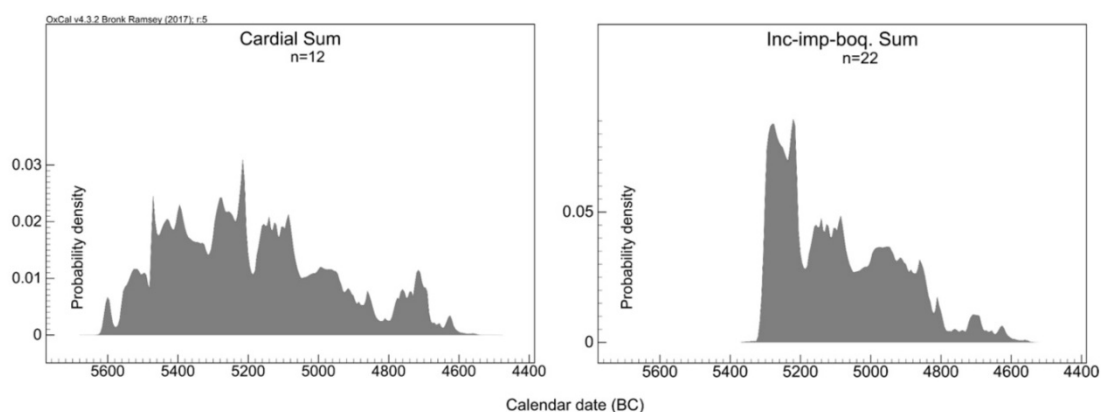


Fig. 2.13. Distribución de fechas C14 de vida corta del neolítico antiguo del Valle del Ebro: izda. horizonte cardial; dcha.: horizonte impresas e inciso-impresas. Elaboración propia con el programa Oxcal y la curva de calibración IntCal13 (Bronk Ramsey 2001, 2009; Reimer et al. 2013)

Además de la cerámica, con el Neolítico se dieron importantes innovaciones en la industria lítica que también se registran en el Valle del Ebro: entre los elementos tallados aparecen el retoque en doble bisel en los microlitos geométricos y nuevos tipos como los taladros de pico muy destacado y láminas usadas como hojas de hoz, y se emplean técnicas de pulimento de la piedra para la realización de hachas y azuelas, (Domingo 2014; Mazzucco et al. 2015). También adquiere relevancia la industria ósea (punzones, espátulas y cucharas se documentan en yacimientos como Chaves o Puyascada), y los adornos, que apenas había tenido importancia en el periodo mesolítico más allá del uso de la *Columbella rustica* como colgante: adquieren una gran variedad en hueso, concha y piedra.

Pero la innovación más importante, la que supuso el gran cambio del Neolítico con respecto a etapas anteriores como se ha mantenido en el inicio de este capítulo, es el cultivo de plantas y la cría de animales. En el Valle del Ebro la adopción de los animales y de las plantas domésticas, y al parecer de su gestión, se documenta en paralelo al resto de innovaciones materiales neolíticas, destacando en este aspecto Chaves, donde se han datado dos restos de oveja doméstica ca. 5500 cal BC (Utrilla y Laborda 2018).

En lo tocante a patrones de territorialidad y selección de los asentamientos, durante el Neolítico antiguo del Valle del Ebro se observan comportamientos diferenciados (Montes y Alday, 2012):

- continúa ocupados los abrigos que lo habían sido en el Mesolítico geométrico, como es el caso de Forcas II, Esplugón o Rambla en las estribaciones pirenaicas, y de Costalena, Botiquería, Pontet, Plano del Pulido, Ángel 1 y 2, Cova del Vidre o Clot de l'Hospital en el Bajo Aragón, Maestrazgo y Bajo Ebro. La incorporación de algunos restos de fauna doméstica (en unos conjuntos caracterizados por la pobre conservación de los elementos óseos), de cerámicas, del retoque bifacial en doble bisel... suele aparecer inmediatamente superpuesta a las capas de la fase anterior de estos sitios (aunque a veces con un ligero *decalage* cronológico), sugiriendo una cierta continuidad y participación de las gentes mesolíticas en la adopción de las innovaciones. La mayoría de los sitios citados corresponden a la fase cardial (¿o anterior en el caso de Forcas?), es decir, la más antigua del Neolítico en el Valle del Ebro.

- se ocupan *ex novo* cuevas donde no había habitación previa mesolítica, inaugurando a menudo las secuencias arqueológicas. Parece que se impone la ocupación de este tipo de recintos al surgir la necesidad de resguardar el ganado: son yacimientos cuyas capas neolíticas responden a menudo a perfiles tipo *fumier*. Sería el caso de los horizontes de impresas de instrumento de la Espluga de Puyascada, Trocs, Coro Trasito o Colomera (y quizás del nivel Ia de Chaves). Es pues un tipo de hábitat algo posterior a la fase cardial, destacando en el poblamiento del Pirineo algunas de las cavidades mencionadas, en cotas superiores a los 1300 y los 1500 metros, cuya ocupación puede ligarse a la explotación de pastos y otros recursos de altura (Antolín et al. 2018).
- a lo largo de todo el periodo se detectan poblados al aire libre como los Cascajos o Paternanbidea (Alday et al. 2012). Chaves, que cierra este discurso mercedamente, debe ser destacada de nuevo, al poder ser considerado su nivel Ib (datado en los primeros momentos del Neolítico antiguo cardial, hacia el 5600 cal BC) como un auténtico poblado, con sus estructuras negativas tipo silo o cubetas y un impresionante –cuantitativa y cualitativamente– lote de restos faunísticos y de materiales manufacturados, que fue construido en el interior de esta enorme cavidad (Utrilla y Laborda 2018).

3. ZONA DE ESTUDIO Y YACIMIENTOS

3.1 La cuenca del Ebro y las Sierras exteriores pirenaicas: Características físicas y ambientales.

La cuenca del Ebro es una amplia región de unos 40.000 km² que atravesada por este río se sitúa al noreste de la Península Ibérica. El Ebro, es el más caudaloso de los ríos peninsulares, nace en la cordillera Cantábrica y desemboca en el mar Mediterráneo tras un recorrido de unos 840 km, por lo que resulta (ahora y en tiempos prehistóricos) un excelente eje de comunicación entre las dos zonas costeras.

El valle del Ebro muestra una forma ligeramente triangular (Fig. 3.1) limitada al norte por la cordillera de los Pirineos que con picos por encima de los 3000 metros de altura hace de barrera natural entre el valle y el sur de Francia. Al sur, el Sistema Ibérico con su alternancia de sierras y fosas, separa el valle de la Meseta, y al este, la cordillera Costero-catalana se interpone entre el valle y la costa catalana. En su interior, las cuencas de sus afluentes condicionan las vías naturales de tránsito, facilitando los valles los recorridos N-S entorpecida por la disposición E-W de los relieves montañosos.



Fig.3.1 La Cuenca del Ebro: principales unidades de relieve y redes fluviales.

Su rasgo fundamental es su propio carácter sedimentario, que se inició durante el Eoceno con un depósito de origen marino, seguido por una serie de acumulaciones provocadas por la retirada del mar. Desde el punto de vista ambiental, el valle del Ebro reproduce toda la variedad ambiental que se encuentra en el ámbito mediterráneo, desde los paisajes

de influencia atlántica hasta los territorios semiáridos (Alday et al. 2018). Similar es la variedad climática, pudiéndose distinguir entre el clima de la Depresión central del Ebro, de características mediterráneas con gran contraste térmico y tendente a la aridez, el de los somontanos, con mayor humedad y gran amplitud térmica, y el clima de montaña de los Pirineos, con temperaturas más bajas, importante pluviometría y heterogeneidad de climas locales (Cuadrat 2004).

Los Pirineos, con una longitud de 435 kilómetros, deben sus rasgos estructurales a la orogenia alpina. El sector central, dentro del que se encuentra nuestra área de estudio, presenta las mayores altitudes (Aneto: 3404 m., Monte Perdido 3355 m., Vignemale: 3298 m.). Su configuración viene determinada por la existencia de tres unidades litológicas: el Pirineo Axial, con materiales paleozoicos, y el Prepirineo, formado por materiales mesozoicos aglutinados en las Sierras interiores adosadas al Pirineo Axial y en las Sierras exteriores, que constituyen las alineaciones más meridionales desde Navarra hasta el Segre. La red fluvial se desarrolla siguiendo un eje Norte-Sur en dirección a la Depresión del Ebro. Es precisamente la zona de las Sierras Exteriores, que por sus componentes litológicos (calizas, conglomerados y areniscas) favorecen la formación de cuevas y abrigos rocosos, la que presenta mayor número de yacimientos tanto mesolíticos como neolíticos (Utrilla et al. 2014; Alday et al. 2018), aunque cada vez son más numerosos los yacimientos de estas cronologías situados a más de 1000 m. en las Sierras interiores e incluso en ámbitos axiales (Baldellou 1987; Rojo Guerra et al. 2013; Clemente-Conte et al. 2014; Gassiot 2016; Laborda et al. 2017).

Las Sierras Exteriores son un conjunto de elevaciones montañosas que crean el primer desnivel de los Pirineos respecto a la Depresión del Ebro. Constituyen una banda que llega a superar los 50 km de anchura en algunos puntos, extendiéndose de este a oeste por la margen izquierda del Ebro. En el tramo aragonés forman una barrera montañosa uniforme, con alturas máximas que oscilan entre los 1000 y los 2100 metros, desde la sierra de Santo Domingo al oeste hasta las sierras de Guara y Olsón al este. Al llegar a la cuenca del río Cinca se rompe esta continuidad y quedan a su oriente una serie de pequeñas sierras disgregadas, como la Carrodilla, Sabinós o Mongay. Las sierras están orientadas tanto en un eje oeste-este (Santo Domingo, Loarre, Guara...) como norte-sur (Águila, Gabardiella, Olsón, etc.). Este relieve condiciona las comunicaciones entre la Depresión del Ebro, al sur, y la Depresión Media y otros espacios situados al norte. Por

eso, la mayoría de los tránsitos tradicionales se han realizado por recorridos de altura, a través de los collados, salvando importantes desniveles.

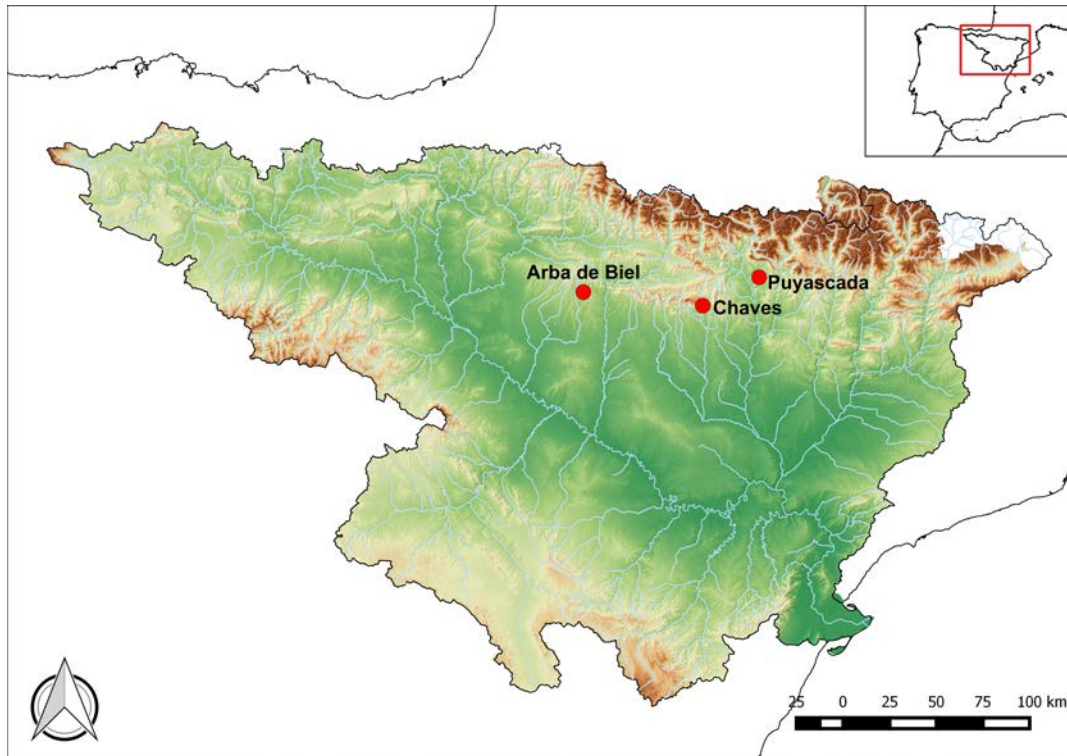


Fig.3.2 Yacimientos estudiados en el mapa del valle del Ebro

3.2 Yacimientos estudiados

3.2.1 La cueva de Chaves (Bastarás, Huesca)

La cueva de Chaves está situada en el Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara en Bastarás, localidad perteneciente al término municipal de Casbas de Huesca. Se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 663 metros y a unos 60 km de distancia de las cumbres del Pirineo (Fig. 3.3). Sus coordenadas (UTM 30T/WGS84) son: X:735313; Y:4678771.

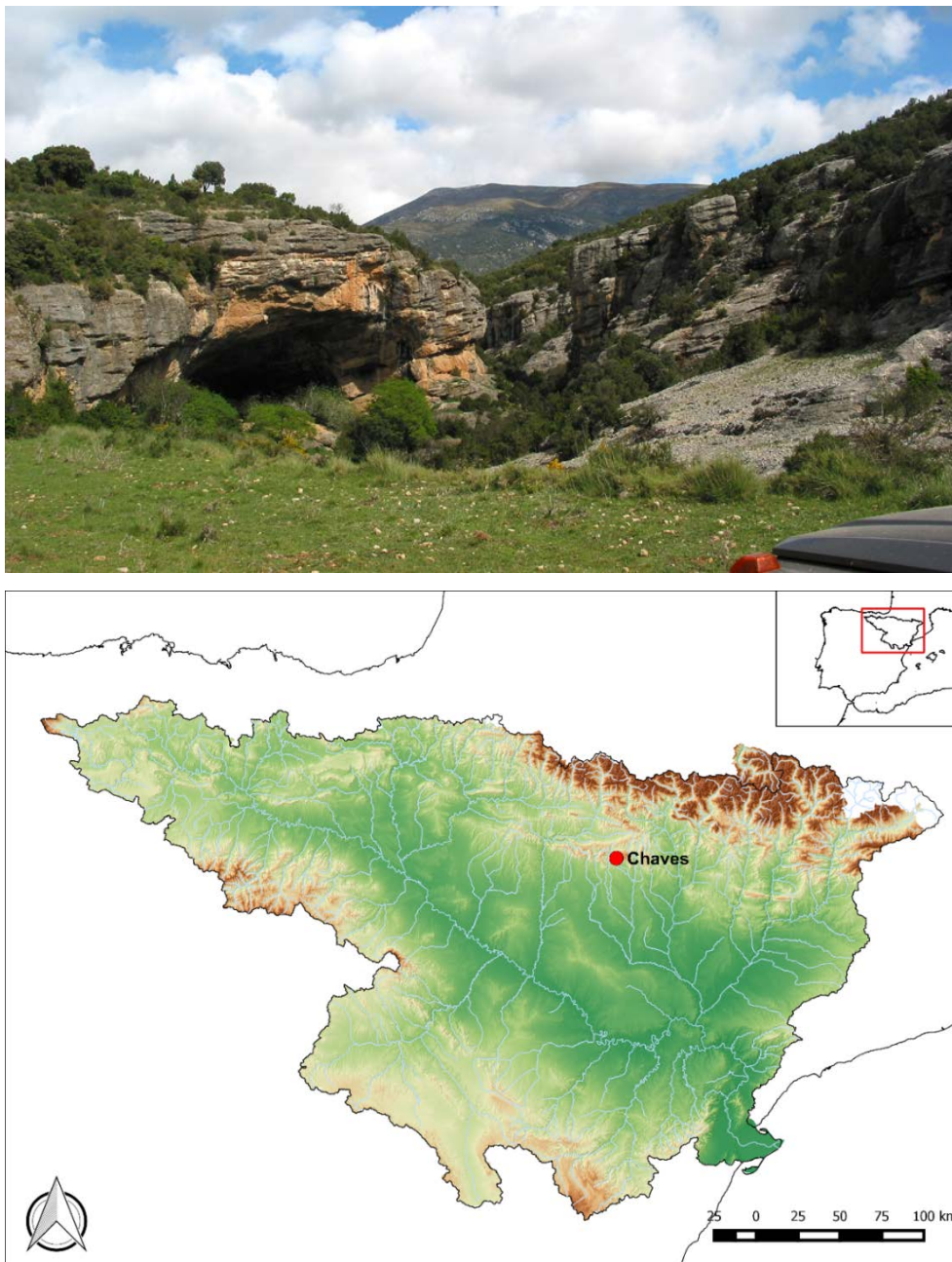


Fig.3.2 Cueva de Chaves: vista exterior y localización.

La boca de la cueva tiene unas dimensiones de 30 metros de alto y 60 metros de ancho, estando orientada hacia el este. Se encuentra junto el barranco del Solencio, tributario del río Formiga que a su vez vierte en el Alcanadre en la vertiente sur de la Sierra de Guara. El espacio habitable de la cavidad, un enorme tubo de planta triangular abierto en conglomerados que se va estrechando hacia el fondo, supone unos 1000m², de los cuales 110 m² han sido excavados. En el centro del vestíbulo, cayeron varios bloques de piedra de varias toneladas sobre los niveles neolíticos, dificultando de esta manera la excavación de la zona, pero favoreciendo la conservación de la ocupación solutrense y los enterramientos neolíticos. El yacimiento neolítico ocuparía la práctica totalidad del vestíbulo. Las condiciones de habitabilidad de Chaves son especialmente propicias (Utrilla y Laborda 2018): es amplia, soleada y relativamente seca, contando con un curso de agua a 30 metros por debajo de ella, en el barranco de Solencio. Su situación, en las Sierras exteriores, y su altura sobre el nivel del mar (663 metros) favorece el tipo de explotación mixto de tipo valle/montaña, cercana a la zona llana del Somontano. Es importante reseñar que, en 2007, el yacimiento neolítico sufrió un proceso de destrucción (Sentencia 00255/2016; 11/11/2016), que ha impedido trabajos posteriores.

Aunque era conocida con anterioridad y alguna publicación espeleológica señalaba la existencia de materiales arqueológicos en superficie, no fue hasta 1974 cuando el yacimiento tomó cuerpo, cuando el Grupo de espeleología del club Peña de Guara comunicó al recién nombrado director del museo de Huesca, Vicente Baldellou su existencia. Baldellou realizó las primeras excavaciones en 1975, publicadas en el primer número de la revista *Bolskan* (Baldellou y Castán 1983). En 1984, Pilar Utrilla se unió a la dirección de las excavaciones, y se excavó de manera ininterrumpida el yacimiento hasta 1992, encargándose Baldellou de los niveles neolíticos y Utrilla del yacimiento solutrense (agotado en 1984) y magdaleniense (de 1984 a 1992) (Fig. 3.3). En 1993 se produjo un parón de las campañas (salvo una breve intervención en 1998 en el campamento magdaleniense) que se reanudaron en los niveles neolíticos de 2005 a 2007, cuando se interrumpieron de nuevo. La destrucción del yacimiento, aunque conocida en 2009, se produjo ese mismo otoño de 2007.

La ocupación neolítica, en cuya fauna se centra este trabajo, es quizás la más representativa, pero hay que recordar que se hallaron también algunos niveles paleolíticos: una ocupación solutrense, con un nivel de cenizas (c1) que aportó abundante industria lítica y se dató en un primer momento mediante radiocarbono convencional

entre 22478-21034 cal BC (Utrilla et al. 2010) y, recientemente sobre un hueso que ha se ha fechado entre 19617-19062 cal BC (Utrilla y Laborda 2018). Los niveles magdalenenses (2a y 2b) de Chaves ocupan 62 m², y aparecieron bajo la costra carbonatada sobre la que se asentaron los ocupantes neolíticos. Presentan una industria lítica muy abundante con más de 1.500 piezas retocadas entre ambos niveles, además de industria ósea y abundante fauna. Esta ocupación ha sido datada entre 13793-12536 cal BC (Utrilla y Laborda 2018). Además, en algunos sondeos de 1975, próximos a la boca, se encontraron niveles de la Edad del Bronce que aportaron restos cerámicos y 3 hachas pulimentadas. En la gran cata interior comenzada en 1984 no se encontraron niveles del Bronce, pero sí materiales de esta cronología en el revuelto superficial y alguna intrusión en el nivel 1a (neolítico). Por último, se han encontrado también materiales históricos en el nivel superficial y como intrusiones en el paquete neolítico, restos humanos de 3 enterramientos datados al final del Imperio Romano e inicios de la Edad Media (Laborda 2018).

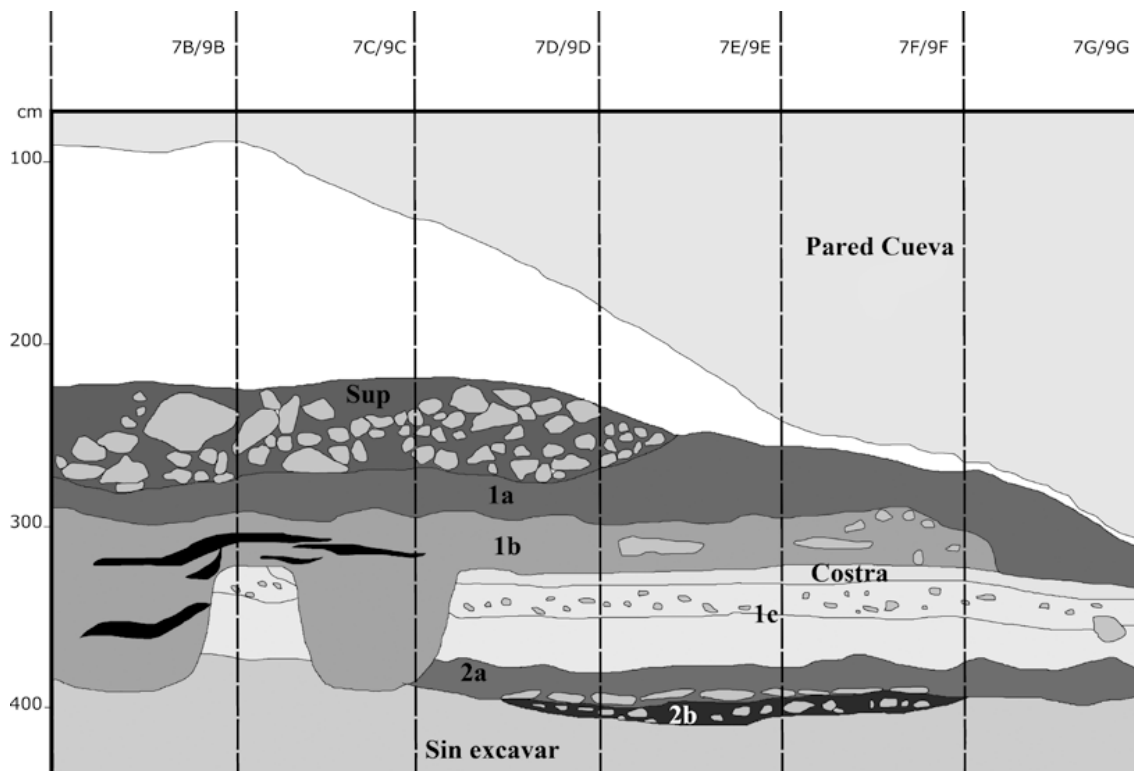


Figura 3.4 Perfil estratigráfico de la gran cata interior de Chaves. Niveles 1a y 1b: neolítico cardial.

Niveles 2a y 2b: magdalenense superior-final (Utrilla y Laborda, 1018)

En cuanto a la ocupación neolítica, en la excavación de Baldellou realizada en 1975 en la zona del vestíbulo próxima a la boca de la cueva, sus niveles fueron designados como Estratos IIa y nivel IIb al aparecer por debajo del estrato superficial (ES) y de los correspondientes a la Edad del Bronce (Estratos Ia, Ib y Ic). Esta subdivisión de los niveles neolíticos nació de la diferencia entre la compacidad y la coloración de ambas capas, ya que el IIa es mucho más polvoriento y alberga mayor número de piedras y bloques que el IIb, que además es mucho más oscuro.

A partir de la excavación de 1984, en la zona interior de la cueva, a los niveles neolíticos se les designó como 1a y 1b (denominación que ha permanecido desde entonces) debido a que aparecieron inmediatamente debajo del estrato superficial, pero las características sedimentológicas y el tipo de materiales que allí se encontraron eran totalmente equiparables a los niveles IIa y IIb de 1975. Estos niveles se sitúan sobre una costra estalagmítica muy compacta cuyo espesor oscila entre los 10 y los 15 cm. La costra fue perforada durante la primera ocupación neolítica (nivel 1b) por una veintena de estructuras que han sido identificadas como silos o cubetas de almacenaje, en algún caso con recipientes en su interior, aunque podrían haber tenido distintos usos (Zapata et al. 2008). También se documentaron numerosos hogares a lo largo del yacimiento e incluso presencia de empedrados por acumulación de cantos rodados y manteados de barro (Utrilla y Laborda 2018).

Aunque entre los niveles neolíticos de Chaves existen diferencias reseñables, en algunas zonas presentaban caracteres más homogéneos que dificultaron la diferenciación entre 1a y el 1b, y la consecuente adscripción de los materiales a las diferentes fases de ocupación. Según Laborda (2018) ciertos subniveles se asemejan a las facies de un *fumier*, si se atiende a las fotografías conservadas de los niveles y a los estudios antracológicos (Alcolea et al. 2017), que destacan que la cueva puede ser utilizada como redil. En Utrilla y Laborda (2018) se propone limitar esta característica al nivel Ia.

Los niveles neolíticos de Chaves que centran este estudio ofertan un total de 18 dataciones radiocarbónicas (Fig. 3.5) seis de ellas obtenidas sobre elementos de vida corta (bellota, *Ovis aries* y restos humanos) y el resto, de vida larga, pero sobre un solo carbón.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Ref. Lab	Fecha BP	Muestra	Nivel	Cal AC 2σ	Bibliografía
GrN-12685	6770±70BP	Carbón n/i	1b	5799-5550	Baldellou 2011
GrN-12683	6650±80BP	Carbón n/i	1b	5707-5478	Baldellou 2011
GrA-38022	6580±35BP	Ovis Aries	1b	5614-5479	Baldellou 2011
GrA-34258	6530±40BP	Carbón n/i	1b	5609-5380	Baldellou 2011
GrN-13604	6490±40BP	Carbón n/i	1b	5527-5368	Baldellou 2011
UCIAMS-66317	6470±25BP	Ovis Aries	1b	5481-5374	Baldellou 2011
CSIC-378	6460±70BP	Carbón n/i	1b	5549-5306	Baldellou 2011
GrA-34257	6410±40BP	Carbón n/i	1b	5471-5322	Baldellou 2011
GrA-28341	6380±40BP	Bellota	1b	5471-5303	Baldellou 2011
GrA-34256	6335±40BP	Carbón n/i	1b	5464-5218	Baldellou 2011
GrN-13602	6330±90BP	Carbón n/i	1b	5478-5063	Baldellou 2011
GrN-13605	6330±70BP	Carbón n/i	1a	5474-5079	Baldellou 2011
GrN-13603	6260±100BP	Carbón n/i	1a	5469-4991	Baldellou 2011
CSIC-379	6230±70BP	Carbón n/i	1a	5340-4999	Baldellou 2011
GrA-26912	6230±45BP	H.Sapiens	1a	5308-5057	Baldellou 2011
MAMS-28127	6227±28BP	H.Sapiens	1a	5301-5069	Villalba-Mouco <i>et al. e.p.</i>
D-AMS 015831	6180±54BP	H.Sapiens	1a	5296-4998	Villalba-Mouco <i>et al. e.p.</i>
CSIC-381	6120±70BP	Carbón n/i	1a	5281-4845	Baldellou 2011

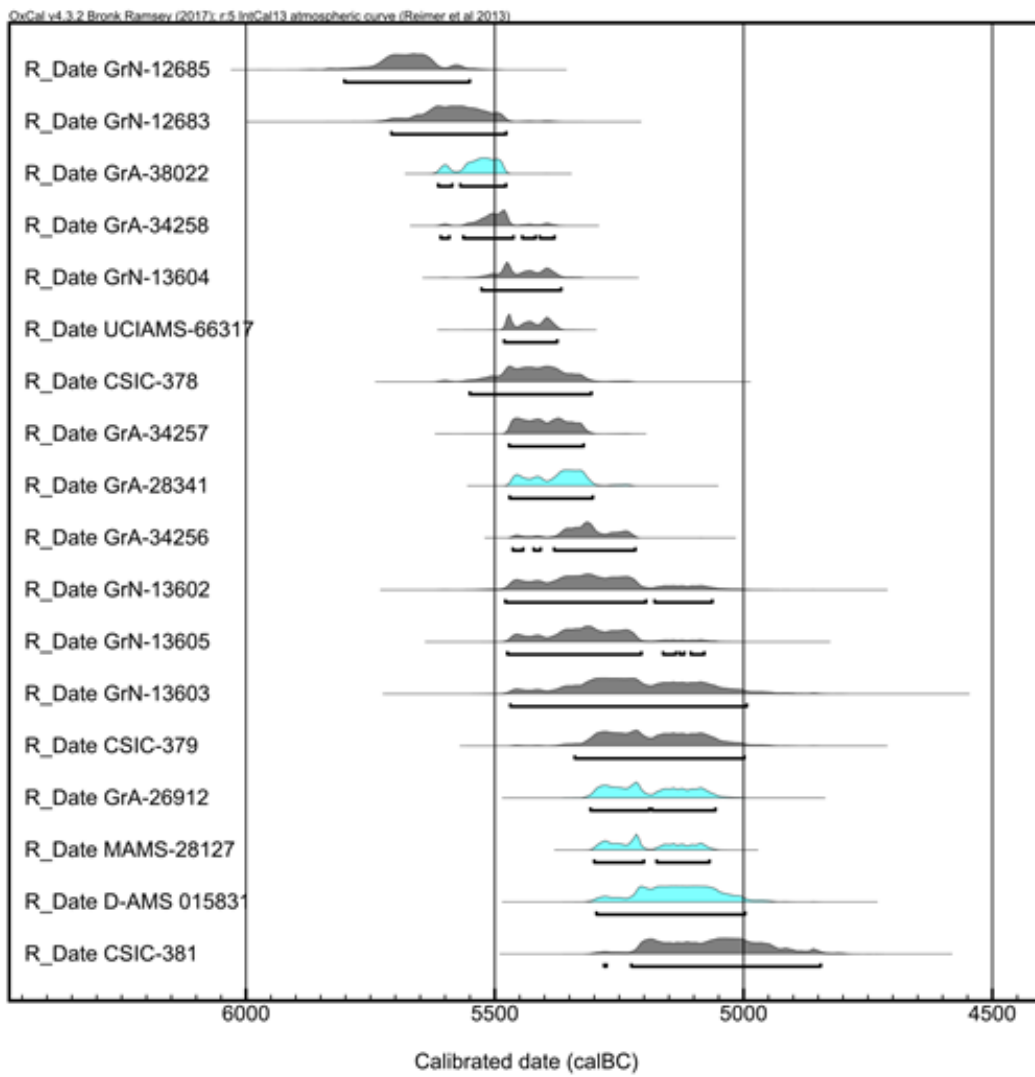


Figura. 3.5. Tabla de fechas C14 del Neolítico de Chaves y gráfica de distribución de las fechas. En azul las de vida corta a 2 sigma. Calibradas con OxCal v 4.3.2. (Bronk Ramsey 2017) Curva atmosférica IntCal13 (Reimer et al. 2017). (Laborda 2018).



Chaves 1b

Figura 3.6. Vasos cerámicos del nivel Ib (cardial antiguo) de Chaves (Laborda 2018).

Los niveles neolíticos de Chaves se caracterizan por la riqueza de sus materiales (Utrilla y Laborda 2018). Se ha documentado abundante cerámica (Fig. 3.6): 11.206 fragmentos que han permitido individualizar hasta 170 recipientes, en los que es habitual la decoración cardial y una gran diversidad funcional (vasijas, vasos, botellas, etc.). Los taladros, las hojas de hoz y los geométricos son los elementos más característicos del conjunto lítico documentado. A estos elementos hay que sumar (Fig. 3.7) un importante conjunto de hachas o azuelas pulimentadas, que se utilizaron para tareas variadas como el trabajo de madera, las tareas agrícolas, el procesado de animales o el trabajo de minerales (Domingo 2014; Mazzucco et al. 2015). También destaca la riqueza de la industria ósea, destacando punzones, puntas, alfileres, cucharas y espátulas elaboradas fundamentalmente sobre huesos de ovicápridos (De la Fuente 2001), y de elementos de adorno como colgantes de piedra, hueso o concha. Especialmente destacables entre los materiales documentados en Chaves son los cantos pintados con motivos figurativos y geométricos (Utrilla y Baldellou 2001-2002). Por último, cabe también destacar la presencia de un enterramiento en fosa datado en el 5308-5057 cal BC (correspondiente a la ocupación del Ia), que portaba un anillo de hueso y se encontraba fuertemente replegado y parcialmente cubierto de ocre.

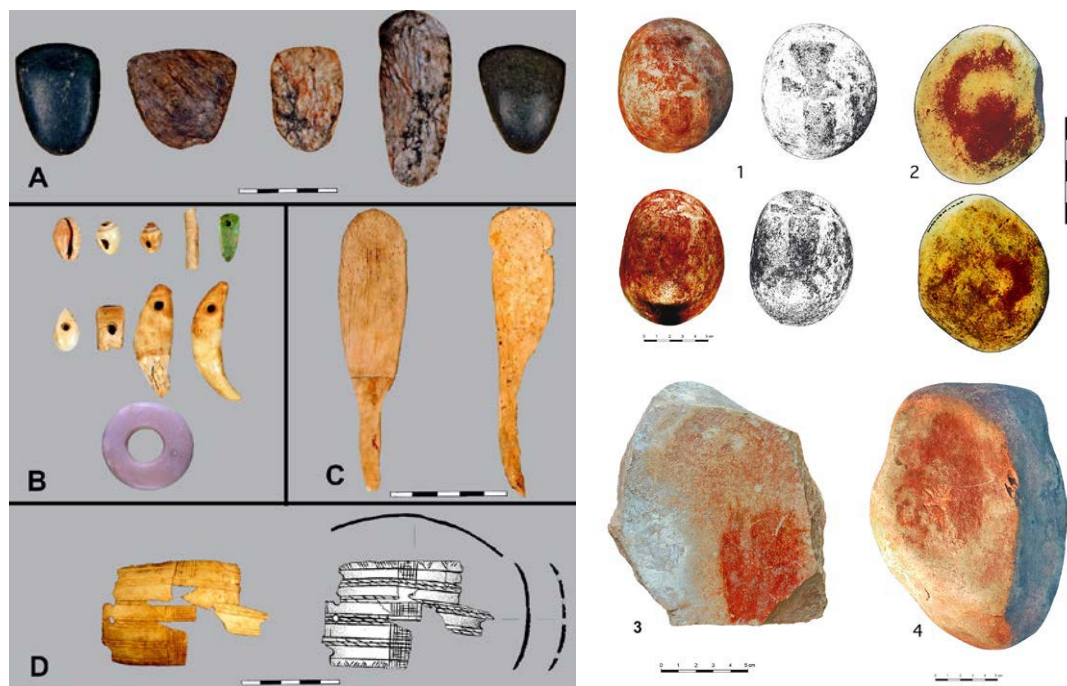


Figura 3.7. Selección de materiales varios del neolítico de Chaves: hachitas pulimentadas, colgantes varios, cucharas de hueso, placa-brazalete en hueso y cantos pintados (Utrilla y Laborda, 2018).

3.2.2 La Espluga de la Puyascada

La Espluga de Puyascada (Fig. 3.8) está situada entre los ríos Cinca y Ésera, en el tramo medio de la Sierra Ferrera, en el llamado Prepirineo Aragonés. La localidad más cercana es San Juan de Toledo, que pertenece al término municipal de La Fueva. Sus coordenadas son (UTM 31T/WGS 84) X: 277980; Y:4704430 y se encuentra a unos 1300 m snm.



Figura 3.8. Vista y localización de la Espluga de la Puyascada (Foto: www.turismosobrarbe.com)
La boca de la cavidad se abre en la base de un cortado calizo, orientada hacia el sur, conformando un imponente porche de más de 15 metros de anchura totalmente iluminado.

La cueva consiste prácticamente en un amplio vestíbulo bastante llano que se asemeja a un gran abrigo (Baldellou 1987). El yacimiento fue descubierto por Anchel Conte en los años 70 y excavado, o mejor sondeado, por Vicente Baldellou en 1975, quien acometió un total de 4 catas en distintas áreas del yacimiento (Baldellou 1987):

- La cata 1 se componía de un estrato superficial conformado por una o varias capas de excrementos de oveja con un espesor de 20-30 cm, se hallaba el estrato E.1., donde se encontraron diferentes materiales arqueológicos entre los que cabe destacar las cerámicas impresas e incisas de clara filiación neolítica. Este estrato E.1. estaba compuesto por tierras limosas de color marrón oscuro, donde había muchos restos orgánicos, así como carbones y cenizas.
- La cata 2 resultó totalmente estéril, habiéndose hallado tan solo grandes bloques debido, probablemente, a un desprendimiento.
- La cata 3 resultó la más compleja a nivel estratigráfico. Debajo del estrato superficial compuesto por excrementos, se encontraban dos estratos (E.1a y E.1b), con un espesor de unos 50-60 cm cada uno, donde se halló escaso material adscrito a un “estadio campaniforme”. Debajo de estos estratos, se hallaron el E.IIa y el E.IIb, con un espesor máximo de unos 60 cm cada uno. Estos estratos se parecen mucho al E.1 de las catas 1 y 4, tanto a nivel sedimentológico como por los materiales que se hallaron allí, todos ellos compatibles con el Neolítico antiguo.
- La cata 4 estaba compuesta por un estrato superficial conformado por restos fecales de animales y carbones. Bajo este se encontraba un depósito de menor potencia conformado por tierras limosas de color marrón oscuro, manchas de oxidación y carbones. Los materiales eran similares a los de las catas 1 y 3, adscritos al Neolítico antiguo.

Las dataciones obtenidas por Baldellou en Puyascada (Fig. 3.9) se agrupaban en dos fases del Neolítico (antiguo y final). Recientemente, un resto de oveja del nivel E.1 (cata 1), ha suministrado una fecha de 5219-5055 cal BC (Laborda 2018).

Ref. Lab.	Cata/Nivel	Muestra	Fecha BP	Cal BC (2σ)	Bibliografía
CSIC-383	C3 /E.IIb	Carbón	4560±80	3490-3020	Baldellou 1987
CSIC-382	C3/ E.IIb	Carbón	5580±70	4465-4268	Baldellou 1987
CSIC-384	C1 /E.1	Carbón	5930±60	4893-4687	Baldellou 1987
D-AMS019110	C1/ E.1	<i>Ovis aries</i>	6206±31	5219-5055	Laborda, 2018

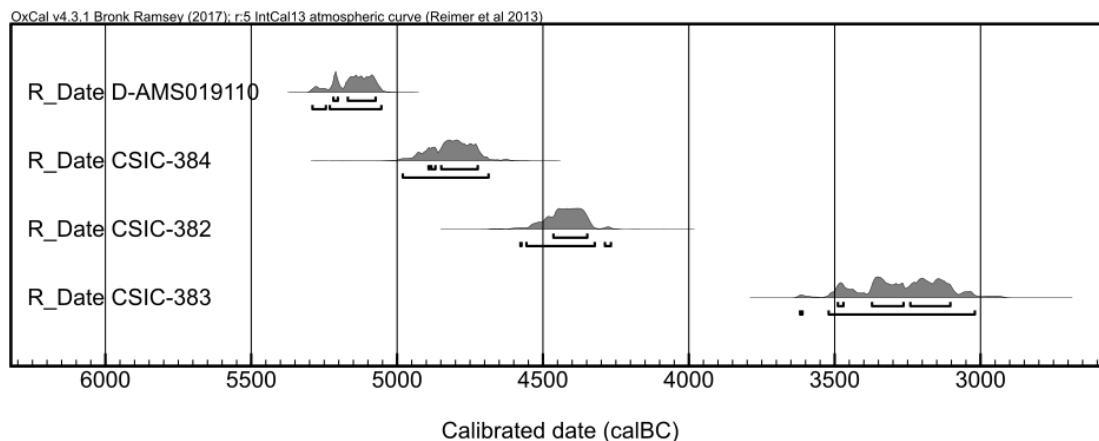


Figura 3.9. Tabla de fechas C14 del Neolítico de Espluga de la Puyascada y gráfica de distribución de las fechas. Calibradas con OxCal v 4.3.2. (Bronk Ramsey 2017) Curva atmosférica IntCal13 (Reimer et al. 2017) (Laborda, 2018).

A pesar de la escasa superficie excavada (12 m²), la riqueza de materiales es grande (Fig. 3.10). La cerámica es especialmente abundante, sobre todo si se relaciona el número de fragmentos (1.929) con la superficie excavada (apenas 12 m²). De gran calidad, los 45 vasos decorados (sobre un total de 95 individualizados) presentan decoraciones mayoritariamente impresas (pero sin elementos claramente cardiales), incisiones, cordones e incluso técnica de boquique. La industria ósea es también abundante y variada (punzones, espátulas, defensas de jabalí), y destacan las hachas pulimentadas (numérica y cualitativamente), varios fragmentos de molino y algunas cuentas perforadas de hueso y concha. Además, se documentaron en el sedimento fragmentos de manteados de barro cocidos (Laborda 2018). La industria lítica es escasa, destacando los soportes laminares, cuyo análisis funcional muestra el uso de las láminas para el corte herbáceo, para tareas de procesado de animales y, en menor medida, para siega de cereal (Mazzucco et al. 2013), y el predominio de los sílex lacustres del valle del Ebro, aprovisionados a unos 80-90 km del yacimiento que se transportarían en soportes ya tallados.

Con estos datos, tradicionalmente se venía planteando una ocupación temporal del yacimiento durante los meses de verano dentro de una estrategia de movilidad pastoril (Rodanés y Ramón 1995; Utrilla y Baldellou 1996) también supuesta para otros yacimientos de la zona (Rojo et al. 2013). Pero la presencia de un gran volumen de vasos decorados, elementos como cucharas de hueso o láminas con patina de cereal podrían deberse a un asentamiento más permanente de lo que se ha planteado, y explicarse por un uso recurrente y prolongado del sitio (Laborda 2018).

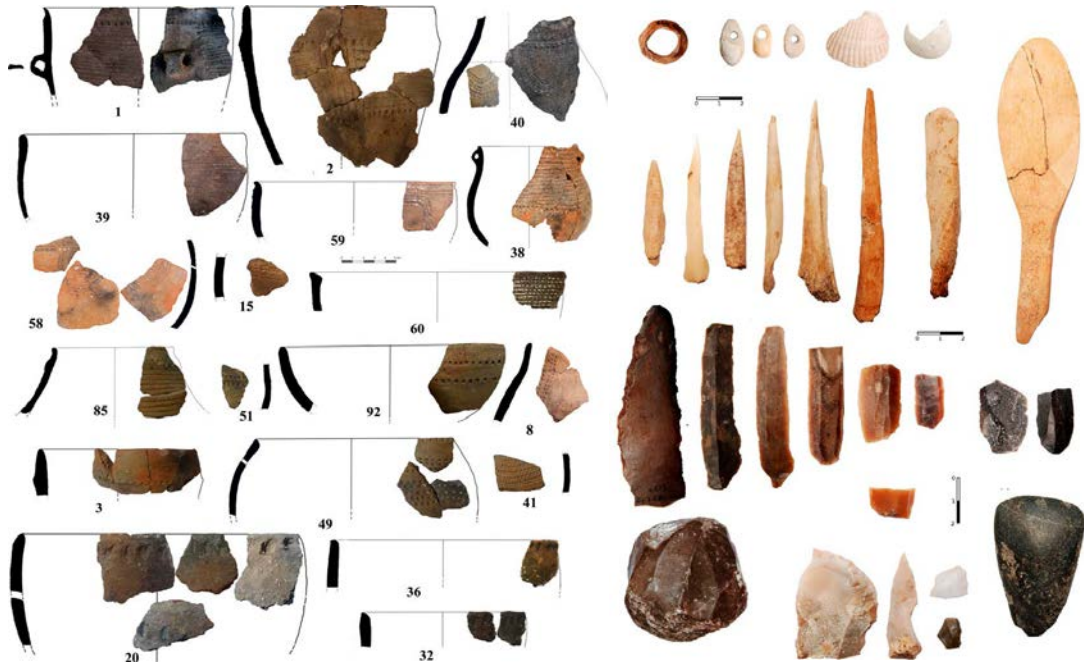


Fig. 3.10. Selección de materiales procedentes de Puyascada (Laborda, 2018). Izda: vasos decorados (Laborda, 2018). Derecha: adornos, industria ósea y materiales líticos (originalmente de Mazzucco et al. 2013, modificado por Laborda 2018)

3.2.3 Los asentamientos de la cuenca del Arba de Biel

El valle del Arba de Biel se sitúa en el Prepirineo central, formando parte de las sierras exteriores pirenaicas (Fig. 3.11). Se trata de una depresión de origen eoceno, conformada por conglomerados, calizas, margas y areniscas. El río Arba de Biel, que articula el valle, es un pequeño afluente de 70 km de longitud en la margen izquierda del río Ebro, y junto con el Arba de Luesia y el Riguel, forma el sistema de los Arbas.

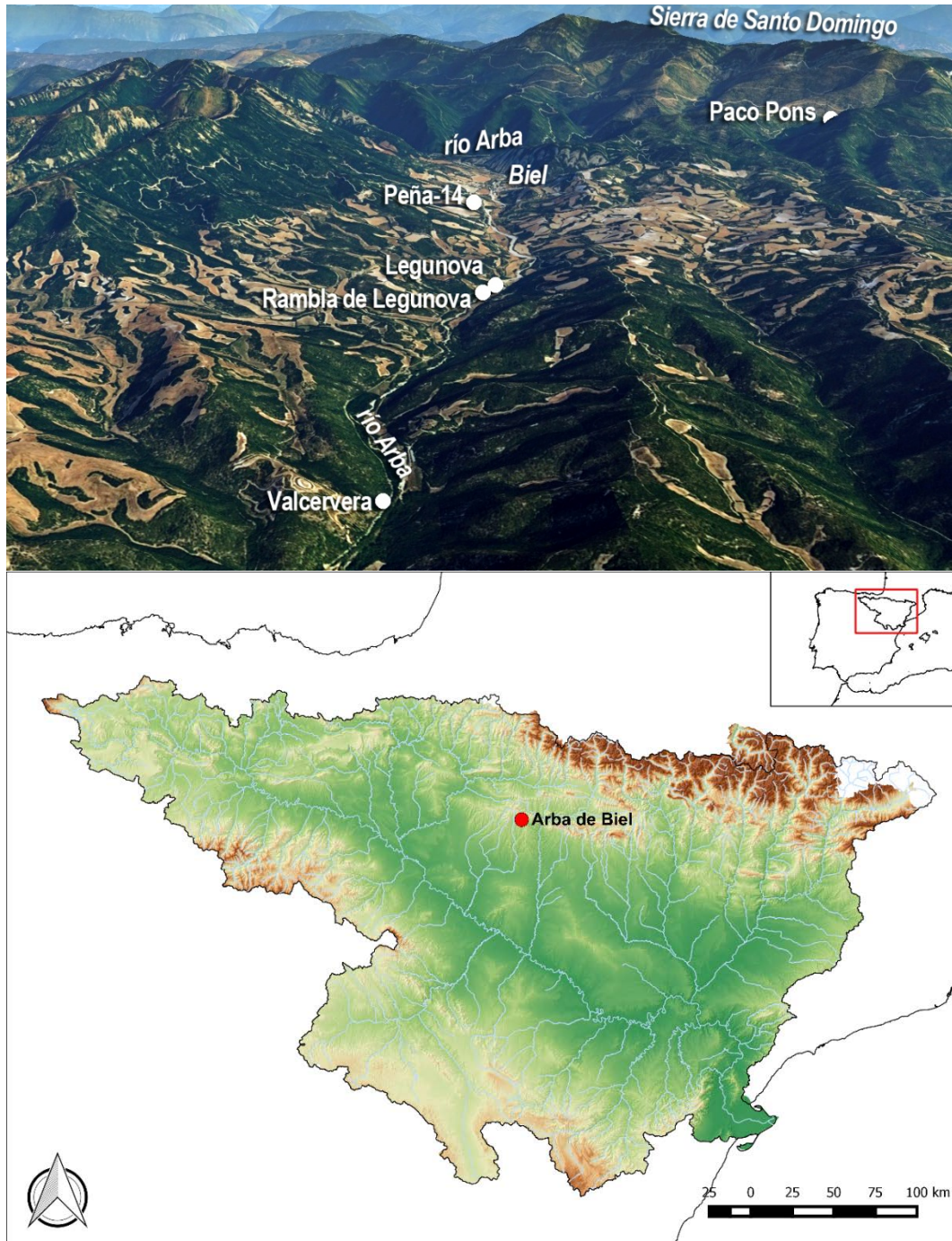


Figura 3.11. Localización de los yacimientos a lo largo del valle del Arba de Biel y localización del mismo.

El conjunto arqueológico de Biel se ubica al pie de las Sierra prepirenaica de Santo Domingo, en la comarca zaragozana de las Cinco Villas. El terreno es montañoso, pero no muy alto. El fondo del valle se encuentra a menos de 700 metros sobre el nivel del mar, y las montañas cercanas no alcanzan los 1500 metros. El Arba de Biel discurre de norte a sur a través de una densa red de barrancos, algunos de los cuales se extienden a lo largo de varios kilómetros. Posee un régimen de lluvias elevado (ca. 1000 mm anuales) en comparación con las zonas vecinas debido a la entrada de frentes atlánticos cuyo avance se ve frenado por la Sierra Mayor provocando un incremento de las precipitaciones en esta cuenca. Actualmente, la zona presenta una cierta rigurosidad climática (media anual en torno a los 11°C), con temperaturas moderadas en verano y suaves en otoño, e inviernos fríos (media de 2°C) y primaveras frescas.

Todo ello lo convierte en un área ideal para la vida y la explotación de recursos naturales. Así lo atestigua la presencia de ocupación continuada desde el final del Pleistoceno hasta el Holoceno medio (Montes et al. 2016) en un total de 5 yacimientos: Legunova, Peña-14, Rambla de Legunova, Valcervera y Paco Pons, excavados y estudiados desde el año 1999 hasta la actualidad por Lourdes Montes y Rafael Domingo. Esos trabajos han permitido atestiguar la ocupación humana de este territorio de forma prácticamente ininterrumpida a lo largo de 10 milenios (entre *ca.* 14500 y 4300 cal BP), abarcando las etapas crono-culturales desde el Magdalenense final hasta el Calcolítico (Figs. 3.12 y 3.13).

Los habitantes prehistóricos de la zona aprovecharon también los sílex contenidos por los conglomerados de Las Lezas (a unos 500 m al norte de Biel), que pudieron explotar directamente en este lugar, y más fácilmente todavía, recogidos secundariamente en la glera del río, arrastrados por el río tras erosionar la formación. Estudiados por Luis Miguel García-Simón (2018), se trata de una variedad de origen marino ampliamente explotada por los más antiguos habitantes del Arba de Biel, cuyo uso descendió notablemente a partir del Mesolítico geométrico, pasando a valores prácticamente anecdóticos desde el Neolítico.

La tabla de dataciones y la selección de materiales siguientes caracterizan y sintetizan globalmente la prehistoria del Arba de Biel. Tras ellas, se ofrece una revisión individualizada, y breve, de los yacimientos que hemos estudiados de este conjunto: Peña-14, Rambla de Legunova, Valcervera y Paco Pons: aquellos que presentan ocupaciones del Mesolítico geométrico y del Neolítico.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

PERIODO CULTURAL	SITIO /NIVEL	REFERENCIA LABORATORIO Y MUESTRA		FECHA BP (34)	FECHA Cal BP (2s)
Calcolítico	PacoPons 1	GrN-25997	H	3890 ±100	4781-3987
Neolítico	Rambla b	GrA-24746	H	4545 ± 45	5436-5057
		GrA-49356	H	4595 ± 40	5465-5063
	Rambla 1	GrA-49388	H	4815 ± 40	5643-5499
		GrA-52086	H	5175 ± 40	6003-5761
		GrA-51860	H	5440 ± 35	6299-6191
		GrA-52691	H	5670 ± 60	6629-6316
PacoPons 2	GrA-19294	C	6010 ± 45	6966-6740	
	GrA-19295	C	6045 ± 45	7142-6753	
Rambla 1n	GrA-51971	H	6295 ± 40	7314-7161	
Mesolítico Geométrico	Valcervera b	GrA-27876	C	6815 ± 45	7728-7581
		GrA-45783	H	6995 ± 40	7935-7728
		GrA-45763	H	7035 ± 45	7961-7761
	Rambla 2	GrA-64001	H	7225 ± 40	8160-7966
		GrA-47886	C	7235 ± 45	8165-7971
		GrA-61768	H	7260 ± 45	8174-7984
Peña-14 a	GrM-10123	H	6840±30	7733-7611	
	GrN-25094	C	7660 ± 90	8638-8225	
Mesolítico de muescas y denticulados	Peña-14 b	GrM-10224	H	7650±35	8538-8390
		GrM-10225	H	7895±35	8973-8595
		GrN-25998	C	8000 ± 90	9078-8606
		GrN-25999	C	8000 ± 80	9113-8599
		GrN-25097	C	8340 ± 130	9536-9026
		GrN-25098	C	8780 ± 110	10155-9611
	Legunova 1	GrA-24292	C	8200 ± 50	9301-9016
		GrA-22086	C	8250 ± 60	9418-9033
Legunova 2	GrA-24294	C	8800 ± 60	10160-9552	
Hiatus estériles	Legunova l Peña-14 c	GrA-20225 -	C -	9220 ± 70 -	10562-10234 -
Sauveterriense	Peña-14 d	GrM-10226	H	10120±40	12007-11412
		GrN-25096	C	10160±130	12381-11294
		GrN-26001	C	10430±190	12720-11621
		GrN-26000	C	10630±100	12740-12238
Aziliense	Legunova m	GrA-24295	C	10760 ± 60	12750-12586
Magdaleniense final	Legunova q	GrA-27846	C	11240 ± 60	13242-13000
		GrA-27841	C	11640 ± 60	13581-13331
		GrA-27843	C	11780 ± 60	13742-13473
		GrA-22087	C	11980 ± 80	14050-13596
		GrA-24296	C	12060 ± 60	14078-13760
		GrA-22089	C	12500 ± 90	15110-14242

Figura 3.12. Períodos culturales, yacimientos, niveles y fechas del entorno de Biel (H: hueso, HH: hueso humano, C: carbón). (Modificado a partir de Montes et al., 2016).

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES


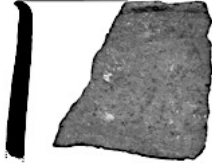







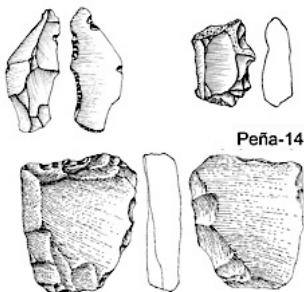
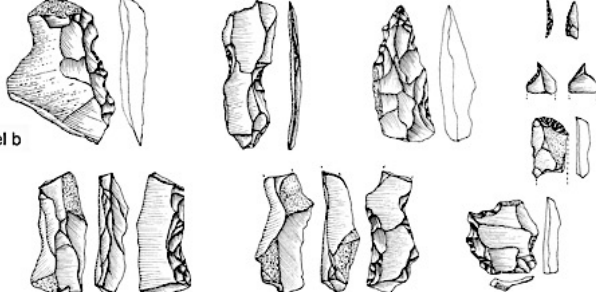




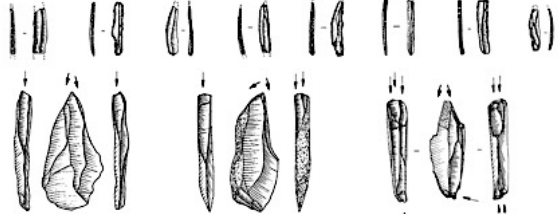
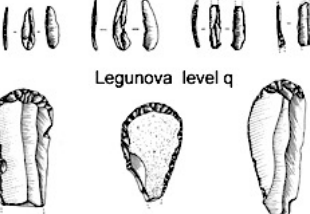
<p>ARBA DE BIEL</p> <p>REPRESENTATIVE MATERIALS</p> 	 <p>Paco-Pons level 1 (funerary)</p>	<p>CHALCOLITHIC</p>
<p>RECENT</p>  <p>MIDDLE</p>  <p>ANCIENT</p>  	<p>Rambla de Legunova level b (funerary)</p> <p>Rambla de Legunova level 1</p> <p>Rambla de Legunova level 1n</p> <p>Paco-Pons level 2</p>	<p>NEOLITHIC</p>
 <p>Peña-14 level a</p>	 <p>Valcervera level b</p> 	<p>GEOMETRIC MESOLITHIC</p>
 <p>Peña-14 level b</p>		<p>NOTCHES & DENTICULATE MESOLITHIC</p>
	 <p>Peña-14 level d</p>	<p>SAUVETERRIAN</p>
	 <p>Legunova level m</p>	<p>AZILIAN</p>
	 <p>Legunova level q</p>	<p>FINAL MAGDALENIAN</p>

Figura 3.13. Materiales representativos del Arba de Biel (Montes et al., 2016).

Peña 14

El yacimiento de Peña-14 se encuentra en la margen derecha del río Arba de Biel, al pie de la carretera que une Luesia y Luna con Biel, apenas 600m al sur de esta población (Montes 2001; Montes et al. 2016; García-Simón 2018; Soto et al. 2019).

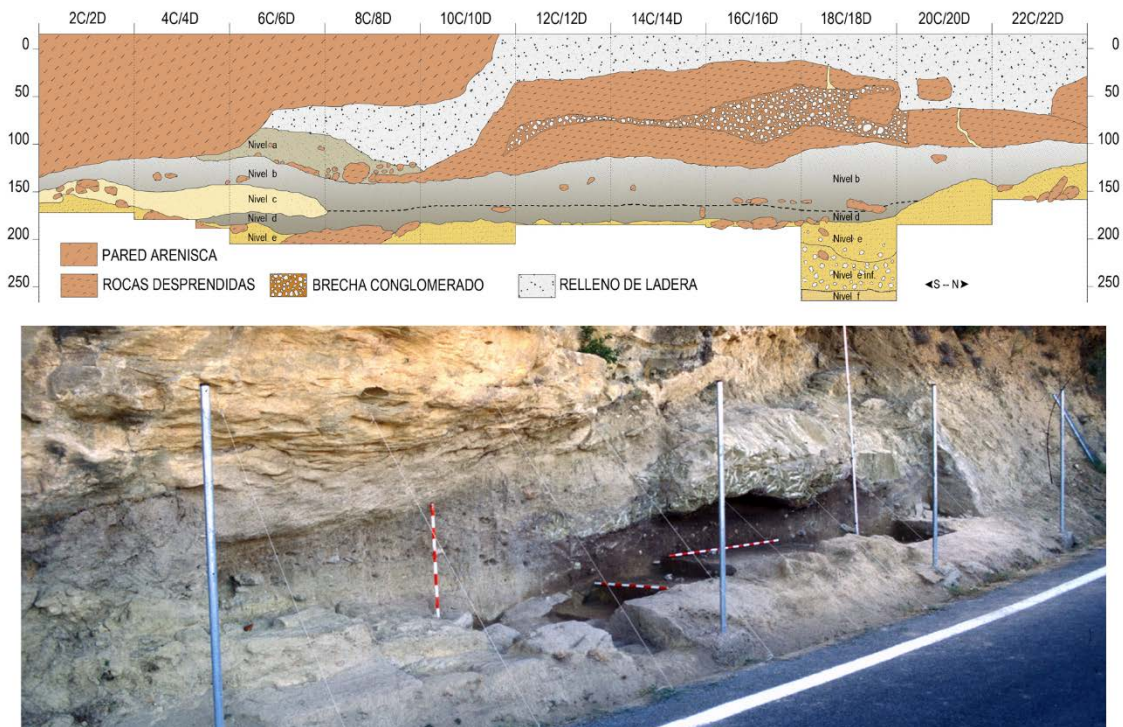


Figura 3.14. Corte estratigráfico y vista del yacimiento de Peña-14 (Soto et al. 2019)

En el yacimiento se ha descrito una secuencia estratigráfica (Figura 3.14) compuesta por 7 niveles (3 de ellos arqueológicos), que abarca más de 4000 años y arranca con el **nivel superficial**, compuesto por arenas y arcillas de color amarillento, arqueológicamente estéril. El **nivel a** está compuesto por limos masivos de tonalidad grisácea, con abundancia de carboncillos dispersos y plaquetas de areniscas quemadas. Es un nivel pobre en industria lítica y en fauna, pero tanto la industria, dos trapezios de retoque abrupto, como las dataciones radiocarbónicas llevan al Mesolítico geométrico. El siguiente es el **nivel b**, formado por un sedimento arenoso compactado en grumos, que incluye un gran número de clastos areniscos fácilmente relacionables con el desplome de una parte importante de la visera del abrigo que cubre los cuadros septentrionales. Este nivel tiene industria que se adscribe al Mesolítico de Muestras y Denticulados. El **nivel c** es una capa de arenas amarillas, completamente estéril, que se correspondería con el vacío de ocupación de más de 1000 años observado. El **nivel d**, que estaba compuesto por arenas masivas de coloración grisácea, contenía un importante número de materiales

líticos como raspadores circulares, las armaduras triangulares y laminitas de dorso microlíticas. Estos materiales pueden ser adscritos al Sauveterriense. El **nivel e**, compuesto de arenas amarillentas brechificadas y compactas con clastos de arenisca, gravas y cantos, y el **nivel f**, compuesto por arcillas miocenas, son los dos últimos niveles del sitio, ambos estériles.

En resumen, en Peña 14 encontramos 3 niveles con ocupación de periodos distintos que van desde el Sauveterriense hasta el Mesolítico Geométrico. El radiocarbono muestra una serie de ocupaciones esporádicas repartidas en estos tres momentos, con un vacío de unos 800 años entre la primera ocupación del abrigo (Sauveterriense) y el Mesolítico de muescas y denticulados, al que estratigráficamente parece suceder sin solución de continuidad el Mesolítico geométrico.

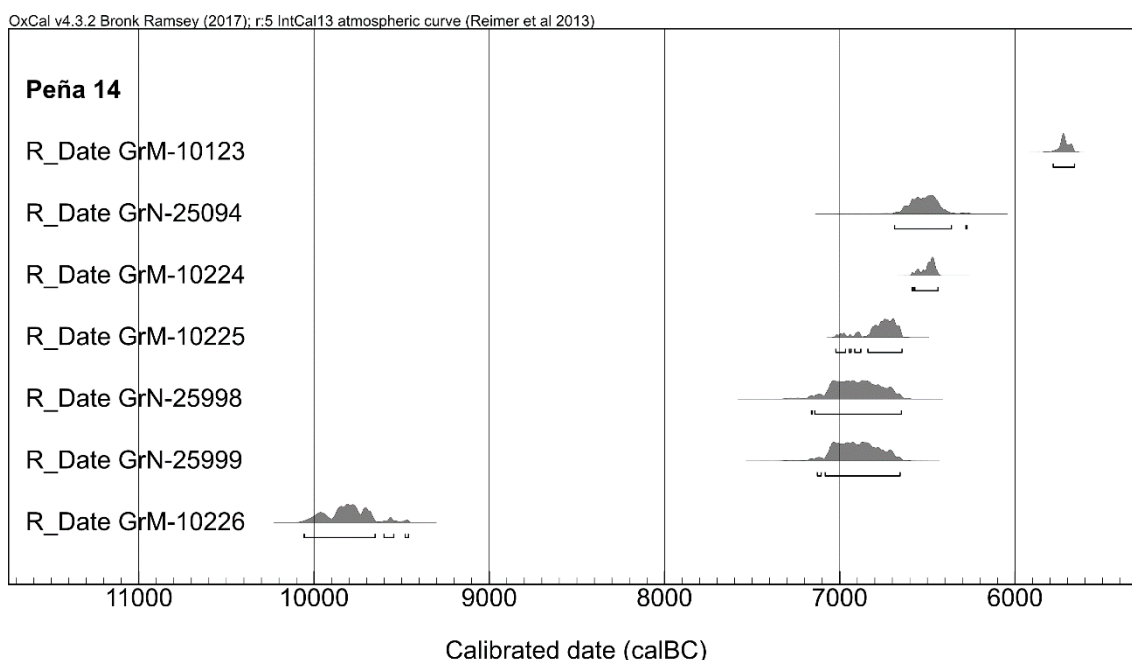


Figura 3.15 Representación gráfica de la dispersión de las dataciones calibradas de Peña-14. (OxCal v.4.3.2. (Bronk Ramsey 2017); IntCal 13 atmospheric curve (Reimer et al. 2013).

Valcervera

El yacimiento de Valcervera se sitúa en la margen derecha del río Arba de Biel, le separan unos 3,5 km del conjunto Legunova-Rambla, y en torno a 6 km de Peña 14. Es el yacimiento más meridional del conjunto. Se han localizado 4 niveles, aunque tan solo uno con ocupación humana (Domingo y Montes 2009; Montes 2005; Montes et al. 2016). En primer lugar, se documenta un **nivel superficial** de potente tierra suelta bajo la cual se

encuentra un nivel de limos amarillos arqueológicamente estéril. El **nivel a**, compuesto por sedimento oscuro y suelto, muestra indicios de remoción. Aparecen restos líticos y óseos procedentes del nivel inferior o de otro nivel desaparecido. La datación de uno de los restos otorgó una fecha de 4645 ± 45 BP. Por debajo de este nivel se documenta el **nivel b**, de tonalidad grisácea y fuertemente carbonatado. En este nivel se documentaron restos líticos, faunísticos y carbones. La industria lítica es de clara adscripción mesolítica geométrica. Las dataciones han mostrado una ocupación continuada a lo largo de 3 centurias.

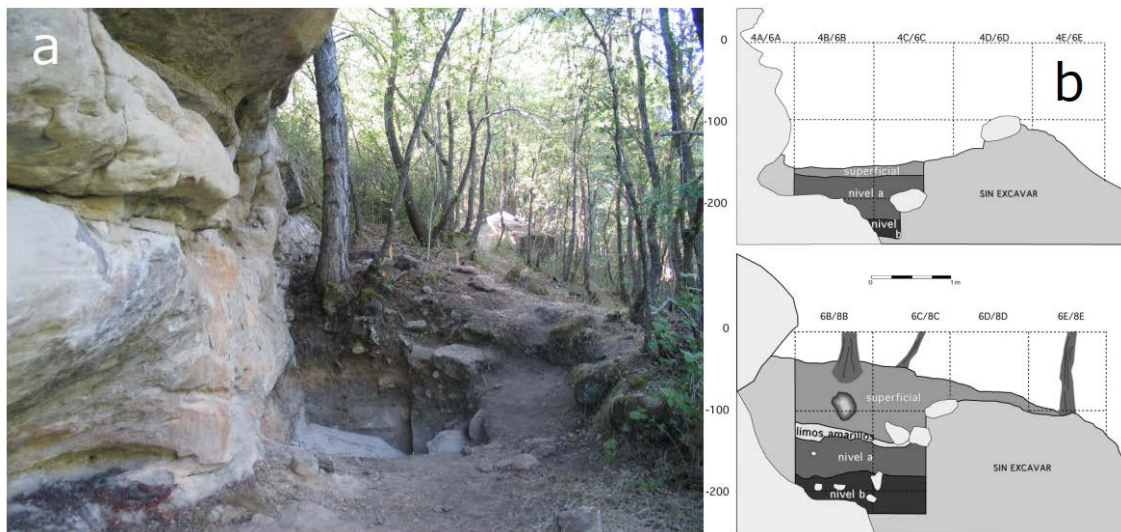


Figura 3.16 Yacimiento de Valcervera. Vista general (a) y cortes estratigráficos.

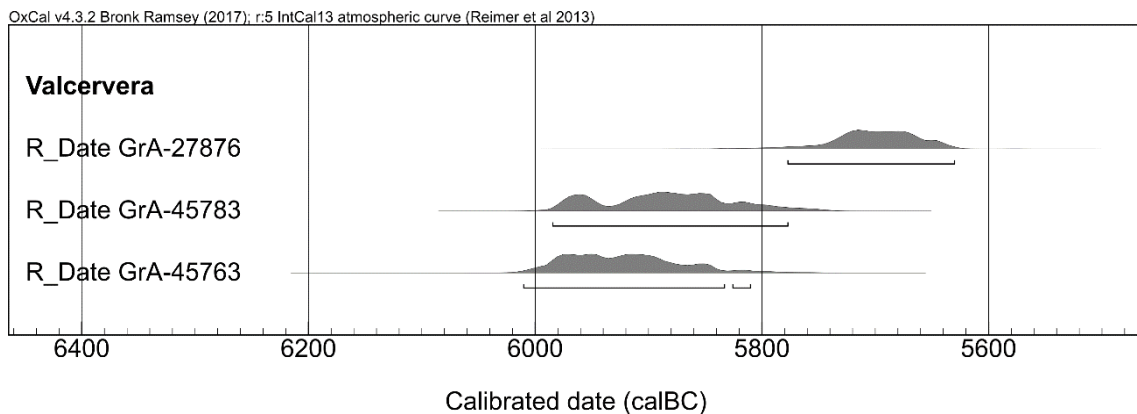


Figura 3.17 Representación gráfica de la dispersión de las dataciones calibradas de Valcervera. (OxCal v.4.3.2. (Bronk Ramsey 2017); IntCal 13 atmospheric curve (Reimer et al. 2013).

Rambla de Legunova

Rambla de Legunova es un yacimiento situado a unos 700 msnm que se encuentra debajo de los restos de un abrigo de arenisca orientado hacia el este. Se descubrió en el año 2002

(Montes et al. 2000, 2003), llevándose a cabo un total de siete campañas (2002, 2003, de 2009 a 2012 y en 2014) (Montes y Domingo 2016, 54) que han permitido determinar ocupación/uso durante cuatro períodos: Mesolítico geométrico final, Neolítico antiguo, Neolítico medio y Neolítico final/Calcolítico. El yacimiento se encuentra dividido dos zonas: zona norte y zona sur, separadas durante la excavación por un bloque de arenisca (Fig. 3.18).

En la zona norte aparece en primer lugar un **nivel superficial** compuesto por una tierra vegetal que cubre al **nivel a**, de limos estériles. Por debajo de ellos, se encuentran los siguientes niveles: **Nivel b-0**: Sin restos arqueológicos, supone una fina capa de arcilla de entre 2-3 cm entre el nivel a y el b. Podría haber aparecido a consecuencia de un evento natural o también como un sellado del espacio de uso funerario que se encuentra inmediatamente inferior (nivel b). **Nivel b**: formado por limos marrones, con una estructura compacta. En este nivel se encontraron huesos humanos correspondientes al menos, a 3 individuos, así como varias cerámicas lisas y una lámina de 13 cm, pertenecientes a finales del IV milenio cal BC (3515-3097 cal BC). Además, se hallaron restos de talla con la técnica del microburil y restos de láminas pequeñas y microlascas, que probablemente hubieran pertenecido al nivel inferior (1n) y a consecuencia de haber removido la tierra para colocar los cuerpos se encontraron allí. **Nivel 1n**: de color grisáceo y matriz limosa muy compacta. Se vio alterada tanto por la apertura del camino como por los enterramientos del nivel inmediatamente superior. En este nivel se encuentran las cerámicas de decoración cardial y geométricos, pertenecientes al Neolítico Antiguo, datados en el 5364-5211 cal BC.

En la zona sur por debajo de los **niveles superficial y a**, ya descritos, se encuentran otras dos capas: **Nivel 1**: sedimentológicamente similar al nivel 1n de la zona norte. En este nivel se hallaron microburiles, cerámicas lisas y geométricos en doble bisel de retoque abrupto. Las dataciones realizadas señalan un uso recurrente del abrigo entre el Neolítico antiguo final y el medio (4679-3519 cal BC). **Nivel 2**: de composición y características similares al 1, se detectó, a partir de la cota -260 la desaparición de la cerámica y los geométricos en doble bisel, quedando los de retoque abrupto (Montes y Domingo 2016, 57). Se obtuvieron tres fechas de radiocarbono (Fig. 3.19), todas ellas muy próximas en el tiempo, pertenecientes al Mesolítico geométrico (6225-6017 cal BC).

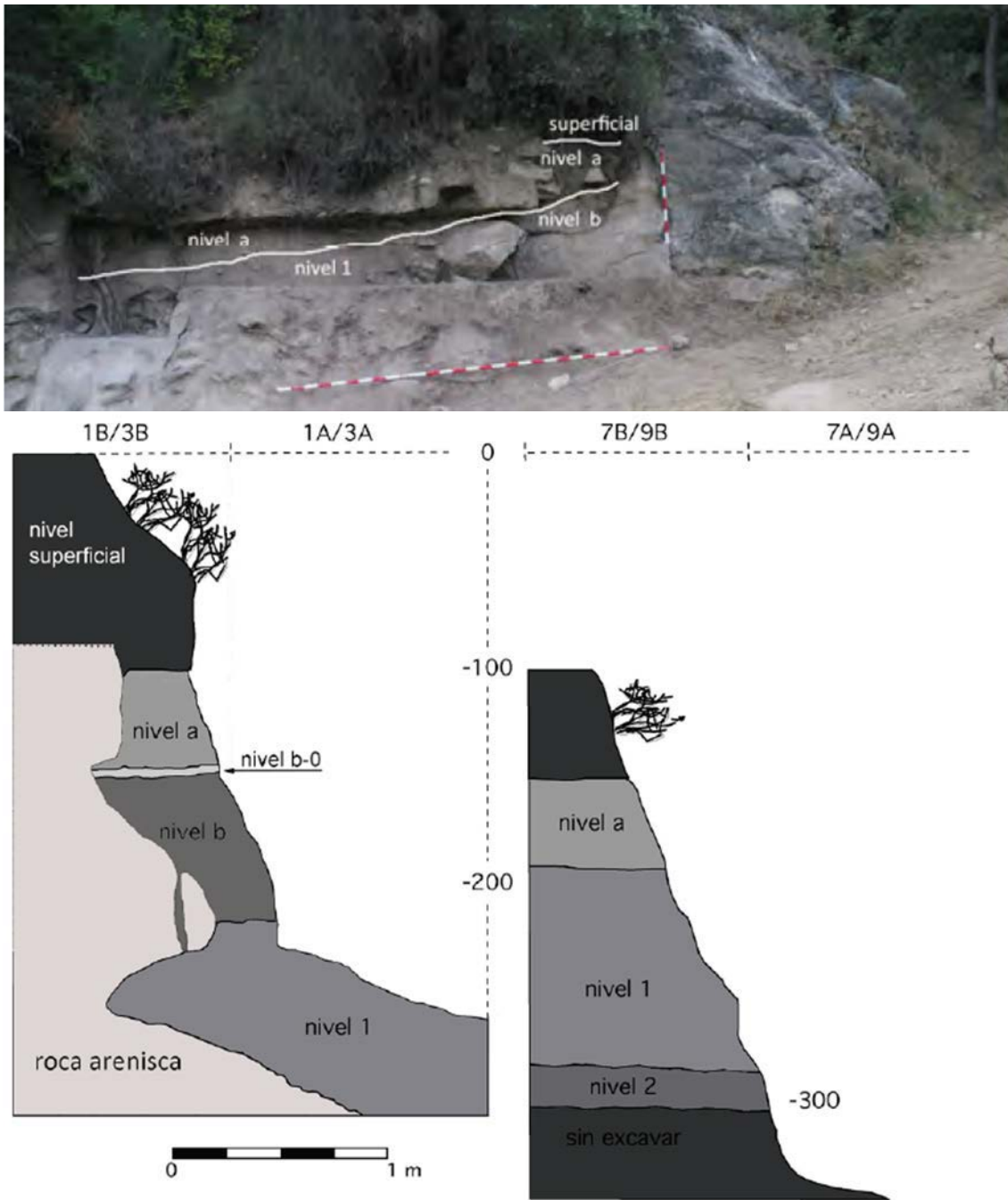


Figura 3.18. Arriba: vista frontal de Rambla de Legunova tras la campaña de 2009. Debajo: estratigrafía de las zonas Norte y Sur del yacimiento (A partir de Montes y Domingo 2016).

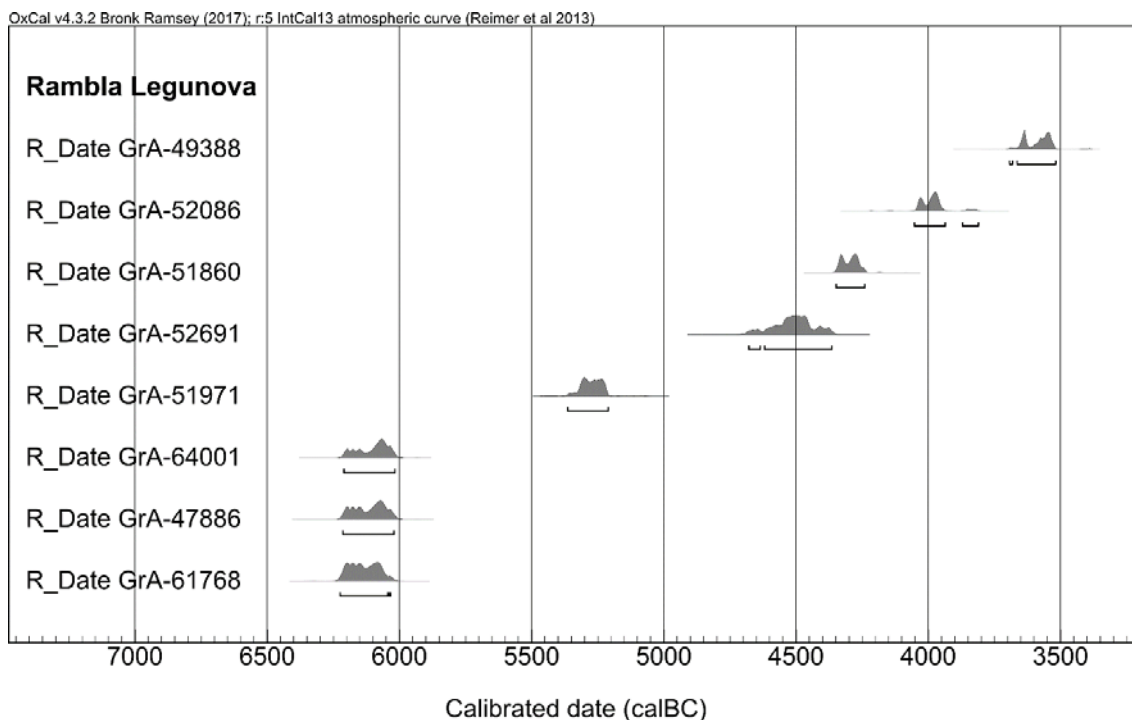


Figura 3.19 Representación gráfica de la dispersión de las dataciones calibradas de Rambla de Legunova (OxCal v.4.3.2. (Bronk Ramsey 2017); IntCal 13 atmosférica curve (Reimer et al. 2013).

Paco Pons

El abrigo de Paco Pons se sitúa en las estribaciones de la Sierra de Santo Domingo, lejos de las orillas del río Arba, a unos 1040 sobre el nivel del mar. Fue excavado los años 2000 y 2001 (Domingo y Montes 2001-2002; Montes et al. 2016). Se localizaron dos niveles (Fig. 3.19): el **nivel 1** muy afectado por la presencia de una pista de circulación de vehículos. En él, se localizaron restos de tres individuos humanos inhumados. Uno de ellos fue datado en el Calcolítico, con una fecha 2831-2037 cal BC. El **nivel 2** es un depósito arenoso de color marrón claro con una potencia de un metro de espesor, corresponde a una ocupación del Neolítico antiguo, tanto por los materiales como por las dataciones sobre carbón 5192-4790 cal BC. El conjunto material recuperado se compone de cerámicas lisas similares a la de Rambla de Legunova 1 y con labios impresos, geométricos (segmentos y triángulos en doble bisel y trapecios abruptos de lados cóncavos), microburiles, láminas de dorso, perforadores tipo taladro, raspadores, laminas retocadas, una volandera de molino y restos de mineral (que no metal) de cobre. El pequeño abrigo, de condiciones no muy favorables para la habitación, ha sido interpretado como una ocupación temporal, durante los meses de verano, para explotar el mineral de cobre tanto durante el Neolítico para elaborar cuentas de collar como en el Calcolítico, quizás ya para extraer cobre del mineral (Domingo y Montes 2001-2002). Las fechas de

radiocarbono (Fig. 3.21) muestran dos ocupaciones separadas en el tiempo. Una ocupación del Neolítico antiguo, con fechas de entre el 5192-4790 cal BC, y otra del Calcolítico, datada hacia el 2831-2037 cal BC.



Figura 3.20 Vista lateral del abrigo de Paco Pons

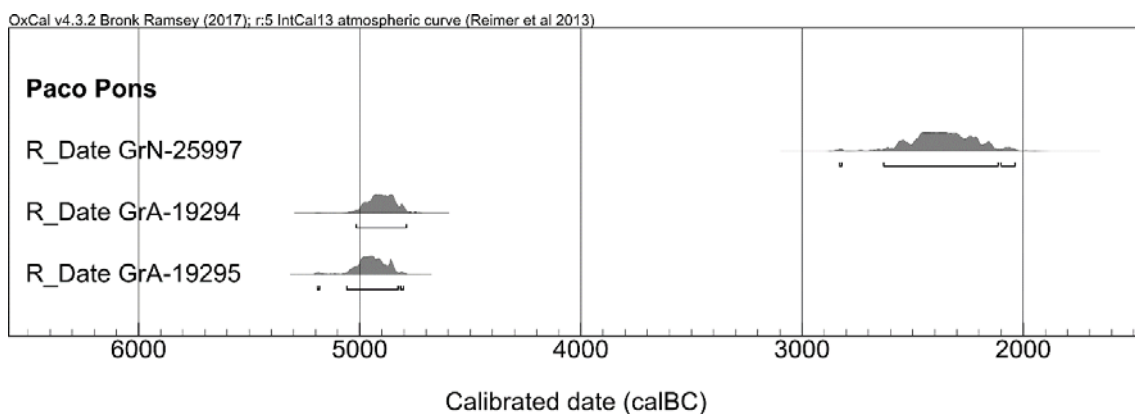


Figura 3.21 Representación gráfica de la dispersión de las dataciones calibradas de Paco Pons (OxCal v.4.3.2. (Bronk Ramsey 2017); IntCal 13 atmospheric curve (Reimer et al. 2013).

* * *

Para cerrar el capítulo, se presenta una tabla que sintetiza los datos de todos los yacimientos analizados o muestreados para elaborar este estudio: además de los que se acaban de presentar, que constituyen el núcleo de la tesis destacando por la amplitud de su colección la cueva de Chaves, se relacionan los muestreos (parciales) de otros sitios de la cuenca ibérica (Olvena, Zatoya, La Peña y Aizpea), cuyas analíticas sirven de elementos de comparación para los conjuntos que centran este estudio.

Yacimiento	Nivel	14C cal BC (2σ)	NISP	NISP Muestras				
				$\delta^{13}C/\delta^{18}O$	$\delta^{13}C/\delta^{15}N$	ZooMS	ADN	Microdesgaste
Chaves	Ib	5614-5303 cal BC	6669	14/14	76/101	60/60	10	40
Puyascada	II	5219-4687 cal BC	205					
Peña 14	b	7163-6440 cal BC	130					
Peña 14	a	6688-5661 cal BC	40					
Valcervera	b	6011-5811 cal BC	18					
Rambla	1n	5364-5211 cal BC	65					
Rambla	1	4679-3911 cal BC	47					
Paco Pons	2	5192-4790 cal BC	37					
Olvena	-	3090-2915 cal BC 1881-1691 cal BC	-				2	
Zatoya	-	9116-8615 cal BC 6223-6074 cal BC	-		46/72			
La Peña	d	7067-6486 cal BC	-		10/19			
Aizpea	b	6907-5221 cal BC	-		20/25			

Figura 3.22 Síntesis del número de restos de fauna (NISP) procedentes de los yacimientos estudiados, y de los sitios muestreados para realizar analíticas comparativas

4. MÉTODOS. ARQUEOZOOLOGÍA Y BIOGEOQUÍMICA

La propuesta metodológica llevada a cabo en este trabajo se basa en la integración de diferentes procedimientos analíticos. Además de la aplicación de los análisis de isótopos, que ya se había llevado a cabo en otros trabajos recientes en la Península Ibérica (Navarrete 2017), se integran estudios proteómicos, genéticos y estructurales. Este tipo de integración de varios procedimientos analíticos se realiza por primera vez para el estudio del proceso de neolitización y la domesticación animal en la Península Ibérica.

Esta propuesta surge de la constatación de que es difícil, o prácticamente imposible, evidenciar los primeros momentos de la domesticación a partir exclusivamente del estudio directo de los restos de fauna. Además, nuevos procedimientos analíticos desarrollados en el terreno de la biogeoquímica permiten caracterizar con más detalle las primeras experiencias ganaderas en la Península Ibérica. La combinación de los dos puntos anteriores, permite ofrecer una visión más completa e integrar la gestión animal en el estudio de la neolitización y en los modelos explicativos formulados al respecto.

4.1 Presupuestos metodológicos de partida

4.1.2 Adquisición: caza y ganadería

Las presiones selectivas que implica la domesticación, conscientes o inconscientes (Zohary et al. 1998), provocan cambios en las poblaciones animales. Estos cambios pueden ser de comportamiento, genéticos, funcionales y anatómicos (Helmer 1992), y dependen de muchas variables, entre ellas el grado de selección humana y el medioambiente en el que vive la especie. Por ello, es necesario aplicar diferentes métodos para identificar la presencia de animales domésticos en yacimientos arqueológicos. Este tema podría parecer secundario en el análisis de la neolitización de la Península Ibérica ya que los últimos datos genéticos indican que las especies domésticas fueron aportadas, en última instancia, desde el Próximo Oriente (cerdos: Larson et al. 2007, Ottoni et al. 2013, Frantz et al. 2015, Frantz et al. 2019; bóvidos: Troy et al. 2001; Edwards et al. 2007; Scheu et al. 2015; oveja: Hiendleder et al. 2002, Pedrosa et al. 2005, Meadows et al. 2011; cabra: Naderi et al. 2008; Chessa et al. 2009, Daly et al. 2018). Pero la presencia de los agriotipos salvajes (jabalí, uro y cabra) en la península hace que el proceso de adopción sea muy complejo, existiendo categorías intermedias como señalan Evin et al. (2015) (híbridos, ferales, etc.). Esto hace necesaria

la aplicación de diferentes aproximaciones para caracterizar los momentos iniciales de cambio.

Zeder (2006) dividió los marcadores para detectar la presencia de animales domésticos en el registro arqueológico en morfológicos y no morfológicos, pero en la actualidad es más complejo (físicos, químicos, moleculares, arqueológicos).

Por un lado, existen los marcadores físicos, centrados en los cambios en la morfología y la microestructura de los huesos de las diferentes especies domesticadas. Estos marcadores se basan en el principio por el cual la selección artificial modifica, además del comportamiento, las características físicas a las especies que domestica. Las sociedades humanas tienden a seleccionar aquellas características que más les interesan, como los comportamientos menos agresivos o cierta característica fenotípica como la piel o la cantidad de leche producida. La selección de estas características fenotípicas genera cambios en el genotipo a través de mutaciones, que se transmiten a su descendencia. Los cambios en el aspecto físico pueden estudiarse mediante los análisis biométricos y morfo métricos. El marcador más utilizado para detectar la presencia de animales ya domésticos ha sido la reducción de la talla, detectada a través de los estudios biométricos. Las explicaciones dadas a este fenómeno han sido variadas: “talla más reducida con el objetivo de optimizar los pastos (Jarman y Wilkinson 1972), los animales pequeños permiten un control más fácil (Zeuner 1963), [...] deterioro de la dieta (Boessneck 1987), salida del biotopo natural (Ducos 1993) o reducción de las pautas de actividad” (Saña 1999, 37). Aunque no se conoce bien la causa, parece claro que la domesticación implicó un cambio en la talla de los animales domésticos, por lo que esto ha sido utilizado para identificarlos. Estas técnicas han sido utilizadas para detectar la introducción de los animales domésticos en diferentes regiones del planeta, sobre todo para especies en las que el agriotipo salvaje se encuentra en la región, como, por ejemplo, los cerdos, los bóvidos y las cabras en Europa (Fig. 4.1).

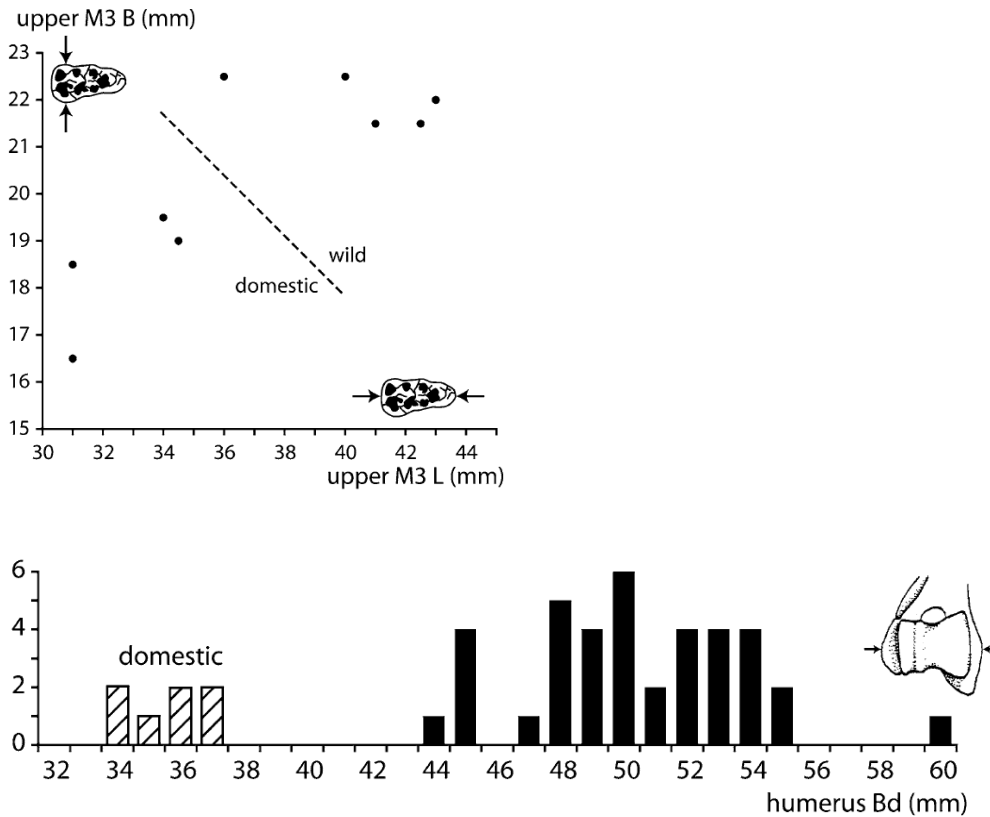


Fig. 4.1. Análisis morfométrico sobre restos suidos del sitio de Seeberg Burgäschisee-Süd (Rowley-Conwy, Albarella, Dobney 2012).

Pero además de la biometría, en las últimas décadas se viene aplicando la morfometría geométrica como marcador de la domesticación animal. La morfometría geométrica estudia la forma de los animales a través de los huesos, comprendida por la talla y la conformación (*form= size+shape*) (Cucchi et al. 2015). Para ello se utilizan una serie de *landmarks*, marcadores anatómicos visibles e independientes que pueden identificarse en todos los individuos de una misma especie, que permiten construir una detallada descripción matemática de la forma del hueso. Esta técnica ha sido aplicada principalmente sobre metapodios de équidos (Bignon et al. 2005), sobre astrágalos de ovicápridos (Pöllath et al. 2019; Haruda et al. 2019) y sobre dientes de cerdo (Cucchi et al. 2009, 2011, Evin et al. 2013), obteniéndose resultados muy satisfactorios.

Por otro lado, se pueden detectar los cambios moleculares generados por las presiones selectivas llevas a cabo durante el proceso de domesticación. Para analizar estos cambios moleculares en las poblaciones animales realizan estudios genéticos tanto de ADN moderno, para reconstruir la historia genética de las poblaciones actuales, como ADN antiguo, para documentar las mutaciones genéticas, las presiones selectivas y las

dinámicas de las poblaciones animales en el pasado. Este tipo de estudios han servido, como ya hemos comentado anteriormente, para documentar la existencia de escasos eventos de domesticación para cada una de las especies, siendo el Próximo Oriente una de las regiones claves para la domesticación (Irving et al. 2018). Otro ejemplo reciente de aspectos que puede aportar la genética es la identificación de procesos de hibridación entre las poblaciones de cerdos domésticos procedentes de Próximo Oriente y jabalís europeos (Frantz et al. 2019).

Entre los marcadores arqueológicos destaca la introducción de una especie doméstica fuera de su área de distribución natural, como señal de la participación humana en el movimiento de los animales, ya sea como rebaños ya domesticados o como animales salvajes cautivos sometidos a domesticación. Un buen ejemplo es la adopción de la oveja en Europa: *Ovis aries* no tiene agriotipo salvaje en Europa (Poplin 1977, Vigne et al. 2011), por lo que su aparición en el registro implica su introducción por grupos humanos desde Próximo Oriente. La llegada de la oveja junto a otras innovaciones neolíticas, lo que algunos autores han venido a llamar el “paquete neolítico”, ha convertido a esta especie en un elemento fundamental para el estudio del proceso de neolitización, y ha sido utilizada como marcador para datar el proceso (Martins et al. 2015). Otro buen ejemplo es la introducción de suidos por los humanos en Chipre hace aproximadamente 11500 años, lo que parece deberse a una gestión de los jabalís temprana (Vigne et al. 2009).

Otro marcador arqueológico es el perfil demográfico obtenido a para cada especie en un conjunto faunístico. La composición por sexo y edades se compara con los perfiles demográficos en poblaciones naturales y en modelos etnográficos, que tienden a ser diferentes dependiendo de los productos explotados. Esto se basa en el supuesto de que la estructura de la población animal según edad y el sexo de los animales obtenidos mediante estrategias cinegéticas diferirá de la estructura (edad y sexo) que pueden presentar poblaciones explotadas mediante la ganadería, centrada esta última en promover el mantenimiento y crecimiento a largo plazo de los rebaños (Zeder 2006b). Estos argumentos han sido aplicados, por ejemplo, a la domesticación de la cabra en el área de los Zagros (Zeder 2006, 2008). Basándose en el estudio del perfil demográfico, la autora documenta como hacia el 10.000 BP aumenta el número de machos jóvenes muertos, lo que podría deberse a su cría mediante la ganadería. En este caso, en caso de ser cierta esta hipótesis, la cría en cautividad de esta especie habría comenzado 1000

años antes de que se detecten cambios morfológicos. De todas formas, el patrón de edad y sexo obtenido no permite descartar que también puede deberse a una intensificación en la caza, por la que no solo se cazan animales jóvenes sino también adultos. Este método ha sido utilizado para documentar la domesticación del cerdo, pero, como sostienen Rowley-Conwy et al. (2012), la presencia de mayor número de individuos jóvenes domesticados no implica que se deba a prácticas ganaderas, sobre todo cuando el cerdo puede tener formas más allá de la dicotomía salvaje-doméstico.

Otros marcadores, que podemos incluir en la categoría de microestructurales y arqueobioquímicos, más novedosos han sido aplicados en las últimas décadas. La mayoría de estos marcadores son relativos a la dieta. Se basan en el supuesto de que, con la domesticación, el ser humano pasa a controlar la alimentación de los animales que forman parte de su rebaño, por lo que estudiando las variaciones en la dieta de ciertas especies se puede inferir la intervención humana sobre la misma (Balasse et al. 2012, 2017, 2018, 2019; Hamilton et al. 2009; Madgwick et al. 2012). La aplicación de diferentes métodos para el análisis de la dieta, los análisis de isótopos o el microdesgaste dental, ha buscado inferir las prácticas de domesticación y las primeras prácticas ganaderas (Navarrete et al. 2017, 2019; Mainland y Halstead 2005; Rivals et al. 2011).

4.1.3 Producción ganadera

Los animales, con su domesticación, pasan a ser medios de producción que son explotados para la obtención de una gran variedad de productos (Saña 1999). La deducción de los productos explotados a partir de los restos de fauna es compleja debido a que los restos de fauna analizados o recuperados en los yacimientos arqueológicos corresponden principalmente a restos de animales consumidos que pueden o no representar a la totalidad del rebaño vivo y a sus modalidades de explotación (láctea, fibras animales, fuerza animal,...). Para deducir los productos explotados se utilizan distintos métodos, como la estimación de la edad y el sexo. El cálculo de la edad aporta información sobre la edad de matanza y puede realizarse, aunque la muestra sea pequeña o esté fragmentada, estimándola a partir de la erupción y el desgaste dentarios, y de la fusión epifisaria. Ambos métodos son complementarios y tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Por un lado, el uso de los dientes aporta datos más concretos sobre la edad del rebaño, ya que se conoce con bastante exactitud la edad

de erupción y la secuencia de desgaste dentario. Además, los dientes se conservan mejor que el resto de huesos del esqueleto y es posible identificarlos a nivel de especie siguiendo los criterios antes nombrados, por lo que podemos calcular la edad de los individuos más jóvenes. Como inconvenientes, al pertenecer a un único elemento anatómico, el cálculo de la edad puede encontrarse falseado por la forma de explotación de la especie en el yacimiento en estudio. Por otro lado, el uso de la fusión epifisaria aporta información sobre la edad en muchos de los huesos del esqueleto, por lo que se puede contrastar con el procesado de la especie. Como inconvenientes, el uso del esqueleto postcranial solo aporta fechas *antequem* y *postquem* al momento de la fusión epifisaria, lo que dificulta su análisis. Además, resulta muy difícil calcular la edad de los individuos más jóvenes. Por todo ello, la mejor forma de calcular la edad es usar ambos métodos de forma complementaria. Además, para deducir los productos explotados también se utiliza la composición por sexos del rebaño.

Para deducir los productos explotados, se utilizan una serie de modelos teóricos basados en observaciones etnográficas. Estos modelos están derivados de distintas observaciones etnográficas de rebaños actuales y representan la maximización del rendimiento de productos específicos o la sostenibilidad del rebaño (Timpson et al. 2018). La aplicación de los diferentes modelos debe ser realizada con cautela, ya que implica presuponer una serie de aspectos que deben ser contrastados. Como enumera Halstead (1998), encontramos problemas de uniformitarismo (se proyectan estrategias presentes a los ganaderos prehistóricos), optimalidad (se considera que la optimización es el objetivo) y la equifinalidad (puede haber problemas de conservación que afecten al conjunto). Con la debida cautela y teniendo en cuenta la conservación del conjunto, estos modelos pueden ser aplicados, pero siempre advirtiéndolo que cada uno de estos modelos no indica que la modalidad de explotación inferida fuera la realmente practicada, sino que la gestión del rebaño fue más propicia para producir unos productos respecto a otros (Halstead 1998).

Para las diferentes especies domesticadas han sido planteados distintos modelos, siendo los centrados en los ovicápridos los más desarrollados y debatidos. Para los ovicápridos, el primer trabajo fue publicado por Payne (1973), estableciendo tres perfiles (carne, leche y lana), posteriormente le siguieron otros modelos como el de Redding (1981) que distinguía entre optimización de la energía de producción y optimización de la seguridad del rebaño. De los tres modelos propuestos por Payne (1973), el de carne se

basa en el sacrificio de los animales entre los 6-12 meses. El modelo de leche se base en el predominio de los animales muertos a las pocas semanas de vida. El modelo de lana/fibras animales se basa en el mantenimiento de los animales vivos más allá de los 4 años. En los últimos años, los modelos de Payne han sido revisados y han sido añadidos dos nuevos modelos siguiendo criterios etnográficos y arqueológicos (Helmer y Vigne 2004; Blaise 2006; Vigne y Helmer 2007). Estos modelos son el de carne B, en el que se sacrifican los animales en su máximo rendimiento cárnico (12-24 meses), y el de leche B, en el que se sacrifican aquellas hembras que producen menos leche o son poco prolíficas. Para el ganado vacuno, los modelos teóricos de explotación fueron propuestos por Helmer (1992) y revisados a partir de los recientes avances en el trabajo sobre las prácticas ganaderas del Neolítico Medio en el norte de Francia (Balasse 2003; Balasse et al. 1997, 2000; Balasse y Tresset 2002; Tresset 1996), permitiendo definirse diferentes modelos para leche, carne o tracción. La explotación de leche se caracteriza por el sacrificio de hembras cuya producción ha disminuido (4-9 años) y de jóvenes entre los 5 y los 9 meses (Tresset 1996). La explotación de carne se caracteriza por la explotación de jóvenes de menos de dos años y de adultos en su máximo rendimiento (2-4 años). Por último, para el ganado porcino también pueden ser aplicados modelos teóricos de explotación a partir del trabajo de Blaise (2009), que se basa a su vez en los trabajos Helmer (1979, 1987), Vigne (1988, 1991) y Tresset (1996); y de los trabajos etnográficos sobre la gestión del cerdo en diferentes partes del Mediterráneo (Albarella et al. 2007; Albarella et al. 2011; Halstead y Isaakidou 2011a; Hadjikoumis 2012). En el caso de esta especie los productos explotados son la carne y la grasa, alcanzando su máximo rendimiento entre los 12 y los 24 meses. Los modelos, en este caso, han sido utilizados para explorar el tipo de gestión llevada a cabo (Blaise 2009): gestión extensiva, donde los animales son criados y alimentados en régimen de semilibertad, e intensiva, donde son criados en corrales y alimentados de residuos de la actividad humana.

Una parte importante de la producción es el procesado de las carcasas animales y su preparación para el consumo. Estas tareas tienen implicaciones sociales y culturales que deben ser consideradas también en los estudios arqueozoológicos. El estudio de las modificaciones y alteraciones antrópicas sobre los restos óseos permite evidenciar los “procesos de trabajo que intervienen durante la transformación del animal en recurso o bien consumible/intercambiable” (Saña 1999, 65). El proceso de carnicería y de

preparación para el consumo a partir de la fracturación de los diferentes elementos esqueléticos tiene implicaciones sociales, por lo que su estudio puede resultar útil para evaluar las distintas prácticas de las sociedades humanas.

El análisis de los procesos de trabajo pretende evidenciar la presencia o no de comportamientos estandarizados. Estos procesos han sido clasificados de distintas formas, en todo caso, aunque pueden tener una secuencia temporal, no necesariamente se llevan a cabo de forma encadenada. Saña (1999) distingue diversas fases del proceso: adquisición de los animales, procesamiento de los mismos, preparación para el consumo y la conservación, la distribución y su consumo, y la gestión y el abandono de los desechos. Estas fases generan alteraciones y modificaciones en el hueso que pueden permitirnos evidenciar distintos aspectos sociales, económicos o ideológicos (Twiss 2012, Orton 2012). Los estudios de los procesos de trabajo han permitido, en épocas históricas, evidenciar estrategias culinarias relacionadas con grupos étnicos específicos (Valenzuela et al. 2014), permitiendo documentar contacto y asimilación cultural (Gifford-Gonzalez y Sunseri 2007; Lightfoot et al. 1997). Por tanto, el análisis de estos procesos de trabajo es fundamental para poder identificar posibles diferencias sociales, económicas o ideológicas en los distintos grupos humanos del pasado.

4.1.4 Gestión ganadera: alimentación, reproducción y movilidad

La gestión de los rebaños animales se basa en varias variables importantes a controlar. Fundamentalmente se trata de controlar la alimentación, la reproducción y la movilidad. El control de estas variables por parte de las sociedades humanas permite la producción ganadera en distintas circunstancias geográficas, medioambientales o sociales. Estos aspectos pueden ser medidos a partir de diversos métodos como los análisis de isótopos estables o el microdesgaste dental.

- Análisis de isótopos estables aplicados al estudio de la gestión animal

La integración de los análisis de isótopos estables en la arqueozoología es una de las líneas de trabajo más innovadoras en el estudio de la gestión y explotación de los recursos animales domésticos (Balasse et al. 1997, 2001, 2002, 2003, Tornero 2011), y ha permitido avanzar en el estudio de las prácticas ganaderas a partir de los restos de fauna arqueológicos. Los análisis de isótopos estables en restos de fauna están revelando información nueva sobre la forma en que las sociedades ganaderas gestionan

su ganado, especialmente en lo relativo a los regímenes de movilidad, alimentación y reproducción de los animales (Makarewicz 2018). Estos análisis han tenido una mayor tradición en los estudios paleoambientales y en el estudio la dieta y la movilidad humanas, pero en los últimos años han sido aplicados sobre los restos faunísticos con el objetivo de estudiar la gestión y explotación de los animales domésticos. Estos métodos permiten complementar los datos aportados por los análisis arqueozoológicos.

Las prácticas ganaderas incluyen una gran variedad de procesos de trabajo concentrados de manera diferencial a lo largo del ciclo anual. Los grupos humanos siguen diversas estrategias de gestión de los rebaños con el fin de superar la estacionalidad en la disponibilidad de pastos, buscando garantizar la supervivencia de los rebaños, y de los productos ganaderos, tratando de controlar la reproducción de los mismos para asegurar su supervivencia. La actividad ganadera, fundamental en algunas comunidades para su supervivencia, pudo implicar cambios importantes en la organización social. Procesos como el control de la dieta, de la reproducción o de la movilidad del ganado pueden ser estudiados a través de la aplicación de los análisis de isótopos estables (Balasse et al. 1997, 2001, 2002, 2003, 2012, 2019).

- Alimentación. La gestión de la dieta de los rebaños domésticos, que varía de forma estacional, es fundamental para la producción ganadera. Los rumiantes están adaptados a las variaciones estacionales de alimento: en invierno la escasez de pastos es absorbida por la pérdida de peso y recuperada durante el verano (Meikle et al. 2018). A pesar de esta adaptación, la nutrición es clave para la producción de carne y leche (Morand-Fehr et al. 2007), la salud de los rebaños y la propia reproducción (Lamy et al. 2012). La fecundación (Abecia et al. 2006), gestación, el parto y la lactancia son fases de riesgo para las hembras (Rosa y Bryant 2003, Kind et al. 2006, Kilgour et al. 2008, Meikle et al. 2018), por lo que se debe controlar la nutrición en estos momentos si no se quiere perder a la cría. Como vemos, la dieta y la reproducción están directamente relacionadas, siendo ambas altamente variables en función de la especie animal y de la variabilidad ambiental y climática.

Los análisis de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ sobre huesos y dientes permiten identificar las pautas alimenticias de los animales domésticos, pudiendo inferirse las estrategias de gestión de los rebaños llevadas a cabo por los grupos

campesinos. Han sido aplicados sobre colágeno en cerdos del Neolítico antiguo del noreste peninsular (Navarrete et al. 2017), lo que ha permitido identificar diferentes sistemas de gestión del rebaño porcino en yacimientos como Can Sadurní, cova del Frare o La Draga. También han sido aplicados sobre la bioapatita del esmalte dental tanto en ovejas como en ganado vacuno: en ovejas fue detectada la contribución de algas marinas en la dieta durante el invierno en las islas Orcadas hacia el 3000 BC para mitigar la escasez de pastos (Balasse et al. 2006); en ganado vacuno, se ha detectado el uso de forraje invernal a base de hojas en Bercy en el 4 milenio BC (Balasse et al. 2012).

- Destete. El proceso de destete es una técnica ganadera consistente en reducir el periodo de amamantamiento de las crías que se aplica sobre los animales domésticos con dos objetivos: aumentar la cantidad de leche disponible para el consumo humano y/o acelerar el ritmo de reproducción de los rebaños al acortar los ciclos reproductivos. Las crías lactantes están en un nivel trófico más alto que sus madres, por lo que sus valores de ^{15}N son mayores. Durante el destete, estos valores se reducen, lo que puede ser detectado analizando los isótopos de nitrógeno de la dentina muestreada secuencialmente (Balasse et al. 2001; Balasse y Tresset 2002). Además, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ también pueden mostrar el amamantamiento, ya que el contenido en lípidos de la leche tiende a enriquecer estos valores. Los sistemas de producción lechera intensivos tienden a adelantar el destete para poder explotar la leche, mientras que los sistemas mixtos no lo hacen. Las primeras aplicaciones de este tipo de estudios fueron realizadas por Balasse et al. (1997, 2001) en bóvidos del Neolítico medio, mostrando que los terneros fueron mantenidos vivos para promover la leche materna, destetados para la explotación láctea de las hembras y sacrificados para el consumo. Otros estudios para inicios del cuarto milenio BC, sugieren un acortamiento de la edad de destete para explotar la leche para el consumo humano. Recientemente, un nuevo estudio en yacimientos de cronología neolítica localizados en Rumania, sugiere que los terneros fueron mantenidos vivos para inducir la producción de leche y sacrificados tras ser destetados (Gillis et al. 2013).

- Control de la reproducción de los animales domésticos. La reproducción de los animales domésticos es estacional debido a los mecanismos fisiológicos subyacentes de la adaptación de los animales a las condiciones ambientales (Balasse and Tresset 2007, Chemineau et al. 2008, Balasse et al. 2016). Esto hace que la disponibilidad de productos animales por parte de los grupos humanos sea estacional. Por todo ello, el control de la reproducción es fundamental dentro de los distintos sistemas ganaderos, ya que permite controlar el tamaño del rebaño y, por tanto, facilita el manejo y los trabajos de gestión del mismo. Además, permite alargar los periodos reproductivos para tener productos cárnicos y lácteos la mayor parte del año. Por último, permite mantener una movilidad estacional de los rebaños, en el caso de que se practique (Balasse et al. 2003). Estos trabajos se basan en el análisis de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en la biopatita del esmalte dentario. Como hemos visto, el oxígeno se fija en los tejidos a partir del agua bebida (Longinelli 1984, Luz et al. 1984, Iacumin and Longinelli 2002), y sus valores varían según la temperatura o las precipitaciones. En áreas templadas, los valores de $\delta^{18}\text{O}$ son más positivos con temperaturas más altas, mientras que son más negativos con temperaturas más bajas. Teniendo en cuenta estos datos se puede calcular la estacionalidad de los nacimientos de los mamíferos. Para ello, se debe realizar un muestreo secuencial del esmalte dentario, que permite grabar las variaciones estacionales de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ durante un corto periodo de tiempo (Balasse 2002, 2003).

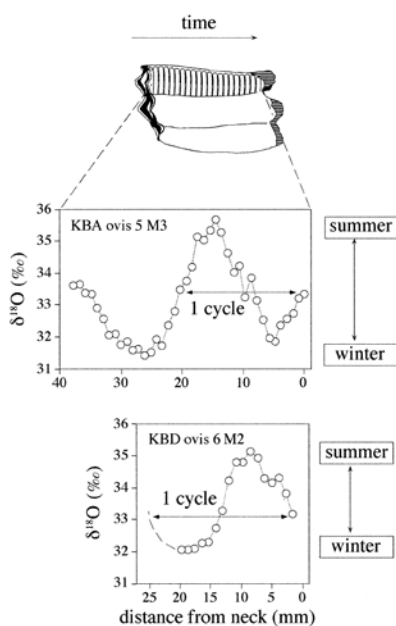


Figura 4.2 Análisis de la estacionalidad de la reproducción

en caprinos (Balasse et al. 2003: Fig. 3 208)

Este procedimiento analítico ha sido aplicado para el estudio de diferentes especies animales en marcos cronológicos variados. La oveja es la especie que más atención ha recibido, con multitud de estudios sobre diferentes periodos que van desde el Neolítico antiguo hasta el Calcolítico (Balasse et al. 2013, Balasse et al. 2012a, Tornero et al. 2013, Blaise and Balasse 2011, Balasse et al. 2006, Balasse and Tresset 2009, Balasse et al. 2017). Los resultados obtenidos con estos estudios coinciden en demostrar que la domesticación llevó a una extensión temporal de los ciclos reproductivos de las ovejas (Balasse et al. 2017). Para el ganado bovino también existen estudios, aunque son todavía escasos, pero muestran dinámicas diferenciales según cronología: mientras que en el cuarto milenio BC en las islas Orcadas se detecta una fuerte estacionalidad en los nacimientos (Balasse y Tresset 2007), en el yacimiento neolítico de Bercy los nacimientos se alargan más allá de los 6 meses (Balasse et al. 2012). También se han realizado pruebas con el cerdo para evaluar el potencial de los isótopos estables de oxígeno y carbono en los análisis secuenciales del esmalte de sus dientes para investigar la estacionalidad del nacimiento y la dieta de los cerdos (Frémondeau et al. 2012), pero el estudio ha demostrado que los molares son demasiado cortos para ser utilizados en términos de estacionalidad, siendo la combinación de las secuencias de $\delta^{18}\text{O}$ de los incisivos primero y segundo la que proporciona los datos más efectivos para determinar la estacionalidad del parto.

- Movilidad de los animales domésticos. La movilidad de los animales domésticos partes un componente importante de las estrategias de gestión ganadera. La movilidad es una adaptación a las condiciones medioambientales, pero también una estrategia que responde a demandas de subsistencia, a iniciativas productivas y a dinámicas sociales de las comunidades ganaderas (Makarewicz 2018), y puede ser estudiada a través de los análisis de isótopos ^{18}O , ^{13}C y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. El carbono indica cambios de la alimentación a nivel estacional que pueden deberse a movilidad altitudinal o trashumancia (Balasse et al. 2003, Tornero et al. 2016, 2017, Makarewicz 2017, Makarewicz et al. 2017, Knockaert et al. 2017). El oxígeno también puede indicar la procedencia de los rebaños domésticos, debido a la variación de valores $\delta^{18}\text{O}$ en diferentes ambientes. Por último, el estroncio aporta información sobre la movilidad, ya que se encuentra en el sustrato geológico y es absorbido a través de la alimentación y el agua bebida, por lo que se pueden detectar las zonas donde ha vivido un animal en

diferentes momentos de su vida. Este tipo de trabajos están todavía en desarrollo, teniendo un gran potencial, aunque requiere una mayor comprensión de cómo afecta la movilidad a la composición isotópica del oxígeno del esmalte dental y de la duración de la incorporación del estroncio en los tejidos óseos (Makarewicz 2017).

- Tejidos y procesos de fijación de los isótopos estables

Los materiales que pueden ser analizados para realizar estudios isotópicos son tanto tejidos pertenecientes a restos óseos como a restos dentarios. Estos materiales tienen distintas posibilidades analíticas, pudiendo obtener distintos valores isotópicos, y recogen distintas resoluciones temporales.

Los tejidos óseos están compuestos por una fracción orgánica y otra inorgánica. La fracción orgánica supone alrededor del 30% del peso en seco (Lebond et al. 1976, Copley et al. 2004) y se encuentra compuesta por un 90% de colágeno, un 5% de proteínas no colágeno y menos de un 5% de carbohidratos y lípidos (Herring 1976). La fracción inorgánica cuya composición es un fosfato de calcio con una estructura similar a la apatita que se denomina bioapatita (Kreuger 1991), constituye el 70% restante (Lebond et al. 1976, Copley et al. 2004).

En los tejidos óseos, el colágeno y la bioapatita son los componentes que han sido utilizados para el análisis de isótopos estables. El colágeno es una proteína que se preserva mejor que el resto de los componentes del tejido óseo, y ha sido utilizada para la determinación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. La bioapatita es un componente formado por cristales de apatita, que se conserva mejor que el colágeno, y permite determinar las ratios de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Los valores isotópicos obtenidos de los tejidos óseos, tanto del colágeno como de la bioapatita, representan las medias de las concentraciones fijadas en los últimos años de vida del individuo (Ambrose 1993).

Los dientes son otros de los elementos analizables para obtener valores isotópicos. Se caracterizan por su mejor preservación en los yacimientos arqueológicos debido a su mayor contenido mineral. Además, sus características morfológicas facilitan la clasificación, por muy fracturados que estén, frente a los huesos. Los dientes están

compuestos por el esmalte, la dentina y el cemento. El esmalte y la dentina pueden ser analizados para obtener valores isotópicos.

El esmalte es casi totalmente inorgánico y acelular. El 96% del peso en seco es material inorgánico, menos del 1% material orgánico y el resto agua. La composición química del componente inorgánico se aproxima a la hidroxiapatita, y se denomina bioapatita, como la parte inorgánica que compone los tejidos óseos, pero en el caso del esmalte los cristales son considerablemente más largos (Hillson 2005) (Fig.). Estas características le confieren una mayor dureza, una mayor capacidad de preservación y una mayor resistencia a las alteraciones diagenéticas (Lee-Thorp et al. 1989, Lee-Thorp y van der Merwe 1991), siendo óptimos para este tipo de análisis.

El esmalte se forma únicamente durante la gestación y los primeros años de vida, momento en el que se forman y erupcionan las piezas dentarias. El proceso de formación del esmalte es de una complejidad considerable (Balasse 2002). La formación del esmalte, o amelogénesis, tiene lugar, después del establecimiento de la dentina, en dos etapas: la producción de la matriz y la maduración. La producción de la matriz implica la formación de una matriz orgánica y la germinación de cristallitos finos similares a cintas en ella. La secreción de la matriz procede de la unión dentino-esmalte hacia la superficie exterior de la corona. Esta matriz tiene las características estructurales del esmalte totalmente mineralizado, pero es sólo un tercio de mineral, con un tercio de proteína y un tercio de agua. El tejido mineralizado que se forma en esta etapa no se reemplaza en las etapas posteriores (Suga 1979, 1982, Suga et al. 1987). La maduración consiste en eliminar la proteína y el agua, y aumentar el tamaño de los cristales para producir esmalte maduro fuertemente mineralizado (Hillson 2005: 155). Se divide en tres etapas: en la primera, se produce un aumento de la mineralización desde la superficie del esmalte hasta la unión dentino-esmalte; en la segunda, en la que se produce un segundo aumento de la mineralización desde la unión dentino-esmalte hasta la capa superficial; y la última, en la que la capa subterránea se acaba mineralizando. El tiempo de maduración varía entre especies, para los caprinos es dos veces el tiempo que cuesta la formación de la matriz (Suga 1982). Durante este proceso de formación de la matriz, van quedando fijados los valores isotópicos, que, como el esmalte no se renueva, reflejan las concentraciones isotópicas de ese momento de formación. Los análisis de isótopos estables sobre la bioapatita del esmalte dental permiten obtener los valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

La dentina es el tejido más abundante en los dientes, un compuesto mineral/orgánico: con el 72% del peso seco de porción inorgánica, compuesta por minerales de bioapatita, el 18% de colágeno y el 2% de otros materiales orgánicos (Hillson 2005). Al igual que en los tejidos óseos, se pueden realizar análisis de isótopos estables sobre el colágeno y sobre la bioapatita, que permiten obtener distintos valores relativos al periodo de crecimiento de los individuos.

Además de estas diferencias, estos tejidos también tienen diferente rango de resolución. Por un lado, el colágeno tiene un rango amplio, ya que recoge la mezcla de la dieta de los últimos 15 años de vida del individuo (Ambrose 1993; Hedges et al. 2007), que para el caso de los animales viene a ser toda su vida. En cambio, la bioapatita del esmalte dentario recoge los valores fijados durante el periodo de formación del diente, por lo que puede ser analizada la variación de los valores isotópicos a lo largo de este periodo de formación.

Como hemos visto, los tejidos analizados son fundamentales a la hora de analizar los valores isotópicos debido a sus características fisicoquímicas y a su diferente rango de resolución. Pero, además, es importante tener en cuenta los isótopos estables que se fijan en estos tejidos, como se produce el proceso y que aspectos permiten identificar:

- Fijación del carbono. El carbono se fija en los tejidos animales a través de los carbonatos presentes en la alimentación (Ambrose 1993). La concentración original proviene de las plantas consumidas, que fijan el carbono durante el proceso de fotosíntesis. Estas concentraciones pasan, en primer lugar, a los animales herbívoros y posteriormente a los carnívoros a través de la cadena trófica. Durante el proceso de asimilación y fijación, se producen procesos de fraccionamiento que dan lugar a valores $\delta^{13}\text{C}$ más positivos. Este enriquecimiento puede tener causas muy variadas: la pérdida de las moléculas $^{12}\text{CO}_2$ durante la respiración, la captación de compuestos con ^{13}C durante la digestión y el fraccionamiento metabólico durante la formación de distintos tipos de tejido (Tornero 2011). El proceso de fijación varía entre cada uno de los tejidos animales y entre especies, implicando un fraccionamiento distinto para el colágeno y la bioapatita en distintas partes del organismo. Los tejidos óseos presentan un enriquecimiento en torno al 5‰ para el colágeno y superior al 12‰ para la bioapatita (Vogel 1978, Tieszen 1991, Ambrose y Norr 1993). Para la bioapatita del esmalte dentario, el

enriquecimiento es mayor, entre el 12‰ y el 14‰ (Lee-Thorp y van der Merwe 1987, Cerling y Harris 1999). La bioapatita es un buen indicador para la mezcla dietética, ya que existe una alta correlación entre $\delta^{13}\text{C}_{\text{bioapatita}}$ y $\delta^{13}\text{C}_{\text{dieta}}$ (Ambrose y Norr 1993, Jim et al. 2004, Fernandes et al. 2012). El valor del colágeno en $\delta^{13}\text{C}$ está determinado por proporciones fijas de macronutrientes dietéticos con aproximadamente un cuarto de contribución de carbohidratos y lípidos, y el resto de proteínas (Fernandes et al. 2012). Por lo tanto, se puede decir que el espaciamento isotópico de carbono entre el colágeno y el apatito ($\Delta^{13}\text{C}_{\text{coll-apa}}$), que cambia dependiendo de la cantidad de proteínas, carbohidratos y lípidos incorporados a la dieta (Makarewicz 2017).

- Fijación del nitrógeno. El nitrógeno en el cuerpo y en la dieta está presente casi exclusivamente como proteína y en los aminoácidos a partir de los cuales se sintetiza la proteína (Schoeller 1999), siendo la dieta la principal fuente de incorporación del nitrógeno. La fijación de los isótopos de nitrógeno a los tejidos animales provoca un enriquecimiento de los valores $\delta^{15}\text{N}$ respecto al alimento consumido (DeNiro y Epstein, 1981). Esto permite que se pueda situar la posición trófica del individuo, ya que se observa un enriquecimiento entre cada uno de los niveles tróficos (productores, herbívoros y carnívoros). El enriquecimiento en colágeno se ha estimado en un intervalo alrededor de +3‰ y +5‰ (Ambrose 2000, Bocherens y Drucker 2003). Aunque no se conocen bien los procesos que generan estos fraccionamientos, se ha intentado identificar los factores que pueden alterar las concentraciones para ayudar a interpretar las relaciones obtenidas (Tornero 2011). Estos estudios indican que las alteraciones en las concentraciones de $\delta^{15}\text{N}$ pueden estar afectadas por el clima o la fisiología (Ambrose 1991). Estos estudios han demostrado que aspectos como la regulación de la excreción de urea en respuesta al estrés hídrico o térmico influye en los valores de $\delta^{15}\text{N}$, ya que la reducción del volumen de producción urinaria provoca el enriquecimiento del isótopo más pesado en el animal (Sealy et al. 1987). Por esta razón, los valores de nitrógeno son sensibles a ambientes áridos (Heaton et al. 1986, Ambrose 1991). Pero no solo son estos aspectos los que influyen en los valores de $\delta^{15}\text{N}$. La acción humana sobre el suelo también puede afectar. Prácticas agrícolas como el uso de fertilizantes animales, el cultivo de tala y quema o la labranza pueden influir en las composiciones isotópicas de los sistemas planta-suelo (Szpak 2014).

- Fijación del oxígeno. Los valores isotópicos de oxígeno en tejido animales están relacionados con el agua del cuerpo que entra a partir del agua bebida, con el oxígeno atmosférico durante la respiración y con el oxígeno existente en los alimentos (Luz et al. 1984). El oxígeno queda fijado en el cuerpo por precipitación en equilibrio con los iones de carbonatos en el agua corporal. La bioapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) contiene carbonatos (CO_3^{2-}) sustituidos en la posición del PO_4^{3-} o absorbida sobre la capa de hidratación de las superficies de los cristales (Lee-Thorp 1989, Balasse 2002). Su composición isotópica es producto de la fisiología de la especie, las condiciones medioambientales y la alimentación (Longinelli 1984, Luz et al. 1984, Bryant et al. 1994, Kohn et al. 1996, Bocherens et al. 1996, Sponheimer y Lee-Thorp 1999), pero principalmente está controlada por la composición del agua bebida y, en menor medida, por la composición de los macronutrientes en los alimentos (Sponheimer y Lee-Thorp 1999). El agua del cuerpo está enriquecida por el isótopo ^{18}O , en relación con el agua ingerida, debido a la pérdida de ^{16}O en CO_2 durante la respiración, así como por la orina y el sudor (Wright 2017). La composición isotópica del agua bebible es sensible a factores climáticos como la temperatura media anual y la cantidad de precipitaciones locales (Dansgaard, 1964). La temperatura interna de los animales no varía por influencia de las condiciones climáticas (Urey 1974) salvo en caso de enfermedad (Longinelli 1984). Por esta razón, se puede establecer una relación directa entre los valores isotópicos de los tejidos y factores climáticos como la temperatura o las precipitaciones (Dansgaard 1964, Longinelli 1984, Luz et al. 1984). En latitudes medias y altas, los valores más altos de $\delta^{18}\text{O}$ se alcanzan en los meses más cálidos y los valores más bajos durante los meses más fríos (Gat 1980, Balasse et al. 2003), por lo que se puede conocer la variación estacional a partir de su análisis.

- **Análisis de microdesgaste dental aplicados al estudio de la gestión animal**

Además de los análisis de isótopos estables, existen otras técnicas que permiten estudiar la gestión animal. Una de estas técnicas es el microdesgaste dental. El microdesgaste dental es una técnica que permiten inferir la dieta de las últimas ingestas, lo que se denomina efecto “Last Supper” o “Última Cena” (Grine 1986, Mainland 1996). Esto hace que la resolución temporal sea muy corta, unos pocos días o unas pocas semanas. Esta técnica identifica las microtrazas de uso presentes en la parte oclusal del esmalte

dentario (Mainland 1996, Solounias and Semprebon 2002). Estas marcas suelen ser estrías y/o depresiones¹ con diferentes morfologías. Según el número de las mismas, se puede distinguir entre animales con una alimentación ramoneadora (*browsers*), que se alimentan de hojas y frutos de los árboles y arbustos, pastadores (*grazers*), que se alimentan de hierba de la familia de las gramíneas, o los que tienen alimentación mixta (*mixed-feeders*), que cambian de alimentación según la región y la estación del año (Fig. 4.3). Además de la dieta, el número de marcas permite reconstruir el paisaje en el que viven y se alimentan las especies analizadas.

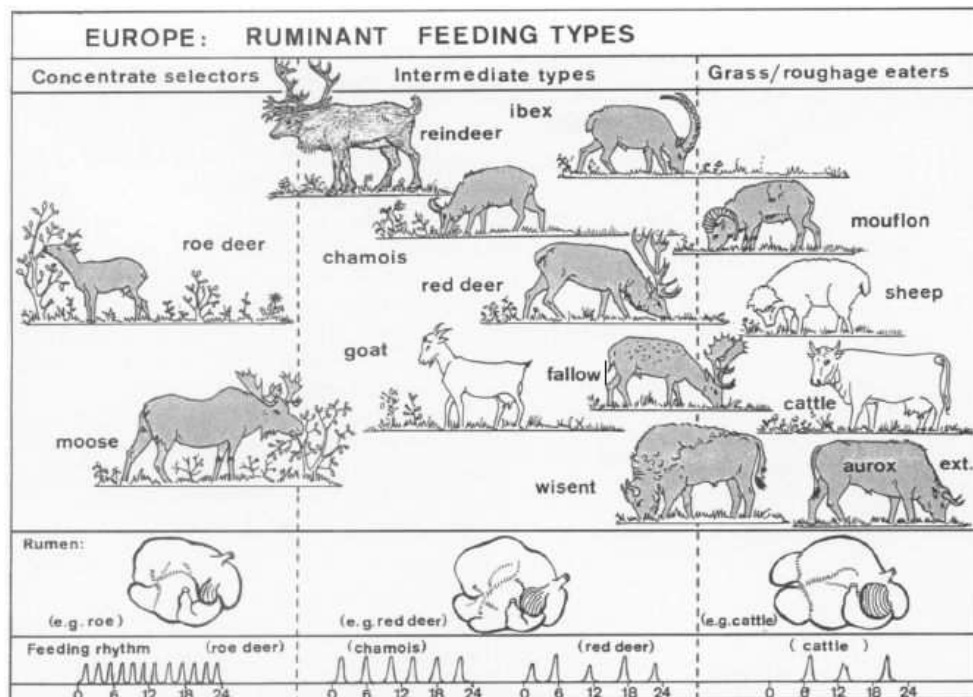


Fig. 4.3 Tipos de alimentación de los rumiantes en Europa según Hofmann (1989: 445)

Apenas utilizado en Arqueología, el análisis del microdesgaste dental está generalizado en el campo de la Paleontología tanto en primates y primeros homínidos (Grine y Kay 1988, Fiorenza et al. 2011, El Zaatari et al. 2016, Estalrich et al 2017) como en animales extintos para conocer la evolución de la dieta y del paleoambiente (Solounias y Hayek 1993). En Arqueología, esta técnica se ha venido utilizando desde las últimas décadas aplicada a animales salvajes, para conocer, además de la dieta y el paleoambiente (Rivals et al. 2009), la estacionalidad de la caza (Rivals et al. 2015). La aplicación para el estudio de especies domésticas es escasa, siendo Mainland (1998, 2003, 2006) la pionera este tipo de trabajos desde los años 90, que no se han

¹ Basado en la traducción de Gallego et al. 2017 del inglés *scratches* (estrias) y *pits* (depresiones).

generalizado hasta la última década (Rivals et al. 2011, Henton 2010, 2012, Henton et al. 2014, Rieau 2014, Mainland et al. 2016, Gallego et al. 2017, Jiménez-Manchón et al. 2019).

En animales salvajes, esta técnica ha dado resultados positivos en la identificación de los diferentes tipos de dieta tanto en animales extintos como modernos (Solounias y Semprebon 2002), pudiéndose aproximar incluso la duración de los eventos de mortalidad de las distintas especies (Rivals et al. 2015). Esta técnica presenta, pero mayores problemas para identificar la dieta en los animales domésticos (Mainland 1998, 2003, 2006). La dieta en los animales domésticos presenta una mayor variabilidad debida a la intervención y selección humana. Además de los alimentos propios consumidos por los animales salvajes, los animales domésticos pueden recibir forraje, lo que hace que las dietas puedan ser mucho más variables y difíciles de identificar mediante esta técnica. Cualquier variación en el microdesgaste entre diferentes pastos podría potencialmente enmascarar cualquier diferencia entre la dieta a base de pasto y el forraje (Mainland 1998). Un ejemplo de esta problemática es el origen de las estrias en las ovejas, que, como demostró Mainland (2003), están más relacionadas con la ingesta de suelo que con una dieta a base de pasto. Por ello, es necesario el estudio de las variaciones de estas microtrazas en animales domésticos a partir del uso de referenciales actuales. A pesar de estos problemas, los estudios sí que han aportado información sobre la variación en la dieta de los animales domésticos. Para la oveja, y los ovicápridos en general, tenemos los estudios de Henton (2010, 2012) sobre el Neolítico de Çatalhöyük, y los de Mainland y Halstead (2005) y Rivals et al. (2011) sobre el Neolítico, de Grecia. Para periodos prehistóricos más recientes encontramos el trabajo de Jiménez-Manchón et al. (2019) sobre la edad del Hierro en el noreste peninsular y para periodos históricos, los estudios Gallego et al. (2017) para el periodo romano en el noreste peninsular y los de Mainland (2006) y Mainland et al. (2016) sobre el periodo nórdico en Groenlandia y las islas Orcadas.

4.2. Propuesta metodológica desarrollada

4.2.1 Caza y ganadería

En este estudio, el análisis anatómico y taxonómico se ha llevado a cabo siguiendo criterios de osteología comparada. Para ello, se han utilizado las colecciones de referencia del Laboratori d'Arqueozoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona y del Laboratorio de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Zaragoza. Además, se han utilizado diferentes atlas de anatomía comparada: Schmidt (1972), Barone (1969), Pales y Lambert (1970), Lavocat (1967), Fernández (2001) y Varela y Rodríguez (2004).

En este trabajo, hemos encontrado dificultades diversas a la hora de analizar los conjuntos faunísticos. La principal ha sido precisamente la identificación como animales domésticos de aquellas especies cuyo agriotipo salvaje está presente en la península, como son el cerdo y los bóvidos. El interés por identificar la presencia de animales domésticos en algunos sitios del Neolítico antiguo va más allá de caracterizar su proceso de adopción, trata de identificar cómo fueron las prácticas económicas de estas sociedades. Para diferenciar animales domésticos de salvajes se ha aplicado la biometría, utilizando las medidas de otros yacimientos del mismo periodo o de periodos anteriores y posteriores.

Otra dificultad a superar es la identificación de las ovejas y cabras domésticos en los primeros conjuntos neolíticos:

- Primero, por la dificultad de diferenciarlos en conjuntos fracturados con presencia de especies salvajes de morfología y tamaño similar como el sarrío (*Rupicapra rupicapra*) y el corzo (*Capreolus capreolus*). Estas dos especies, sobre todo el corzo, fueron muy cazadas por los últimos cazadores-recolectores, por lo que puede confundirse en el registro si no existen elementos diagnósticos. Para la separación de estas especies se ha utilizado, además de la colección de referencia, la publicación de Fernández (2001).
- Segundo, por la similitud morfológica entre oveja y cabra que dificulta la separación entre estas dos especies, haciendo que en la mayoría de las publicaciones arqueozoológicas se trabaje con categorías generales como *Ovis/Capra*, *Caprinae*, ovicápridos, etc. Pero trabajar con estas categorías amplias e indefinidas genera

diversas dificultades para la interpretación de las prácticas ganaderas. La oveja y la cabra tienen características y comportamientos distintos: mientras las cabras son más independientes, las ovejas son más gregarias (Agrawal et al 2014), por lo que son más fáciles de manejar (Randall 2013). Fisiológicamente también son distintas: las ovejas son más sensibles al calor ya que tienen mayores necesidades de agua, mientras que las cabras soportan peor el frío (Redding 1981), lo que hace que no se adapten igual a diferentes regiones. También sus necesidades alimenticias son distintas: las ovejas pastan (*grazing animals*) y las cabras ramonean hojas y brotes de arbustos (*browsers animals*) (Animut y Goetsch 2008; McClure 2013). Por último, los productos que aportan son distintos en calidad y en cantidad: las cabras aportan mayor cantidad de leche y durante más tiempo, pero la leche de las ovejas tiene más calorías, proteínas y grasas (Redding 1981). Por último, las cabras tienen una mayor tasa de reproducción en buenas condiciones de alimentación (Redding 1981).

Por todas estas razones, ambas especies sean tratadas de forma distinta por lo ganaderos, por lo que parece más adecuado, siempre que sea posible, diferenciar entre los restos de oveja y los de cabra como se ha hecho en esta tesis doctoral. Para ello, se han utilizado diferentes publicaciones con el objetivo de distinguir a la oveja y la cabra. Estas publicaciones se dividen en dos tipos, las que presentan criterios para dientes (Payne 1985; Helmer 2000; Halstead et al. 2002; Balasse y Ambrose 2005; Zeder y Pilaar 2010; Gillis et al. 2011) y las que los presentan para los elementos del esqueleto postcranial (Boessneck et al. 1964; Boessneck, 1970; Prummel y Frisch, 1986; Zeder y Laphalm 2010).

Como unidades de identificación, se utilizaron dos principalmente: El NISP (del inglés: *number of identified specimens*) y el NMI (número mínimo de individuos). El NISP es una unidad aditiva, que no necesita de ningún cálculo numérico, por lo que su uso es fácil y directo (Klein y Uribe 1984), pero que tiene varios problemas. Uno de ellos es que no tiene en cuenta las diferencias en número de elementos esqueléticos entre especies, ni la fertilidad de las especies, ni la diferencia de tamaño de las especies, que hace que la conservación pueda ser diferente (Lyman 2008). Tampoco tiene en cuenta el procesado y la preparación para el consumo por parte de los grupos humanos, sobre todo el transporte diferencial de las diferentes regiones anatómicas. A pesar de ello, el NISP es un índice muy útil para estudiar la composición taxonómica de un yacimiento.

El NMI calcula el número de individuos de cada especie teniendo en cuenta los elementos aparecidos en un yacimiento y la lateralidad de los mismos. Lo más habitual, y más adecuado, es tener en cuenta el tamaño, el sexo y la edad a la hora de calcularlo, es lo que se ha llamado “matching” (Klein y Uribe 1984) o NMI apurado (Estévez 1991). Esta unidad solventa alguno de los problemas planteados por el NISP (Klein y Uribe 1984; Lyman 2008), como el transporte diferencial o el número de elementos esqueléticos que posee cada especie, pero posee algunos problemas como la complejidad del cálculo y la utilización de métodos muy diferentes, que dificultan la comparación entre yacimientos. Por último, puede exagerar la presencia de algunas especies poco representadas por el NISP, como es el caso de algunos de los yacimientos analizados en este trabajo, por lo que se deberán tomar sus datos como una mera referencia. En todo caso, estas dos unidades se complementan bien (Klein y Uribe 1984), por lo que ambas serán utilizadas ambas en este trabajo.

En los últimos años, se ha tratado de utilizar un nuevo método para identificar fragmentos sin elementos diagnósticos o especies muy similares entre sí, como ovejas y cabras (Buckley et al. 2010). Se trata de una técnica que permite la identificación de cada una de las especies a través de la huella peptídica, conocida como Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS). El método extrae las proteínas del hueso (el colágeno), de estas los péptidos, que son secuenciados a través del espectrómetro de masas de ionización suave (soft-ionization mass spectrometer) (Buckley 2018). La secuenciación de los péptidos muestra diferencias en la posición de los mismos según la especie, como la oveja y la cabra, que difieren en dos posiciones (Buckley et al. 2010). La ventaja de esta técnica reside en que permite identificar especies muy similares entre sí, es muy poco destructiva debido a que no son necesarias grandes cantidades de muestra (4-10 mg) y, además, permite identificar fragmentos pequeños. Por último, es un método bastante más barato que otros como el ADN y presenta menos posibilidades de contaminación (Buckley 2018).

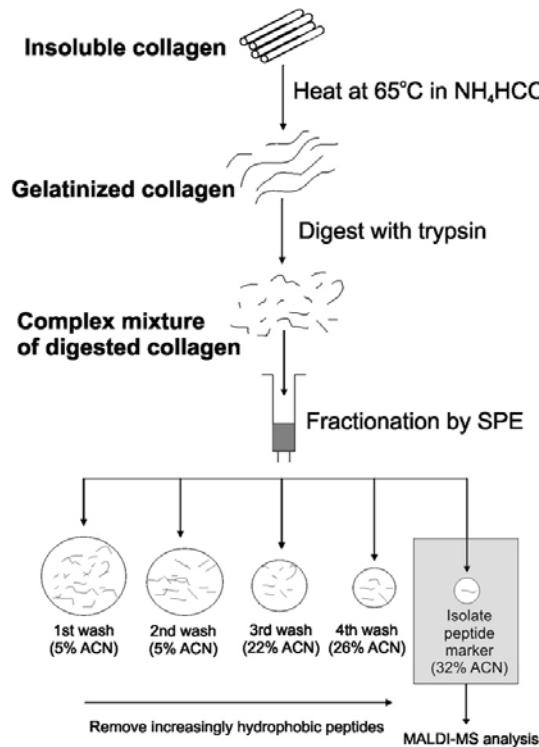


Fig. 4.4. Metodología de análisis de ZooMS (Buckley et al. 2010)

Como hemos visto más arriba, en este trabajo la biometría ha sido utilizada para diferenciar animales domésticos y salvajes en aquellas especies que plantean problemas al respecto, para calcular la edad siguiendo el método de Helmer (1995) en dientes de caprinos y bovinos, para separar las poblaciones por sexo teniendo en cuenta el dimorfismo sexual de algunas especies, y, por último, para caracterizar la variación en la talla de las especies domésticas. Se han tomado las medidas de todos los huesos y dientes donde era posible siguiendo los criterios de von den Driessh (1976) complementados con Payne y Bull (1988) y Davis (1996). Para poder comparar se ha utilizado la técnica del log ratio (Meadow 1999), que permite comparar medidas de diferentes partes del cuerpo, ampliando la muestra cuando el conjunto es pequeño y permitiendo comparar yacimientos con diferentes medidas. Se basa en la comparación de las medidas de los restos arqueológicos con una población teórica de la misma especie a partir de la fórmula $(\log x - \log m) = \log (x/m)$, donde x es la muestra arqueológica y m la muestra teórica. Para las diferentes especies se utilizaron distintas poblaciones teóricas. Para la oveja se utilizó la población de ovejas Shetland publicada por Davis (1996); para la cabra, tanto doméstica como montesa, se utilizaron las medidas publicadas por Llorente y Quiralte (2016) de cabras montesas actuales. En el caso de los cerdos se utilizaron las medidas publicadas por Albarella y Payne (2005)

para Durrington Walls. Para los bóvidos y los ciervos se utilizaron medidas referenciales no publicadas (Daniel Helmer). Siempre que fue posible, se descartaron las medidas de las falanges y se intentaron utilizar medidas de la misma dimensión.

Fueron analizadas 10 muestras de hueso de la cueva de Chaves y 2 del Moro de Olvena. Estos restos fueron muestreados en el Laboratori d'Arqueozoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona y analizados por el equipo de Épigénome et paléogénome del Instituto Jacques Monod, bajo la supervisión de Eva-Maria Geigl. Para ello, realizamos un análisis paleogenético y paleogenómico de última generación utilizando todos los procedimientos de precaución que habíamos desarrollado: descontaminación del espacio de trabajo y de los objetos de trabajo, descontaminación de reactivos, descontaminación por arrastre (Champlot et al., 2010). Estos procedimientos aumentan considerablemente la fiabilidad de los datos producidos y podemos descartar que las antiguas secuencias de ADN reflejen las secuencias de ADN del ganado moderno que contamina los reactivos (Champlot et al., 2010). Esta contaminación de los reactivos con el ADN moderno del ganado ha dañado publicaciones anteriores de ADN bovino antiguo (para una revisión ver Geigl, 2008).

Realizamos la extracción y purificación del ADN de los huesos antiguos mencionados anteriormente en nuestro laboratorio de alta contención utilizando diferentes procedimientos de extracción en paralelo para buscar el mejor método que normalmente varía de una muestra a otra. Las condiciones no estándar de purificación y las precauciones seguidas para evitar la contaminación conllevan unos costes significativamente superiores a los de los procedimientos estándar de extracción de ADN. Utilizando el ADN extraído, todas las muestras se examinaron con un método rentable que combinaba la PCR multiplexada con la plataforma de secuenciación de torrentes de iones NGS, desarrollada previamente por nosotros y denominada aMPlex Torrent (Guimaraes et al. (2017).

Se seleccionaron partes de la región hipervariable (HVR) y 33 SNPs (polimorfismos de nucleótido único) del genoma mitocondrial bovino en cuatro PCRs multiplex independientes en triplicados para cada muestra y método de extracción/purificación probado. Este ensayo, que es potente, aunque el ADN esté mal conservado en las muestras, nos permitió asignar sin ambigüedades el haplogrupo mitocondrial de cada una de ellas. Para secuenciar simultáneamente todos estos productos de PCR, marcamos

mediante ligadura de 96 códigos de barras independientes y purificamos estos productos de PCR en gel utilizando geles E-Gel SizeSelect II (Invitrogen). Debido al gran tamaño de la muestra, se realizaron tres series independientes de ligadura, purificación y secuenciación de códigos de barras. La secuenciación se llevó a cabo en nuestro instituto en una plataforma MiSeq de Illumina utilizando el modo de finalización emparejado.

Para la reconstrucción de los procesos de trabajo se tuvo en cuenta la clasificación realizada por Saña (1999), en la que se distingue la adquisición, el procesamiento, la preparación para el consumo, la distribución y el consumo, y la gestión de los desechos. Para ello se tienen en cuenta la frecuencia de las partes del esqueleto representadas, las trazas de procesado, los patrones de fracturación y las marcas de alteraciones térmicas en los huesos. El modelo de interpretación de las trazas y los patrones de fracturación es el planteado por Saña (1999), derivado de los trabajos de Binford (1981), Vigne (1983), Diez (1992) y Lyman (1994), en el que se distinguen: despellejado (extracción de la piel), evisceración (extracción de las vísceras), descuartizado (división del animal en cuartos), desmembrado (separación de las articulaciones), descarnado (extracción de la carne) y aprovechamiento medular. También se ha tenido en cuenta el trabajo de Seetah (2006), que caracteriza el proceso en carnicería primaria (*primary butchery*), secundaria (*secondary butchery*), terciaria (*tertiary butchery*), extracción de la medula y trabajo del hueso. Para ello, se analizan las trazas de corte, su dirección, su tipo, su función, etc. Las trazas de corte se han definido según su morfología siguiendo trabajos como los de Pérez-Ripoll (1992) o Potts y Shipman (1981). La fracturación ha sido analizada teniendo en cuenta el trabajo de Vila y Mahieu (1991), que permite clasificar fracturas según su ángulo, su perfil y su borde. Siguiendo este trabajo se ha medido la circunferencia (cuando se trataba de huesos largos) y la longitud (absoluta en mm y relativa) de los elementos fracturados. También se han clasificado las fracturas intencionadas según fueran oblicuas, longitudinales, transversales o mixtas. Para las alteraciones térmicas se han utilizado los criterios de Stiner et al. (1995) de coloración.

Por último, nos encontramos con la problemática del conejo. Esta especie es documentada en muchos yacimientos de toda la Península Ibérica, pero el problema al que nos enfrentamos es que es difícil saber si esta especie fue depositada por las sociedades humanas, por diferentes especies animales (carnívoros, rapaces, etc.). Para tratar de identificar el agente que ha aportado esta especie al yacimiento se han utilizado

los criterios propuestos por Hockett (1995), basados en observaciones etnográficas. Este autor tiene en cuenta la abundancia de individuos adultos, la presencia de alteraciones térmicas en los huesos, la abundancia de diáfisis de huesos largos, sobre todo de tibias; la frecuencia de fragmentos sin determinar y la escasez de elementos del esqueleto axial. Además, se tendrá en cuenta la presencia de trazas antrópicas y fracturas intencionadas.

4.2.2 Producción ganadera

Como hemos planteado en el apartada anterior, el estudio de la estructura de las poblaciones animales documentadas en los yacimientos arqueológicos permite deducir el tipo de explotación animal practicada. Para evidenciar la estructura de las poblaciones animales se tienen en cuenta la composición de la misma por edad y por sexos.

Los referenciales para identificar la edad varían entre especies. La edad de los caprinos domésticos se ha calculado con los restos dentarios a partir de las propuestas de Payne (1973; 1987), complementadas por Helmer (1995), que se han usado también para la oveja. La edad a partir de la fusión epifisaria se ha calculado utilizando las indicaciones de Zeder (2006). En el caso del ganado bovino, se han utilizado la propuesta de Grant (1982), utilizando las clases de edad establecidas por Legge (1992), para los restos dentarios. Para la fusión epifisaria han sido utilizados los datos aportados por Silver (1969). Para el ganado porcino se han utilizado los trabajos publicados recientemente por Zeder y su equipo (Lemoine et al. 2014; Zeder et al. 2015). Además de los animales domésticos, los animales salvajes también son explotados para la obtención de diferentes productos. El análisis de los perfiles demográficos de las diferentes especies cazadas permite caracterizar cuáles fueron las estrategias de captura de estos animales tanto entre las últimas sociedades de cazadores-recolectores como en las primeras de agrícola-ganaderos. Para calcular la edad de estas especies se han utilizado diferentes métodos: para el ciervo (Mariezkurrena 1983, Azorit et al. 2002, Brown y Chapman 1991), para el corzo (Tomé y Vigne 2003) y para la cabra montés (Pérez-Ripoll 1988, Serrano et al. 2004, Llorente y Quiralte 2016). Para el conejo se han utilizado los datos de fusión recopilados por Gardeisen y Valenzuela (2004) y Jones (2006), y utilizados por Sanchis (2012).

Para deducir los productos explotados también se utiliza la composición por sexos del rebaño. La identificación del sexo resulta difícil de establecer debido a la fragmentación que suelen sufrir los conjuntos, pero en los bien conservados puede llegar a hacerse utilizando la presencia y la morfología de las cornamentas (1992), la morfología de la pelvis en el acetábulo y el pubis (Boessneck 1969, Uerpmann 1973, Helmer 1992, Greenfield 2006), la morfología de los caninos de los suidos (Schmidt 1972) o la biometría (Davis 1987, Helmer 1995).

4.2.3 Gestión ganadera

Como ya hemos planteado en los presupuestos teóricos, la gestión ganadera puede estudiarse a partir de la aplicación de distintos métodos como los análisis de isótopos estables o el microdesgaste dental. A continuación, se van a detallar los protocolos seguidos para el estudio de la gestión ganadera.

- **Análisis de isótopos estables: alimentación y reproducción**

Análisis de isótopos estables en restos óseos. La extracción de colágeno y el análisis de isótopos estables se realizaron en el Unitat d'Antropologia Biològica (Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología) y en el Laboratori d'Arqueozoologia (Departamento de Prehistoria) de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Los huesos se limpiaron mecánicamente para eliminar la superficie, y la extracción siguió un método Longin modificado (Brown et al., 1988); se pueden encontrar detalles en estudios anteriores (por ejemplo, Craig et al., 2010). En resumen, se desmineralizaron fragmentos de huesos (aprox. 200 a 300 mg) utilizando 0,6 M HCl, a 4°C durante varios días, luego se enjuagaron con agua ultrapura (milli-Q®) y se gelatinizaron con 0,001 M HCl a 80°C durante 48 h. A continuación, las muestras se ultrafiltraron (30 kDa, unidades de filtro centrífugo Amicon® Ultra-4; Millipore, MA, USA), y se congelaron. Las muestras de colágeno (0,3 mg) se analizaron por duplicado utilizando un analizador elemental Thermo Flash 1112 (EA) acoplado a un espectrómetro de masas de relación isotópica Thermo Delta V Advantage (IRMS) con interfaz Conflo III, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental de la Universidad Autónoma de Barcelona. El estándar utilizado para $\delta^{13}\text{C}$ fue Vienna PeeDee Belemnite (V-PDB), y el estándar para $\delta^{15}\text{N}$ fue air N₂ (AIR).

Análisis de isótopos estables en restos dentarios: protocolo. Para los análisis de isótopos de bioapatita en el esmalte dentario se ha utilizado un muestreo secuencial desde el ápice de la pieza hasta la unión de la corona con la raíz.

El protocolo utilizado es el habitual en estos trabajos (Torner et al. 2013): se realiza un muestreo secuencial del diente en el lado bucal, en el lóbulo anterior de M2 y en el lóbulo medio de M3; el esmalte se perfora secuencialmente perpendicular al eje de crecimiento del diente desde el vértice hasta la unión esmalte-raíz. Durante todo el proceso de muestreo se usa una lente de bajo aumento ($\times 3$).

Las superficies del lóbulo se limpian por abrasión con brocas de tungsteno. Las muestras de esmalte se obtienen mediante la perforación con una broca de diamante. Durante este paso, se evita la acumulación de cemento superficial en el diente o la dentina debajo del esmalte. El muestreo cubre toda la altura de la corona y las muestras se distancian por intervalos de 1-1.5 mm. Cada muestra implica una banda horizontal de menos de un milímetro de ancho que perfora todo el espesor de la capa de esmalte. Finalmente, las posiciones de las muestras a lo largo de cada corona dental se enumeran como la distancia (en mm) desde la zona de unión entre el esmalte y la raíz.

Las muestras se tratan químicamente siguiendo los protocolos propuestos por Lee-Thorp y van der Merwe (1987), y modificadas por Koch et al. (1997), and Balasse et al. (2002), durante 4 h en ácido acético 0,1 M [CH_3COOH] (0,1 ml de solución / 0,1 mg de muestra), se enjuagan varias veces con agua destilada y se liofilizan.

Las muestras de esmalte purificado se analizan en un dispositivo Kiel IV interconectado a un IRMS DeltaV Advantage, se hacen reaccionar al vacío con ácido fosfórico al 100% [H_3PO_4] a 70° C en recipientes individuales y se purifican en un sistema de destilación criogénica automatizado. Finalmente, a los resultados de los análisis se aplica el modelo propuesto por Balasse et al (2012b) que tiene en cuenta diversos factores como el tiempo de formación del diente y la variación de la temperatura estacional para inferir la estación de nacimiento de las ovejas.

- **Microdesgaste dental el estudio de la alimentación**

Para realizar este análisis se ha seguido la metodología de Solounias y Semprebon (2002), que utiliza 35 aumentos para identificar estas microtrazas en la parte oclusal del diente en animales salvajes extintos y modernos. Para este trabajo, se han seleccionado dientes que presentan desgaste de distintos individuos y diferentes especies: un total de

61 muestras de oveja, vaca, ciervo, corzo y cabra montés, procedentes del nivel 1b de la cueva de Chaves.

A continuación, se han realizado moldes en negativo de los dientes seleccionados con silicona dental de alta resolución (Provil@novo Light CD) y después de baja resolución (Provil@novo Putty) (Fig. 4.5). Para los moldes en positivo se ha utilizado resina epoxídica pura transparente (resina C.T.S.® EPO 150 y catalizador K 151 for EPO 150) (Solounias y Semprebon 2002; Camarós et al. 2016). Los moldes positivos han sido analizados en el IPHES (Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social), utilizando un estereomicroscopio Zeiss Stemi 2000C, iluminado con la fuente de luz CL1500 ECO (Fig. 4.5). Las imágenes se han tomado con una cámara DeltaPix Invenio 5SII.

La observación se realizó, siempre que fue posible, dos veces sobre distintas partes del protoconido de los molares y premolares seleccionados, teniendo como referencia una cuadrícula de 0.4 x 0.4 mm (Fig. 4.5).



Fig. 4.5. Análisis de microdesgaste dental

De acuerdo con (Solounias y Semprebon 2002) las variables contempladas son las siguientes: número de depresiones; número de estrías; número de depresiones pequeñas y grandes; número de estrías finas y gruesas; rango de grosor de las estrías o SWS (*scratch width score*); presencia de más de cuatro estrías cruzadas (CS) y presencia de

depresiones de circunferencia irregular o *gouges* (G) (Fig. 4.6). Las depresiones pequeñas o grandes son diferenciadas según el grado de luz que dejan pasar. Las estrías gruesas se reconocen si se pueden identificar sus límites laterales y por la luz que dejan pasar. El rango de grosor de las estrías ha sido establecido a partir de cuatro categorías numeradas del 0 al 3 (SWS 0: esmaltes que presentan únicamente estrías finas; SWS 1: donde predominan sobre las estrías gruesas; SWS 2: con predominio de las estrías gruesas; SWS 3: en que se observan únicamente estrías gruesas) (Gallego et al. 2017). Las estrías cruzadas se identifican cuando existen varias estrías orientadas en una dirección diferente a la mayoría. Los *gouges* son depresiones más grandes que las grandes y con límites irregulares.

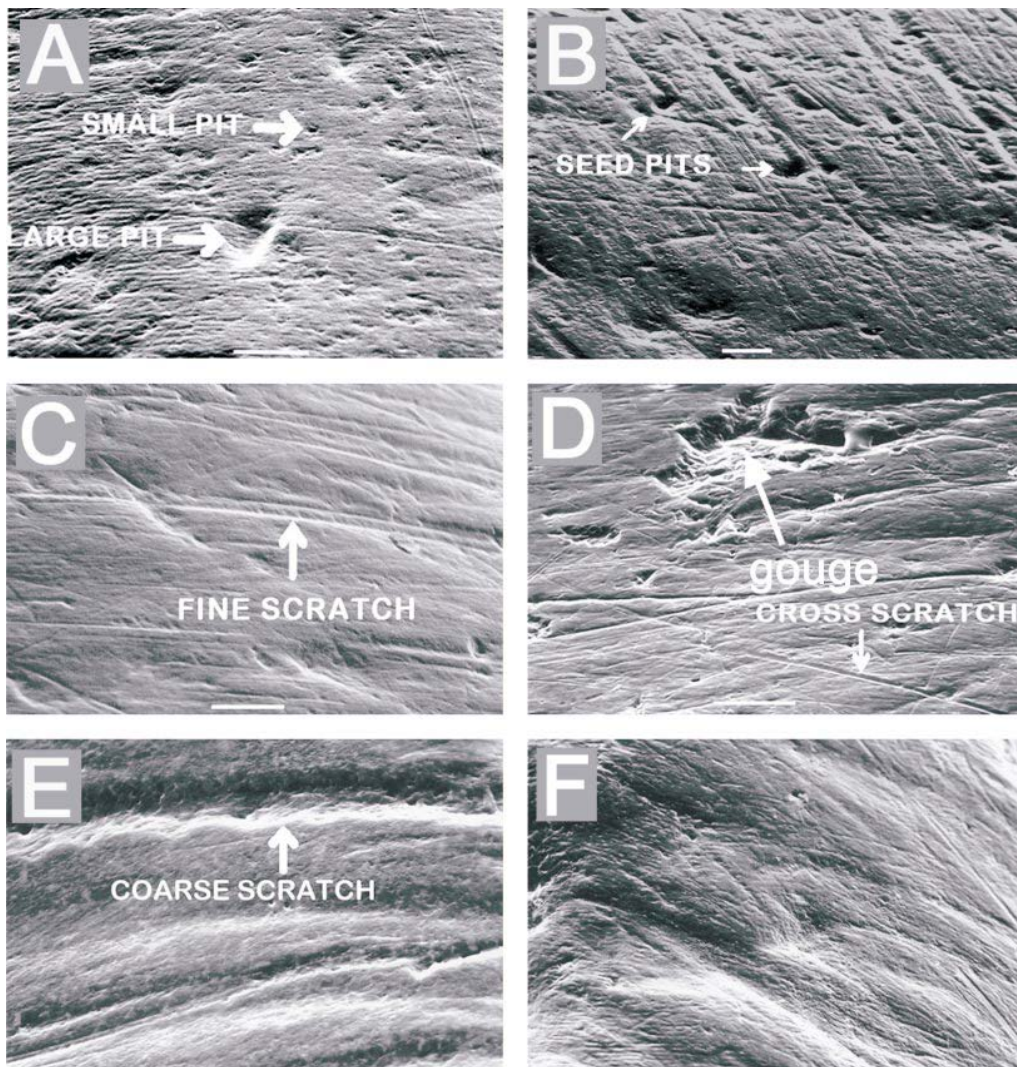


Fig. 4.6. Principales variables ejemplificadas por Solounias y Semprebon (2002: 12): Depresiones pequeñas (*small pits*) y grandes (*large pits*) (A), estrías finas (*fine scratch*) (C) y gruesas (*coarse scratch*) (E), estrías cruzadas (*cross scratch*) y *gouge* (D).

5. RESULTADOS

5.1 Composición de los conjuntos: las especies explotadas según la arqueozoología

5.1.1 Resultados de los yacimientos del valle del Arba de Biel

El valle del Arba de Biel se localiza en las sierras exteriores del Pirineo. En esta área se han detectado diversos yacimientos que cubren una línea temporal que va desde el Magdaleniense final (12000 cal BC) hasta el Calcolítico (2000 cal BC). En este caso se han estudiado los yacimientos o los niveles de los mismos localizados entre el Mesolítico de muescas y denticulados y el Neolítico medio (ver Fig. 3.11).

Peña 14 nivel b (Mesolítico de muescas y denticulados)

El conjunto faunístico correspondiente al nivel b de Peña 14 está compuesto por 1238 restos de fauna, de los cuales 130 (10,5%) se han clasificado taxonómica y anatómicamente.

Peña 14/ Nivel b	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Bos primigenius</i>	1	0,8%	1	5,9%
<i>Capra pyrenaica</i>	11	8,5%	2	11,8%
<i>Capra sp</i>	6	4,6%		
<i>Rupicapra rupicapra</i>	4	3,1%	1	5,9%
<i>Cervus elaphus</i>	32	24,6%	2	11,8%
<i>Capreolus capreolus</i>	6	4,6%	1	5,9%
<i>Sus scrofa</i>	16	12,3%	3	17,6%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	53	40,8%	6	35,3%
<i>Felis sylvestris</i>	1	0,8%	1	5,9%
TOTAL	130		17	

Tabla 5.1. Representación taxonómica en el nivel b de Peña-14.

La actividad económica durante el intervalo temporal 7163-6440 cal BC en el abrigo de Peña 14 estuvo dominada por la caza del ciervo y del conejo. El ciervo es la especie de ungulado más numerosa (24.6%), mientras que el conejo es la especie más capturada (40.8%). Les siguen el jabalí y la cabra montés con un 12.3 y un 8.5%. Teniendo en cuenta el número de ejemplares de cada especie representados, son el jabalí y el conejo los más abundantes, seguidos por el ciervo y la cabra.

El ciervo es el animal de caza mayor más abundante con 32 restos y 2 individuos representados, ambos mayores de 32 meses. La ausencia de jóvenes impide reconocer la

estacionalidad en la caza de esta especie. La presencia de elementos de todas las partes anatómicas, destacando partes del cráneo y falanges permite plantearse el transporte completo de esta especie al yacimiento para su explotación. Entre las marcas de explotación, destaca la fractura de los huesos largos y de las falanges para la extracción de la médula.

<i>Cervus elaphus</i>	
Maxilar	2
Mandíbula	3
Diente suelto	7
Ulna	2
Metacarpo	2
Carpal	3
Costilla	1
Pelvis	1
Tibia	2
Metatarso	2
Calcáneo	1
Tarsal	1
Astrágalo	1
Sesamoideo	1
Falange 1	3

Tabla 5.2: Distribución anatómica del ciervo en Peña-14 b

El jabalí es la segunda especie de ungulado más abundante con 16 restos (12.3%) y la primera en número de individuos (NMI=3). Por un lado, tenemos un individuo cazado entre los 6 y los 16 meses, otro entre los 18 y los 72, y un tercero entre los 72 y los 96 meses de edad. La caza parece centrarse en individuos de distintos rangos de edad, desde juveniles, previos a la edad de reproducción (entre los 10 y los 18 meses, Fernández-Lario 2014) hasta prácticamente seniles, teniendo en cuenta que la esperanza de vida en esta especie va desde los 6 hasta los 10 años (Fernández-Lario 2014). La distribución anatómica muestra un perfil tafonómico correspondiente a una preservación diferencial, donde se conservan los restos dentarios y las falanges. Esto puede deberse a la gran fragmentación que sufre el conjunto, con un bajo porcentaje de restos que han podido ser identificados y con una longitud media de 18 mm de los restos de jabalí.

<i>Sus scrofa</i>	
Maxilar	1
Mandíbula	1
Diente suelto	9
Metapodo	2
Falange 1	1
Falange 3	2

Tabla 5.3: Distribución anatómica del jabalí en Peña-14 b

Los cápridos también están bien representados durante este intervalo temporal. Entre ellos, domina la cabra montés con 11 restos (8,5%), siendo menos abundante el sarrío con tan solo 4 restos (3.1%). A parte de estas dos especies, existen una serie de restos, que, por su fragmentación, no han podido ser identificados como cabra montés o como sarrío, por lo que se han clasificado como *Capra sp.* Se aportaron al yacimiento al menos dos individuos de cabra montés, uno de entre 0 y 2 meses de edad y otro de unos 36 meses. La presencia de un individuo tan joven permite reconstruir la estacionalidad de la caza y de la ocupación del sitio. Debido a la marcada estacionalidad de los nacimientos de las cabras durante la primavera (Alados y Escós 2017), se puede interpretar que el sitio fue ocupado durante esta estación o a inicios del verano. De sarrío solo fue aportado un individuo menor de los 30 meses. De igual forma que el jabalí, los cápridos también tienen un perfil de preservación diferencial influido por la fragmentación del conjunto, con una longitud media de los restos de caprinos de 33 mm.

	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Rupicapra rupicapra</i>	<i>Capra sp</i>
Mandíbula	1		
Diente suelto	1		6
Radio-Ulna		1	
Metacarpo	3	1	
Calcáneo	1	1	
Carpal	1		
Astrágalo	2		
Falange 1	1	1	
Falange 2	1		

Tabla 5.4: Distribución anatómica de los caprinos en Peña-14 b

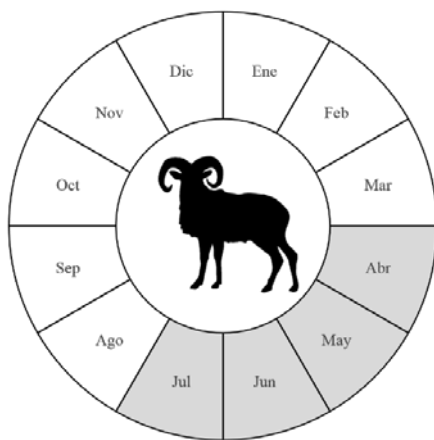


Figura 5.1: Estacionalidad de la cabra montés en Peña-14 b

Uno de los restos de cabra montés ha podido ser medido ya que no estaba fragmentado. Concretamente se trata de un astrágalo de cabra montés, cuyas medidas han sido comparadas con otros yacimientos de periodos anteriores (Magdaleniense), contemporáneos (Mesolítico) y posteriores (Neolítico antiguo). La cabra montés representada en el yacimiento de Peña 14 se sitúa de manera relativa entre los individuos de mayor talla, junto a individuos magdalenienses y neolíticos. Esto puede ser debido a que este individuo es un macho adulto, frente a las hembras y los individuos jóvenes que se agrupan en una talla menor. La presencia de elementos tanto craneales como de las extremidades distales hace pensar que el transporte pudo ser completo al yacimiento.

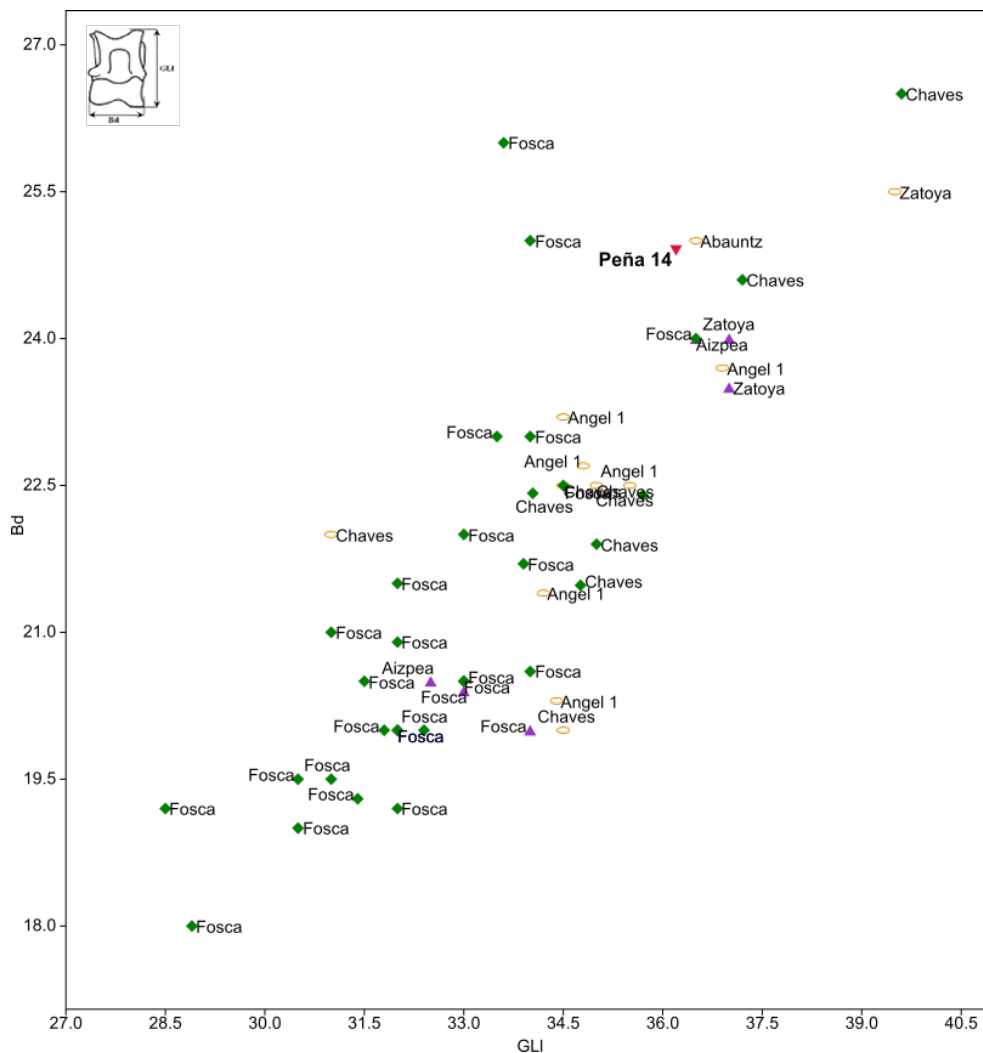


Figura 5.2: Biometría del astrágalo de la cabra montés en Peña-14 b en comparación con otros sitios del Valle del Ebro y Cova Fosca

El corzo se encuentra representado con 6 restos (4.6%), correspondientes a un individuo con edad superior a los 19 meses, lo que correspondería a un individuo adulto. El perfil anatómico de los corzos también corresponde a una preservación diferencial de la especie, relacionada también con la fragmentación del conjunto (media: 24 mm). El uro está representado de forma testimonial con tan solo un resto perteneciente a un individuo subadulto o adulto.

Capreolus capreolus	
Diente suelto	2
Metacarpo	1
Astrágalo	1
Metapodo	1
Metapodo acc	1

Tabla 5.5: Distribución anatómica del corzo en Peña-14 b

Bos primigenius	
Metacarpo	1

Tabla 5.6: Distribución anatómica del uro en Peña-14 b

El conejo es la principal especie capturada con un total de 53 restos (40.8%) y 6 individuos, todos ellos adultos. Las mandíbulas, los dientes sueltos y los fragmentos de tibia dominan sobre el resto de los elementos esqueléticos. La presencia de numerosos dientes aislados, tanto molares como incisivos, puede sesgar los resultados de esta especie, ya que multiplican su importancia cuantitativa. En este punto, conviene debatir sobre el agente que ha aportado esta especie al yacimiento, bien se haya depositado por acción humana o por causas naturales. Para ello utilizaremos los criterios dados por Hockett (1995), utilizados en otros trabajos del periodo (García Martínez de Lagrán et al. 2014). El dominio de los animales adultos, los seis individuos identificados son adultos; la presencia de alteraciones térmicas en un 26.4% de los huesos, la abundancia de diáfisis de huesos largos, que suponen un 34% de los huesos identificados; y la ausencia de elementos del esqueleto axial, unido a la fractura de huesos (al menos un 7.9%) corresponden con un perfil de depredación humana. El gato salvaje también ha sido documentado en este nivel, con la presencia de una ulna quemada correspondiente a un individuo adulto.

<i>Oryctolagus cuniculus</i>	
Maxilar	1
Mandíbula	11
Diente suelto	15
Humero	1
Radio	1
Pelvis	4
Fémur	2
Tibia	14
Calcáneo	4

Tabla 5.7: Distribución anatómica del conejo en Peña-14 b

<i>Felis sylvestris</i>	
Ulna	1

Tabla 5.8: Distribución anatómica del gato montés en Peña-14 b

En cuanto a la explotación de estas especies, se pueden utilizar diferentes criterios para plantear el grado de intensidad en que se llevo a cabo. En primer lugar, la longitud máxima de los fragmentos de cada especie permite observar diferencias entre especies, como es la explotación menos intensiva del ciervo respecto al resto de especies, aunque esto puede estar relacionado con el mayor tamaño de la especie. Por otro lado, se observa una explotación similar del corzo y el jabalí, que son reducidos a fragmentos mucho más pequeños. Si se compara la presencia de fracturas intencionales, se observa que el ciervo y el jabalí son especies más explotadas, de igual forma que el sarrío (aunque sus restos son muy escasos). La cabra montés sigue la misma tendencia de ser menos intensamente explotada, como indicaba la longitud máxima. El conejo es menos procesado que el resto de las especies, seguramente porque su menor tamaño no lo hace necesario para el consumo. Por otra parte, la aplicación del índice de fracturación (NISP/NMI) muestra un mayor índice para los ciervos (16) que para otras especies como la cabra montesa (5,5) o el jabalí (5,3) confirmando esta explotación más intensa en los ciervos.

	Fractura	NISP	NISP sin dientes sueltos	
<i>Capra pyrenaica</i>	2	11	10	20,0%
<i>Rupicapra rupicapra</i>	2	4	4	50,0%
<i>Cervus elaphus</i>	8	32	25	32,0%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	6	4	25,0%
<i>Sus scrofa</i>	2	16	7	28,6%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	3	53	38	7,9%

Tabla 5.9: Fractura intencional por especies en Peña-14 b

Analizando la longitud relativa y la circunferencia de las diáfisis de los restos fracturados se puede observar como los cápridos son más intensamente fracturados que el resto de especies salvo el conejo, aunque esto puede deberse a la escasez de restos, o como todas las especies son fracturadas para extraer la medula.

Longitud relativa	1/4	1/2	1	Total
<i>Capra pyrenaica</i>	50%	0%	50%	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	100%	0%	0%	2
<i>Cervus elaphus</i>	38%	63%	0%	8
<i>Capreolus capreolus</i>	0%	100%	0%	1
<i>Sus scrofa</i>	0%	100%	0%	2
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	50%	50%	0%	2

Tabla 5.10: Longitud relativa de las fracturas intencionales por especies en Peña-14 b

Circunferencia	1/4	1/2	3/4	1	Total
<i>Capra pyrenaica</i>	50%	50%	0%	0%	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>	100%	0%	0%	0%	2
<i>Cervus elaphus</i>	0%	63%	13%	25%	8
<i>Capreolus capreolus</i>	0%	100%	0%	0%	1
<i>Sus scrofa</i>	0%	100%	0%	0%	2
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	50%	0%	0%	50%	2

Tabla 5.11: Circunferencia de las fracturas intencionales por especies en Peña-14 b

Para intentar identificar diferencias en la explotación de estas especies se han analizado las falanges fracturadas para la extracción de la medula. A pesar de la escasez de la muestra, sí que se ha podido documentar como las falanges de las especies más pequeñas, como el sarrío o el jabalí, han sido menos explotadas que las de los animales más grandes, y que por tanto poseen más grasa, como la cabra montés y el ciervo.

Falange	Fractura	Total general	
<i>Capra pyrenaica</i>	1	2	50%
<i>Cervus elaphus</i>	2	3	67%
<i>Sus scrofa</i>	1	3	33%
Total general	4	9	

Tabla 5.12: Falanges fracturadas en Peña-14 b

Un aspecto común a comentar sería la sobrerrepresentación para todas las especies de la cabeza y la parte distal de las extremidades, lo que bien puede deberse a una

representación diferencial o a una explotación más intensiva que aumenta el grado de fracturación e impide la clasificación, como muestra el bajo porcentaje de elementos identificados taxonómicamente (10,5%)

La presencia de termoalteraciones permite documentar la existencia de pautas de cocinado o de gestión de los residuos. En este aspecto se observan diferencias entre especies como la cabra montés o el jabalí y otras como el ciervo y el conejo, que presentan menos. La mayor parte de los restos tienen una coloración marrón (38,5%) o marrón-negra (23,1%). El marrón está ligado a tareas de cocinado y preparación para el consumo mientras que el negro lo está a tareas de limpieza. Las diferencias entre especies pueden estar ocasionadas por una estrategia de consumo y de gestión de los residuos distinta.

Termoalteraciones	S	Total general	
<i>Bos primigenius</i>	1	1	100,0%
<i>Capra pyrenaica</i>	7	11	63,6%
<i>Rupicapra rupicapra</i>	3	4	75,0%
<i>Cervus elaphus</i>	8	32	25,0%
<i>Capreolus capreolus</i>	2	6	33,3%
<i>Sus scrofa</i>	7	16	43,8%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	14	53	26,4%
<i>Felis sylvestris</i>	1	1	100,0%

Tabla 5.13: Termoalteraciones por especies en Peña-14 b

Peña-14 es la principal ocupación del Mesolítico de muescas y denticulados del valle del Arba de Biel. La ocupación de este abrigo parece que fue recurrente y estacional. La actividad cinegética durante esta ocupación se centró en la caza de diferentes especies, entre las que destaca el ciervo y el jabalí, y en la captura de conejos. La caza de estas especies pudo realizarse en las inmediaciones del yacimiento, posiblemente cerca del río Arba, ya que un paisaje que alternaba bosque con espacios abiertos de arbustos (Montes et al. 2016) era un biotopo adecuado para estas especies (Carranza 2017, Fernández-Lario 2014). Incluso para la cabra montés, que además de ocupar espacios rocosos, situados remontando el río Arba, pueden ocupar bosques de pinos durante la primavera (Alados y Escós 2017). La captura de un individuo de 0 a 2 meses de cabra montés permite identificar la primavera e inicios del verano como una parte del momento de ocupación, aunque no se descarta la ocupación durante otros periodos del año. La mayor parte de las especies debieron ser cazadas no lejos del yacimiento y transportadas

prácticamente completas al sitio, donde eran procesadas de forma intensa para extraer incluso la médula y posiblemente consumidas en el mismo sitio, donde se gestionaban los propios recursos. El procesado no muestra grandes diferencias entre especies, más allá de una mayor fracturación de animales más grandes, como el ciervo, que eran fracturadas hasta las falanges; y una menor de animales más pequeños, como el conejo.

Peña-14 nivel a

La muestra del nivel a de Peña 14 (6688-5661 cal BC) está compuesto por 381 restos en total, de los cuales 40 han resultado identificables, lo que se corresponde con el 10,5% del total (Tabla 5.14). Esta pequeña muestra se debe a la poca superficie conservada de este nivel, unos escasos 5 m².

Peña 14/ Nivel a	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Capra pyrenaica</i>	6	15,0%	1	12,5%
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	2,5%	1	12,5%
<i>Cervus elaphus</i>	18	45,0%	1	12,5%
<i>Capreolus capreolus</i>	4	10,0%	1	12,5%
<i>Sus scrofa</i>	8	20,0%	2	25,0%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	1	2,5%	1	12,5%
<i>Vulpes vulpes</i>	2	5,0%	1	12,5%
TOTAL	40		8	

Tabla 5.14. Representación taxonómica en el nivel a de Peña-14.

El conjunto se caracteriza por el dominio claro del ciervo (45%), seguido del jabalí y la cabra montés. El NMI, en cambio, indica un predominio del jabalí, con dos individuos, frente al resto de especies con un solo individuo. En cuanto a la biomasa, el ciervo vuelve a ser la especie que mayor aporte cárnico proporciona, seguidos por la cabra montés y el jabalí. Además de estas especies, se documentan otras con una presencia testimonial, como el corzo, el sarrío, el conejo o el zorro.

De ciervo se han clasificado 18 restos (45%) pertenecientes a un individuo mayor de 32 meses de edad. El jabalí es la segunda especie más abundante con 8 restos (20%) pertenecientes a dos individuos, uno de entre los 3 y los 8 meses y otro de entre los 6 y los 12 meses. La cabra montés se encuentra representada por 6 restos (15%) pertenecientes a un individuo de 36 meses. Además, se han documentado 4 restos de corzo (10%) pertenecientes a un individuo de entre los 17 y los 19 meses. La estacionalidad de nacimiento del corzo para la Península Ibérica se sitúa a mediados de la primavera (abril-mayo) (Mateos-Quesada 2017), por lo que este individuo fue cazado

durante el otoño (Fig. 5.3). El sarrío está representado con un solo resto (2,5%) perteneciente a un individuo de entre 6 y 24 meses. El conejo también está representado por un solo resto (2,5%) perteneciente a un individuo adulto. El zorro está representado por dos restos (5%) pertenecientes a un individuo adulto.

PEÑA 14 Nivel a	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Sus scrofa</i>	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Rupicapra rupicapra</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Vulpes vulpes</i>
Cráneo	1						
Maxilar		1	1	1			
Mandíbula		3			1	1	
Diente suelto	6	2					2
Humero	2				2		
Carpal	3		1				
Vértebra cervical	1						
Fémur			1				
Rotula			1				
Astrágalo	1		1				
Tarsal			1				
Falange 1	3	2					
Falange 2	1				1		
TOTAL	18	8	6	1	4	1	2

Tabla 5.15 Distribución anatómica de las especies representadas en Peña 14 a

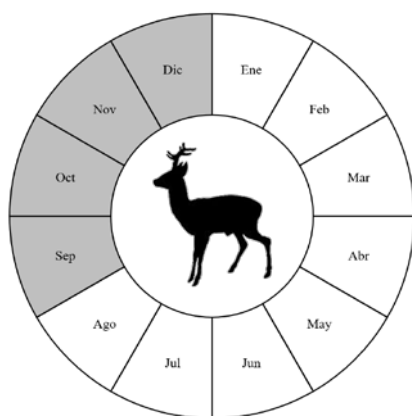


Fig. 5.3: Estacionalidad de la muerte del corzo en Peña-14 a

La explotación de todas las especies en este nivel es analizada a partir de distintos criterios. Esto se trata tan solo de una aproximación a nivel indicativo, ya que la escasez de restos dificulta realizar una comparación.

El análisis de las fracturas intencionales muestra como el ciervo es más intensamente fracturado que otras especies como la cabra montés o el corzo, siguiendo la misma tendencia que se observaba en con la longitud máxima. La longitud relativa y la

circunferencia de la fractura intencional muestran esta tendencia a una mayor intensidad de explotación del ciervo (Tablas 5.17 y 5.18).

	Fractura	NISP	
<i>Capra pyrenaica</i>	1	6	16.7%
<i>Cervus elaphus</i>	6	18	33.3%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	4	25.0%

Tabla 5.16: Longitud relativa de las fracturas intencionales por especies en Peña-14 a

Longitud relativa	1/4	1/2	Total
<i>Capra pyrenaica</i>	0%	100%	1
<i>Cervus elaphus</i>	62,5%	37,5%	8
<i>Capreolus capreolus</i>	100%	0%	3

Tabla 5.17: Longitud relativa de las fracturas intencionales por especies en Peña-14 a

Circunferencia	1/4	1/2	1	Total
<i>Capra pyrenaica</i>	0%	100%	0%	1
<i>Cervus elaphus</i>	80%	0%	20%	5
<i>Capreolus capreolus</i>	0%	0%	100%	2

Tabla 5.18: Circunferencia de las fracturas intencionales por especies en Peña-14 a

La presencia de restos termoalterados es similar en todas las especies, tan solo el ciervo y el jabalí tienen un mayor número. Este mayor porcentaje apenas es significativo por la escasez de restos pertenecientes a cada una de las especies.

	Termoalteraciones	NISP	
<i>Capra pyrenaica</i>	1	6	16.7%
<i>Cervus elaphus</i>	6	18	33.3%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	4	25.0%
<i>Sus scrofa</i>	3	8	37.5%
<i>Vulpes vulpes</i>	1	2	50.0%

Tabla 5.19: Termoalteraciones por especies en Peña-14 a

La ocupación del Mesolítico geométrico de Peña-14 debió ser recurrente y estacional, así lo indican las dataciones de radiocarbono, que muestran intervalo temporal de 1000 años de ocupación, y la escasez de materiales. La actividad cinegética está especializada en el ciervo y complementada de otras especies como el jabalí y la cabra montés. De igual forma que en el nivel anterior, la caza de estas especies pudo realizarse en las inmediaciones del yacimiento, posiblemente cerca del río Arba, ya que un paisaje que alternaba bosque con espacios abiertos de arbustos (Montes et al. 2016) era un biotopo adecuado para estas especies (Carranza 2017, Fernández-Lario 2014). La caza del corzo

muestra una ocupación a finales del verano e inicios del otoño. La mayor parte de las especies debieron ser cazadas no lejos del yacimiento y transportadas prácticamente completas al sitio, donde eran procesadas de forma intensa para extraer incluso la médula y posiblemente consumidas en el mismo sitio, donde se gestionaban los propios recursos. El procesado no muestra una mayor fracturación del ciervo frente a otras especies, lo que puede tener distintas razones que serán analizadas al final del capítulo.

Valcervera nivel b

Valcervera posee un nivel, el b, datado en el 6011-5811 cal BC. La muestra de este nivel es escasa, con tan solo 240 restos en total, de los cuales tan solo 18 han resultado identificables, lo que se corresponde con el 7,5% del total.

Valcervera / Nivel b	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Bos primigenius</i>	1	5,6%	1	20%
<i>Cervus elaphus</i>	8	44,4%	1	20%
<i>Sus scrofa</i>	2	11,1%	1	20%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	7	38,9%	2	40%
TOTAL	18		5	

Tabla 5.20: Representación taxonómica en el nivel b de Valcervera

Los escasos restos identificados en Valcervera muestran el dominio de dos especies, el ciervo y el conejo, que suponen el 44,4 y el 38,9% de la escasa muestra. El jabalí y el uro son las otras dos especies representadas con 2 y 1 resto, respectivamente. En cuanto a individuos, cuya clasificación ha resultado problemática debido a la escasez de restos y solo puede ser tenida en cuenta como una referencia, se identifican cinco, dos de los cuales pertenecen al conejo y los otros tres a uro, ciervo y jabalí. Debido a la escasez de restos para cada una de las especies, se analizan las cuatro identificadas en conjunto. En primer lugar, encontramos un elemento de bóvido perteneciente a un individuo de edad indeterminada. En segundo lugar, el ciervo está representado por 8 restos correspondientes a un solo individuo de más de 30 meses. La presencia de elementos tanto craneales como de las extremidades permite plantear un posible transporte completo del animal, aunque el número de restos es bajo. El jabalí aparece representado por un solo resto perteneciente a un individuo de edad indeterminada. Por último, el conejo aparece representado por 7 restos pertenecientes a dos individuos adultos.

	<i>Bos primigenius</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Sus scrofa</i>	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Mandíbula				1
Diente suelto	1	3	1	
Escápula				1
Radio		2		1
Metacarpo		1		
Pelvis				1
Tibia		1		1
Calcáneo			1	2
Metatarso		1		

Tabla 5.21: Distribución anatómica por especies en Valcervera nivel b.

Por último, las termoalteraciones son escasas en este yacimiento (22,2%), lo que puede estar relacionado con la forma de gestión y la funcionalidad del mismo. Entre especies no existen diferencias en el porcentaje de huesos termoalterados, lo que, junto a la escasez de restos, impide realizar cualquier interpretación.

El abrigo de Valcervera muestra una ocupación corta del Mesolítico geométrico (6011-5811 cal BC). Los materiales son muy escasos, pero muestran una actividad cinegética centrada en la caza del ciervo y de conejos. La escasez impide realizar interpretaciones sobre la estacionalidad de la ocupación y la explotación de estas especies.

Rambla de Legunova, nivel 1n (Neolítico cardial)

Rambla de Legunova posee dos niveles arqueológicos, el 1n, en el 5364-5211 cal BC, y el 1, datada en el 4679-3811 cal BC. La muestra del nivel 1n de Rambla de Legunova está compuesto por 1213 restos en total, de los cuales tan solo 65 han resultado identificables (5,4%) (Tabla. 5.22).

El nivel 1n se caracteriza por el dominio de dos especies, el ciervo y el conejo, que suponen cerca de un 50% de los restos. Los suidos y los ovicápridos domésticos son las siguientes especies documentadas en abundancia relativa. En cuanto a individuos, los ovicápridos representan un 26,7%, seguidos por el ciervo, el corzo, los suidos y el conejo. Con respecto al modo de adquisición llevada a cabo en el asentamiento, los animales silvestres suponen, al menos, un 57,1% del total, mientras que los domésticos tan solo un 14,3% (Tabla 5.33). Queda la duda de la presencia de elementos que, por su fragmentación, no ha podido darse su estatus de doméstico o salvaje, como es el caso de

los suidos o de los caprinos. A pesar de este problema, parece claro que la caza fue la actividad principal del yacimiento frente a la ganadería.

Rambla/ Nivel 1n	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Bos taurus</i>	2	3,1%	1	6,7%
<i>Ovis/Capra</i>	2	3,1%	4	26,7%
<i>Ovis aries</i>	3	4,6%		0,0%
<i>Capra hircus</i>	2	3,1%		0,0%
<i>Sus sp</i>	10	15,4%	2	13,3%
<i>Cervus elaphus</i>	16	24,6%	2	13,3%
<i>Capreolus capreolus</i>	4	6,2%	2	13,3%
<i>Capra sp</i>	8	12,3%		0,0%
<i>Lepus capensis</i>	1	1,5%	1	6,7%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	15	23,1%	2	13,3%
<i>Lynx sp</i>	1	1,5%	1	6,7%
Carnívoro sp	1	1,5%		0,0%
TOTAL	65		15	

Tabla 5.22: Representación taxonómica del nivel 1n de Rambla

	NISP	% NISP	% Doméstico/Salvaje	NMI	% NMI
Doméstico	9	13,8	14,3	5	33,3
Doméstico/Salvaje	18	27,7	28,6	2	13,3
Salvaje	36	55,4	57,1	7	46,7
Carnívoro	2	3,1		1	6,7
Total	65			15	

Tabla 5.23 Representación anatómica de los ungulados salvajes, salvajes/domésticos y domésticos, y de los carnívoros de Rambla 1n

Los bóvidos están representados con dos restos (3,1%), que corresponden a un individuo muerto entre los 6 y los 15 meses. Uno de ellos, un premolar decidual, ha permitido establecer que este individuo es doméstico, Para ello, se ha comparado este diente con los de *Bos primigenius* de Mendandia (Castaños 2005) y con los de *Bos taurus* de La Draga (Saña 2011). En la Figura 5.4, se puede observar como el d3 de Rambla de Legunova se sitúa muy separada de los salvajes de Mendandia y más cerca de los domésticos de La Draga. Dentro de los uros de Mendandia se ha observado gran variabilidad genética, ya que se han documentado individuos del haplogrupo P, tradicionalmente identificado el uro europeo, y T3, que había sido identificado como perteneciente a uros proximorientales, y por tanto en estado doméstico en la Península

Ibérica (Alday et al. 2012). Por lo tanto, planteamos el estatus doméstico de este individuo, probablemente destinado al consumo.

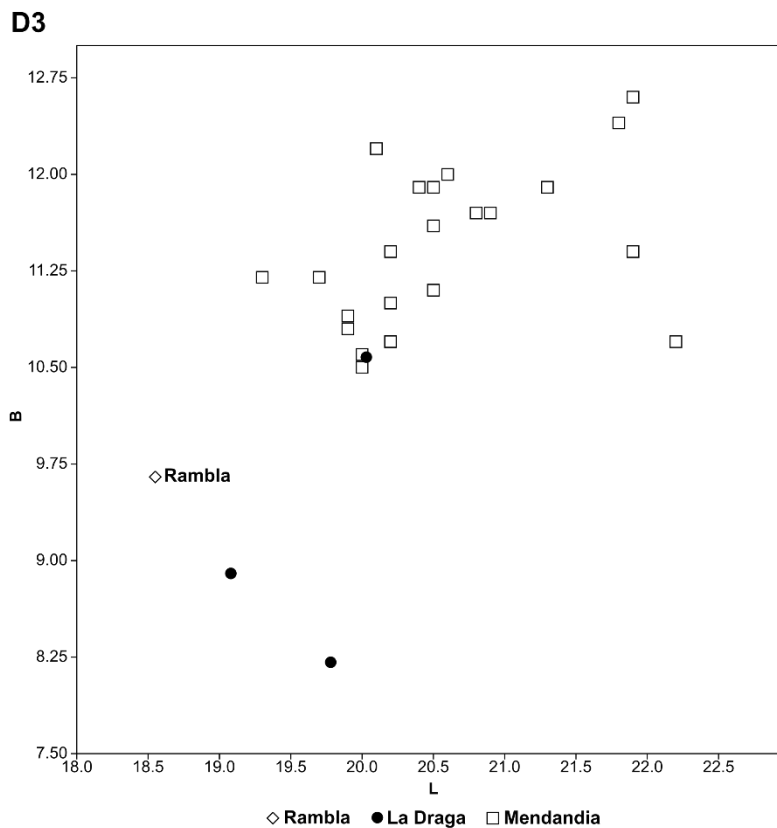


Figura 5.4: Diagrama de dispersión de las medidas L (longitud) y A (anchura) del tercer molar decidual del bóvido en Rambla 1n

Los ovicápridos domésticos suponen un 10,8%, con un total de 7 restos pertenecientes a 4 individuos. En aquellos casos en los que ha podido distinguirse entre oveja y cabra, la oveja está representada por 3 restos y la cabra por 2. En los ovicápridos destaca el dominio de la clase de edad C (6-12 meses), seguida de las clases D (12-24 meses) y EF (24-48 meses). Esto nos permite plantear una explotación de la carne para estas dos especies. La presencia de individuos entre los 6 y los 12 meses, considerando hipotéticamente la pauta estacional de reproducción de los ovicápridos domésticos a finales del invierno e inicios de la primavera (Balasse y Tresset 2007; Balasse et al. 2016; Sierra et al. en preparación), implica que la ocupación del sitio debió producirse a finales del verano, durante el otoño o a inicios del invierno.

Los restos de suidos clasificados corresponden a dos individuos, uno de entre 3 y 8 meses y otro de entre 16 y 30 meses. Se trata de animales jóvenes que habían alcanzado el óptimo cárnico (entre los 12 y los 24 meses para los cerdos domésticos). La mayoría

de los restos son dientes fragmentados, lo que puede deberse a una preservación diferencial o por la fragmentación intensiva que se da en este nivel.

El ciervo es el ungulado más numeroso, con un total de 16 restos que corresponden con dos individuos, uno de entre 30 y 42 meses, y otro de más de 10 años de edad. La caza parece centrada en los animales adultos, incluso seniles. El corzo está representado por 4 restos pertenecientes a dos individuos, uno de entre 8 y 19 meses y otro de entre 80 y 138 meses. En la categoría *Capra sp* se han clasificado restos de fauna correspondientes a cabras salvajes u ovicápridos domésticos que no han podido ser determinados específicamente. En este caso se trata de dientes sueltos que no han sido identificados debido a la fragmentación de los mismos, pudiendo tan solo saber que pertenecían al género *Caprinae*.

El conejo es la especie de pequeño tamaño más abundante, con un total de 15 restos. Se han identificado dos individuos adultos. En este punto, se debe debatir sobre si su presencia se debe a una aportación antrópica o a un depósito natural. La presencia tan solo individuos adultos, junto a la presencia de huesos largos, la ausencia de elementos del esqueleto axial y un buen número de ellos con alteraciones térmicas (33,3%), siguiendo los criterios de Hockett (1995), permite plantear un aporte humano de estos restos para su consumo, como es común en otros sitios neolíticos.

La liebre aparece representada con un solo resto, concretamente un calcáneo que corresponde a un individuo adulto. Esta especie ha sido identificada fundamentalmente por su talla, mucho mayor que los conejos también clasificados en este yacimiento.

El lince es el único carnívoro identificado en este nivel con un único resto que pertenece a un individuo adulto. Se trata de una ulna fracturada en fresco y quemada. La fractura permite plantear una explotación de esta especie como se ha documentado en otros yacimientos de la Península Ibérica durante el Neolítico antiguo (Martin 2014, Llorente 2015).

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

RAMBLA Nivel 1n	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Bos taurus</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Ovis/ Capra</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Capra sp</i>	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Lepus capensis</i>	<i>Lynx sp</i>
Asta	1										
Maxilar									1		
Mandíbula		1					1		2		
Diente suelto	6	2	1	7	2	1	1	8	2		
Escapula									1		
Húmero									3		
Radio	2										
Radio-Ulna	1										
Ulna	1										1
Vert cervical	1		1								
Costilla				1							
Pelvis	1								2		
Tibia									1		
Metatarso						1					
Astrágalo		1		1		1					
Calcáneo	1								1	1	
Metapodo				1							
Falange 1	1										
Falange 2	1										
TOTAL	16	4	2	10	2	3	2	8	13	1	1

Tabla 5.24 Distribución anatómica por especies en Rambla 1n

El procesado y la explotación de estas especies han sido evaluados teniendo en cuenta distintos criterios. Respecto a las fracturas de origen intencionales, la presencia de las mismas domina en los ciervos, con un alto porcentaje de los huesos con las mismas, pero es inexistente en otras especies como los ovicaprinus, los bóvidos o los corzos. La longitud relativa y la circunferencia de fractura también muestran una fracturación intensiva del ciervo, aunque resulta difícil compararlo con otras especies por la escasez de restos de las mismas.

Fractura	Antrópico	Total general	
<i>Sus sp</i>	1	10	10%
<i>Cervus elaphus</i>	5	16	31,3%
<i>Lynx sp</i>	1	1	100%

Tabla 5.25: Fracturas intencionales por especies en Rambla 1n

Longitud relativa	1/4	3/4	Total
<i>Sus sp</i>		100%	1
<i>Cervus elaphus</i>	100%		5
<i>Lynx sp</i>	100%		1

Tabla 5.26: Longitud relativa de las fracturas intencionales por especies en Rambla 1n

Circunferencia	1/4	3/4	1	Total
<i>Sus sp</i>		100%		1
<i>Cervus elaphus</i>	33,3%	33,3%	33,3%	3
<i>Lynx sp</i>			100%	1

Tabla 5.27: Circunferencia de las fracturas intencionales por especies en Rambla In

Termoalteraciones	NISP termoalterado	NISP total	% NISP termoalterado
<i>Ovis/Capra</i>	1	7	14,3%
<i>Sus sp</i>	3	10	30,0%
<i>Capra sp</i>	2	8	25,0%
<i>Cervus elaphus</i>	5	16	31,3%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	4	25,0%
<i>Oryctolagus capensis</i>	5	15	33,3%
<i>Lynx sp</i>	1	1	100,0%

Tabla 5.28: Termoalteraciones por especies en Rambla In

Las termoalteraciones sobre los huesos muestran cómo se llevó a cabo la preparación para el consumo y/o la gestión de los residuos después de su consumo. Para el caso del Rambla In, se observa como las termoalteraciones están presentes en todas las especies en un porcentaje similar salvo para los ovicaprinos domésticos, que es un menor. Esta diferencia, que también se observada en los restos de bovinos (no poseen termoalteraciones). La mayoría de los restos quemados tiene coloraciones marrones en toda su superficie, correspondientes con la gestión de los residuos y del espacio.

El nivel cardial de Rambla de Legunova está caracterizado por una actividad económica cazadora con la presencia de animales domésticos. El ciervo es la principal especie que ha aportaba más alimento, mientras que el conejo es la principal cazada. La cabaña doméstica está compuesta de ganado vacuno, ovicaprino y es posible que porcino. Parece claro que alrededor del 5364-5211 cal BC, los animales domésticos forman parte de la estrategia económica de las comunidades que poblaron gran parte del valle del Ebro y de la Península Ibérica (Saña et al, en prensa), aunque los animales salvajes son los más representados en base al número de restos. El sacrificio de animales domésticos jóvenes debió ir ligado a la explotación de la carne. El procesado de los animales muestra diferencias, algunas debidas al tamaño de las presas, como es el caso de la mayor presencia de fracturas en los huesos de ciervo, pero también a la presencia de animales domésticos, que parece que son gestionados de forma distinta según indica la distribución esquelética, la fragmentación y las termoalteraciones. Rambla de Legunova

sería una ocupación recurrente y corta en el tiempo, como indica la escasez de otros restos arqueológicos, de restos faunísticos y el perfil de mortalidad del ganado ovicáprino. El abrigo sería ocupado, al menos, al final del verano y el inicio del otoño. La presencia de animales domésticos no implica unas prácticas ganaderas desarrolladas por parte de los ocupantes del asentamiento, pudiendo darse diversos escenarios como la presencia de animales domésticos como elementos de intercambio (Russell 2017). El sitio puede ser una parada estacional de grupos de pastores en busca de pastos o un lugar para la explotación de algún tipo de producto, pudiendo tratarse de la misma caza. No se descartan otras posibilidades, ya que debido a la escasez de restos y al momento en el que este sitio es ocupado.

Rambla de Legunova, nivel 1

El conjunto faunístico del nivel 1 de Rambla de Legunova está compuesto por 2050 restos en total, de los cuales 47 han resultado identificables (2,3%).

Rambla/ Nivel 1	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Bos sp</i>	2	4,2%	1	7,7%
<i>Ovis/Capra</i>	3	6,3%	3	23,1%
<i>Ovis aries</i>	2	4,2%		
<i>Capra hircus</i>	3	6,3%		
<i>Sus sp</i>	2	4,2%	1	7,7%
<i>Cervus elaphus</i>	22	45,8%	2	15,4%
<i>Capreolus capreolus</i>	3	6,3%	1	7,7%
<i>Capra pyrenaica</i>	1	2,1%	1	7,7%
<i>Capra sp</i>	3	6,3%	1	7,7%
<i>Equus sp</i>	3	6,3%	1	7,7%
<i>Lepus capensis</i>	1	2,1%	1	7,7%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	1	2,1%	1	7,7%
<i>Vulpes vulpes</i>	1	2,1%	1	7,7%
TOTAL	47		13	

Tabla 5.29: Representación taxonómica en el nivel 1 de Rambla de Legunova.

En el nivel neolítico medio de Rambla de Legunova documentamos un predominio de la caza sobre la ganadería. La principal especie cazada es el ciervo, representada con un 45,8% de los restos, seguida por el corzo y el caballo. La cabaña ganadera está dominada por los ovicaprininos, representados con un 16,8%. El resto de especies no han podido considerarse claramente domésticas. En cuanto al NMI, son los ovicaprininos los

más abundantes con un 23,1% de los individuos, seguidos de los ciervos con el 15,4%. El resto de especies aparecen representados con un solo individuo. Con respecto al tipo de economía llevada a cabo en el yacimiento, la caza supone, al menos, un 47,6% de la misma, mientras que la ganadería tan solo un 12,3%. Queda la duda de la presencia de elementos que, por su fragmentación, no ha podido darse su estatus de doméstico o salvaje, como es el caso de los bóvidos, los suidos o de los caprinos.

Los bóvidos están representados con dos restos (4,2%), que pertenecen a un individuo de 10 años de edad. Para tratar de saber si el ejemplar es doméstico o salvaje, se ha comparado el tercer molar inferior con *Bos primigenius* del Mesolítico y con *Bos taurus* del Neolítico antiguo, del Neolítico final/Calcolítico y del Bronce. En la Figura 5.10, se puede observar que el M3 de Rambla de Legunova se sitúa entre los individuos salvajes del Mesolítico y los domésticos del Neolítico en adelante, por lo que resulta complejo plantearnos si se trata de un individuo salvaje o uno doméstico. La escasez de restos hace imposible interpretar como se transportó esta especie al yacimiento.

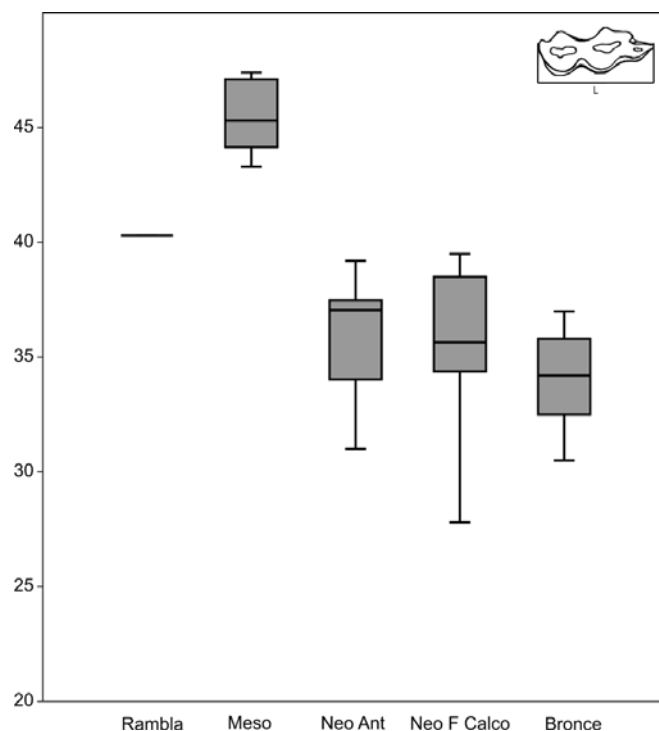


Figura 5.5: Biometria del tercer molar del bóvido de Rambla 1

Los ovicápridos domésticos están representados con un total de 8 restos (16,8%) pertenecientes a al menos 3 individuos. En aquellos casos en los que ha podido distinguirse entre oveja y cabra, la cabra es más abundante con 3 restos frente a la oveja con 2. Destaca la presencia de un animal muerto de la clase de edad C (6-12 meses),

seguida de las clases D (12-24 meses) y EF (24-48 meses). Esto nos permite plantear una explotación de la carne para estas dos especies. De igual forma que en Rambla 1n, destaca la ausencia de ningún resto de individuos de entre los 0 y los 6 meses. La presencia de individuos entre los 6 y los 12 meses, considerando hipotéticamente la pauta estacional de reproducción de los ovicápridos domésticos a finales del invierno e inicios de la primavera (Balasse y Tresset 2007, Balasse et al 2016, Sierra et al, en preparación), como ya habíamos hecho para Rambla 1n, implica que la ocupación del sitio debió producirse a finales del verano, durante el otoño o a inicios del invierno. La escasez de restos hace imposible interpretar como se transportó esta especie al yacimiento.

Los suidos están representados con solo dos restos (4,2%), pertenecientes a un individuo de edad indeterminada. El ciervo es la especie más numerosa del nivel 1 de Rambla de Legunova con 22 restos (45,8%) correspondientes a dos individuos, uno menor de los 6 meses y otro mayor de 30. La presencia de un individuo menor de los 6 meses permite interpretar la posible estacionalidad de la caza de la especie, que se situaría a durante el verano y/o el otoño.

Respecto al resto de especies, el corzo está representado en el yacimiento a partir de 3 restos (6,3%) pertenecientes a un individuo de alrededor de 103 meses de edad. Los cápridos están representados con 4 restos, uno de ellos correspondiente a una cabra montés (2,1%) y los otros tres a un cáprido no determinado, que podría tratarse de una cabra montés, de un sarrío o de un animal doméstico. El resto de cabra montés corresponde con un individuo de entre los 12 y los 24 meses de edad. El conejo se encuentra representado con solo resto (2,1%) perteneciente a un solo individuo adulto. La liebre se encuentra representada con un solo resto (2,1%) correspondiente con un individuo adulto. El équido está representado por tres restos (6,3%) pertenecientes a un solo individuo de edad indeterminada. El zorro está representado con dos restos (4,2%) pertenecientes a un solo individuo adulto.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

RAMBLA Nivel 1	Ovis/ Capra	Ovis aries	Capra hircus	Sus sp	Cervus elaphus	Capreolus capreolus	Capra pyrenaica	Capra sp	Oryctolagus cuniculus	Lepus capensis	Equus sp	Vulpes vulpes
Asta					4							
Cráneo									1			
Mandíbula			1		2						1	
Diente suelto	1	2	1		3	1		1			2	1
Escapula												
Húmero								2				
Radio					1							
Radio-Ulna												
Ulna	1											
Metacarpo				1	1	1						
Carpal					1							
Costilla												
Pelvis												
Fémur					1							
Tibia	1			1								
Metatarso					4	1						
Astrágalo			1									
Calcáneo										1		
Metapodo												
Falange 1					1		1					1
Falange 2					4							
TOTAL	3	2	3	2	22	3	1	3	1	1	3	2

Tabla 5.30 Distribución anatómica por especies en Rambla 1

En lo relativo al grado y la intensidad de explotación de las carcasas, se ha tenido en cuenta el grado de fracturación de los restos y las características morfológicas de las fracturas con la finalidad de conocer que productos del animal se explotaban y su grado de aprovechamiento en el asentamiento.

Las fracturas intencionales entre especies muestran una similitud en la fracturación intencionada entre especies, siendo ligeramente mayor en el ciervo (mayor número de restos fracturados). La longitud relativa y la circunferencia de fractura también muestran una mayor fracturación en el ciervo respecto al resto de especies (Tablas 5.32 y 5.33).

	Fractura	NISP	
<i>Cervus elaphus</i>	7	22	31,8%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	3	33,3%
<i>Ovis/Capra</i>	1	8	12,5%
<i>Capra sp</i>	2	3	66,6%

Tabla 5.31: Fracturas intencionales por especies en Rambla 1

Longitud relativa	1/4	1/2	Total
<i>Capra sp</i>	100%	0%	2
<i>Cervus elaphus</i>	100%	0%	7
<i>Capreolus capreolus</i>	0%	100%	1
<i>Ovis/Capra</i>	0%	100%	1

Tabla 5.32: Longitud relativa de las fracturas intencionales por especies en Rambla 1

Circunferencia	1/4	1/2	3/4	1	Total
<i>Cervus elaphus</i>	80%	0%	0%	20%	5
<i>Capreolus capreolus</i>	0%	100%	0%	0%	1

Tabla 5.33: Circunferencia de las fracturas intencionales por especies en Rambla 1

Las termoalteraciones son muy numerosas en este nivel, un 67,6% de los restos presentan marcas de haber estado expuestos al fuego. Por especies, se observan algunas diferencias entre los animales domésticos y los salvajes, habiendo estado estos últimos más expuestos que los primeros. Este mayor número de termoalteraciones en las superficies óseas documentadas en este nivel parece deberse a la presencia de abundantes hogares en el mismo (Montes et al. 2016).

Termoalteraciones	NISP termoalterado	NISP total	% NISP termoalterado
<i>Ovis aries</i>	1	2	50%
<i>Capra hircus</i>	1	3	33%
<i>Cervus elaphus</i>	16	22	73%
<i>Capreolus capreolus</i>	3	3	100%
<i>Equus sp</i>	3	3	100%
<i>Sus sp</i>	1	2	50%

Tabla 5.34: Termoalteraciones por especies en Rambla 1

El nivel 1 de Rambla de Legunova, al igual que el 1n, está caracterizado por una actividad económica cazadora con la presencia de animales domésticos. La caza es la principal actividad frente a la ganadería, estando especializada en el ciervo con casi la mitad del NISP. La cabaña doméstica está caracterizada por el ganado ovicáprino, no pudiendo probarse la presencia de ganado vacuno y porcino. Parece que hacia el 4679-3911 cal BC, en Rambla la caza del ciervo continuaba siendo la principal actividad. Estas sociedades se centrarían en la caza, siendo complementada esta por ovicápridos. La caza del ciervo, especie ligada a un paisaje mixto entre el bosque y las áreas abiertas, sería una actividad importante en el valle del río Arba. La ocupación de este yacimiento sería corta y recurrente, como indica la escasez de material y la presencia de dataciones

que cubren alrededor de 7 siglos. Según los datos faunísticos, la ocupación se desarrollaría entre verano y otoño. El procesado de los animales muestra la fracturación más intensa del ciervo, seguramente debida al mayor tamaño de esta especie. La presencia de un alto porcentaje de huesos termoalterados puede deberse a la gestión de los residuos llevada a cabo y a la presencia de hogares en este nivel.

Paco Pons nivel 2 (Neolítico)

La muestra del nivel 2 de Paco Pons está compuesto por 1302 restos en total, de los cuales 37 han resultado identificables, lo que se corresponde con el 2,8% del total.

Paco Pons/ Nivel 2	NISP	%NISP	NMI	%NMI
<i>Bos taurus</i>	5	13,5%	1	8%
<i>Ovis/Capra</i>	4	10,8%	1	8%
<i>Capra hircus</i>	1	2,7%		0%
<i>Sus sp</i>	5	13,5%	2	17%
<i>Cervus elaphus</i>	9	24,3%	2	17%
<i>Capreolus capreolus</i>	4	10,8%	1	8%
<i>Equus sp</i>	1	2,7%	1	8%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	3	8,1%	1	8%
<i>Felis sylvestris</i>	3	8,1%	1	8%
<i>Lynx sp</i>	1	2,7%	1	8%
<i>Meles meles</i>	1	2,7%	1	8%
TOTAL	37		12	

Tabla 5.35: Representación taxonómica en el nivel 2 de Paco Pons

En Paco Pons, la especie más abundante es el ciervo con un 24,3% de los restos. Le siguen especies como los corzos y los suidos. La cabaña ganadera está compuesta por el ganado ovicáprino y el vacuno, representados en similares porcentajes. Mientras que especies como los suidos no han podido ser identificados como domésticos. El NMI muestra una mayor igualdad en la representación de las especies, con tan solo los suidos y los ciervos con 2 individuos representados. Por último, la biomasa muestra el mayor aporte de especies como los bóvidos, los ciervos o los suidos. Con estos datos podemos plantear un dominio de la actividad cinegética, representada con un 53,1%, sobre la ganadera, representada con un 31,3%.

	NISP	% NISP	% Doméstico/Salvaje
Doméstico	10	27%	31,3%
Salvaje/Doméstico	5	13,5%	15,6%
Salvaje	17	45,9%	53,1%
Carnívoro	5	13,5%	
	37		32

Tabla 5.36: Representación anatómica de los ungulados salvajes y domésticos

Los bóvidos están representados con cinco restos (13,5%), que corresponden a un individuo muerto entre los 24 y los 36 meses. El objetivo de explotación de este individuo podría la carne según la edad en la que fue sacrificado (Blaise 2009). Los ovicápridos domésticos están representados con 5 restos (13,5%), de los cuales, tan solo uno ha podido ser identificado como perteneciente a cabra. Estos restos pertenecen a un individuo destinado al consumo entre los 12 y los 24 meses. El ciervo es la especie mejor representada con un total de 9 restos (24,3%), que se corresponden a dos individuos, uno menor de los 17 meses y otro mayor de los 30. Los corzos se encuentran representados con 4 restos (10,8%), pertenecientes a un solo individuo de más de 24 meses. Los suidos están representados con 5 restos (13,5%) pertenecientes a dos individuos, uno de entre los 3 y los 12 meses y otros de entre los 30 y los 72 meses. Uno de los restos, un primer molar, ha podido ser medido y comparado con los suidos de Chaves y Reina Amalia. En la Figura 5.6 se observa que el M1 de Paco Pons se sitúa cercano a los animales domésticos de Reina Amalia y Chaves. Por lo tanto, planteamos el estatus doméstico de este individuo.

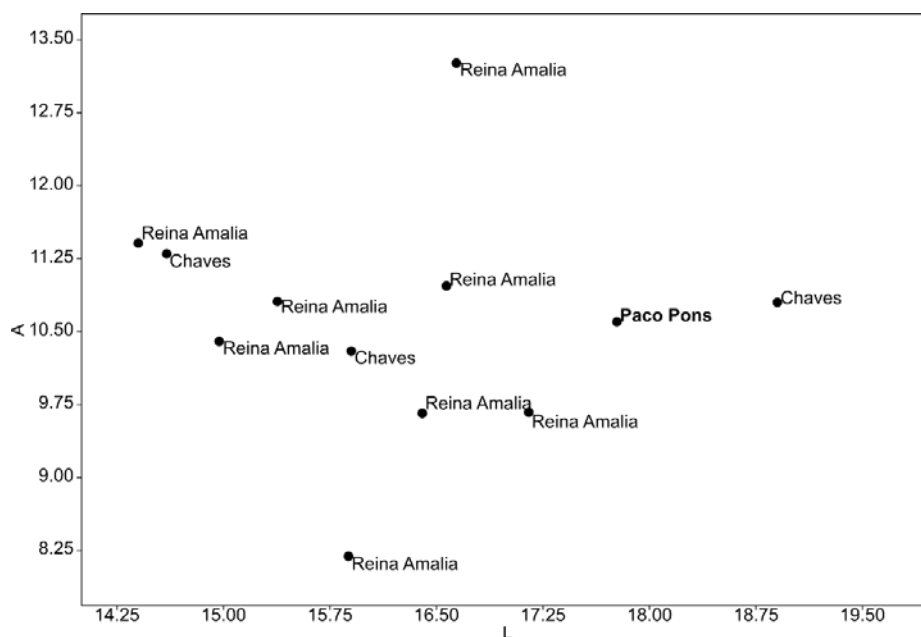


Figura 5.6: Biometría del M1 de suido de Paco Pons 2

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

En lo relativo al resto de especies, los équidos están representados con un solo resto (2,7%), perteneciente a un individuo mayor de 15 meses. Los conejos se encuentran representado con tres restos (8,1%) perteneciente a un solo individuo adulto. El gato montés se encuentra representado por 3 restos (8,1%), pertenecientes a un solo individuo adulto. El tejón se encuentra representado con un solo resto (2,7%), perteneciente a un individuo adulto. El lince se encuentra representado con un solo resto (2,7%), perteneciente a un individuo adulto.

PACO PONS Nivel 2	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Bos taurus</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Ovis/ Capra</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Equus sp</i>	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	<i>Felis sylvestris</i>	<i>Lynx sp</i>	<i>Meles meles</i>
Cráneo			1								
Mandíbula	1		3					2			
Diente suelto	2	1		5	4	1					1
Húmero		1									
Radio	1	1							1		
Fémur	1										
Tibia	1	1									
Calcáneo								1			
Metatarso			1								
Metapodo							1				
Falange 1	1								1	1	
Falange 3	1										
TOTAL	8	4	5	5	4	1	1	3	2	1	1

Tabla 5.37 Distribución anatómica por especies en Paco Pons 2

En lo relativo al grado y la intensidad de explotación de las carcasas, se ha tenido en cuenta el grado de fracturación de los restos y las características morfológicas de las fracturas con la finalidad de conocer que productos del animal se explotaban y su grado de aprovechamiento en el asentamiento.

La presencia de fracturas intencionales permite identificar una explotación más intensiva del ciervo respecto a otras especies como el bóvido y el corzo, aunque sus restos son escasos. La longitud relativa y la circunferencia de la fractura de estas especies también muestran una fracturación más intensiva de los ciervos frente a otras especies como los bóvidos y el corzo.

	Fractura	NISP	
<i>Bostaurus</i>	1	5	20,0%
<i>Cervus elaphus</i>	3	9	33,3%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	4	25,0%

Tabla 5.38 Fractura intencional en Paco Pons 2

Longitud relativa	1/4	1/2
<i>Bos taurus</i>		50%
<i>Cervus elaphus</i>	66,60%	33,30%
<i>Capreolus capreolus</i>		100%

Tabla 5.39: Longitud relativa en Paco Pons 2

Circunferencia	1/4	1/2	1
<i>Bos taurus</i>		100%	
<i>Cervus elaphus</i>	66,60%		33,30%
<i>Capreolus capreolus</i>			100%

Tabla 5.40: Circunferencia de fractura en Paco Pons 2

Resulta llamativo en el caso de los restos de Paco Pons la escasez de restos termoalterados, tan solo un 8,1%, lo que puede estar relacionada con un tipo de ocupación o de función distinto de este yacimiento.

Termoalteraciones	NISP termoalterado	NISP total	% NISP termoalterado
<i>Bos taurus</i>	1	5	20,0%
<i>Cervus elaphus</i>	1	9	11,1%
<i>Capreolus capreolus</i>	1	4	25,0%
Total	3	37	8,1%

Tabla 5.41: Termoalteraciones en Paco Pons 2

El abrigo de Paco Pons fue ocupado a finales del sexto milenio e inicios del quinto cal BC. Este sitio, situado a 1040 metros de altura, ha sido interpretado como un lugar relacionado con la explotación de cobre (Montes et al. 2016). En este yacimiento, la caza es la principal actividad económica, pero los animales domésticos tienen un papel importante con la presencia de rebaños ovicápridos, vacunos y porcinos. El ciervo continúa siendo la principal especie cazada, aunque su abundancia relativa es menor respecto a otras especies como el corzo o el conejo. El procesado es más intensivo en especies más grandes como el ciervo, posiblemente para facilitar el consumo. La presencia de un bajo número de restos termoalterados puede deberse a la gestión de los residuos llevada a cabo y a la funcionalidad del sitio.

- **Cambios o continuidades en la gestión animal en el valle del río Arba de Biel**

Después de haber analizado cada uno de los niveles de forma individualizada, se procede a comparar de forma diacrónica todos los sitios y niveles estudiados dentro del

Valle del río Arba de Biel. La razón de este análisis conjunto es su unidad geográfica, en un valle cerrado con condiciones favorables de temperatura, precipitaciones y recursos; y temporal, con sitios con ocupaciones prácticamente ininterrumpidas desde el Mesolítico de muescas y denticulados hasta el Neolítico medio.

En un análisis inicial, se puede observar que el ciervo es la principal especie cazada en el Mesolítico (Tabla 5.42), seguida por especies como el jabalí, el corzo o la cabra montés. La captura del conejo juega un papel desigual según el yacimiento, mientras es la principal especie en Peña-14 b y la segunda en Valcervera, apenas es capturado en Peña-14 a. Durante el Neolítico (Tabla 5.43), la caza continúa siendo la principal actividad económica, siendo la ganadería una actividad complementaria: el ciervo se mantiene como especie preferida, aunque su abundancia es menor tanto en Rambla 1n como en Paco Pons 2. La captura del conejo también es variable: muy abundante en el nivel 1n de Rambla, es escasa en Paco Pons 2 y en Rambla 1. La ganadería tiene un papel secundario, estando centrada en el ganado ovicáprino, pero con presencia muy probable de ganado vacuno y porcino. Entre ambos periodos, además de la adopción del ganado doméstico, se observan diferencias en la abundancia de los conejos, mayor entre los cazadores-recolectores (32,4%) frente a los ganaderos (14,9%), y de los carnívoros, mayor entre los últimos (5,7%) frente a los primeros (1,6%).

MESOLÍTICO	Peña-14 b		Peña-14 a		Valcervera b	
	7163-6440 cal BC		6688-5661 cal BC		6011-5811 cal BC	
	NISP	%NISP	NISP	%NISP	NISP	%NISP
<i>Bos primigenius</i>	1	0,80			1	5,60
<i>Capra pyrenaica</i>	11	8,50	6	15,00		
<i>Capra sp</i>	6	4,60				
<i>Rupicapra rupicapra</i>	4	3,10	1	2,50		
<i>Cervus elaphus</i>	32	24,60	18	45,00	8	44,40
<i>Capreolus capreolus</i>	6	4,60	4	10,00		
<i>Sus scrofa</i>	16	12,30	8	20,00	2	11,10
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	53	40,80	1	2,50	7	38,90
<i>Vulpes vulpes</i>			2	5,00		
<i>Felis sylvestris</i>	1	0,80				
Total	130		40		18	

Tabla 5.42: Fauna identificada en los conjuntos mesolíticos del Arba de Biel

NEOLÍTICO	Rambla 1n		Paco Pons 2		Rambla 1	
	5364-5211 cal BC		5192-4790 cal BC		4679-3911 cal BC	
	NISP	%NISP	NISP	%NISP	NISP	%NISP
<i>Bostaurus</i>	2	3,10	5	13,50		
<i>Ovis/Capra</i>	2	3,10	4	10,80	3	6,3
<i>Ovis aries</i>	3	4,60			2	4,2
<i>Capra hircus</i>	2	3,10	1	2,70	3	6,3
<i>Sus sp</i>	10	15,40	5	13,50	2	4,3
<i>Cervus elaphus</i>	16	24,60	9	24,30	22	45,8
<i>Capreolus capreolus</i>	4	6,20	4	10,80	3	6,3
<i>Capra pyrenaica</i>					1	2,1
<i>Capra sp</i>	8	12,30			3	6,3
<i>Bos sp</i>					2	4,2
<i>Equus sp</i>			1	2,70	3	6,3
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	15	23,10	3	8,10	1	2,1
<i>Lepus capensis</i>	1	1,50			1	2,1
<i>Felis sylvestris</i>			3	8,10		
<i>Lynx sp</i>	1	1,50	1	2,70		
<i>Meles meles</i>			1	2,70		
<i>Vulpes vulpes</i>					1	2,1
Camivoro sp	1	1,50				
Total	65		37		47	

Tabla 5.43: Fauna identificada en los conjuntos neolíticos del Arba de Biel

Para evaluar la variación de la diversidad de forma diacrónica se ha utilizado uno de los índices de diversidad más populares entre los arqueozoólogos, el índice Shannon, que mide la heterogeneidad taxonómica (Lyman 1994). Este índice ha sido aplicado tan solo a las especies de mamíferos identificadas a nivel taxonómico y no a las categorías generales. En la Figura 5.7 se puede observar como la heterogeneidad aumenta levemente entre los ganaderos frente a los cazadores-recolectores, sobre todo en sitios como Paco Pons. Esto puede deberse a que la adopción de los animales domésticos permite la explotación de un mayor número de especies (las domésticas y las salvajes) y que no hay un dominio tan claro de una de ellas (ciervo) sobre el resto. Para Valcervera, se puede observar un bajo índice, que se debe al predominio de dos especies (ciervo y conejo), pero este valor puede explicarlo la escasez de restos.

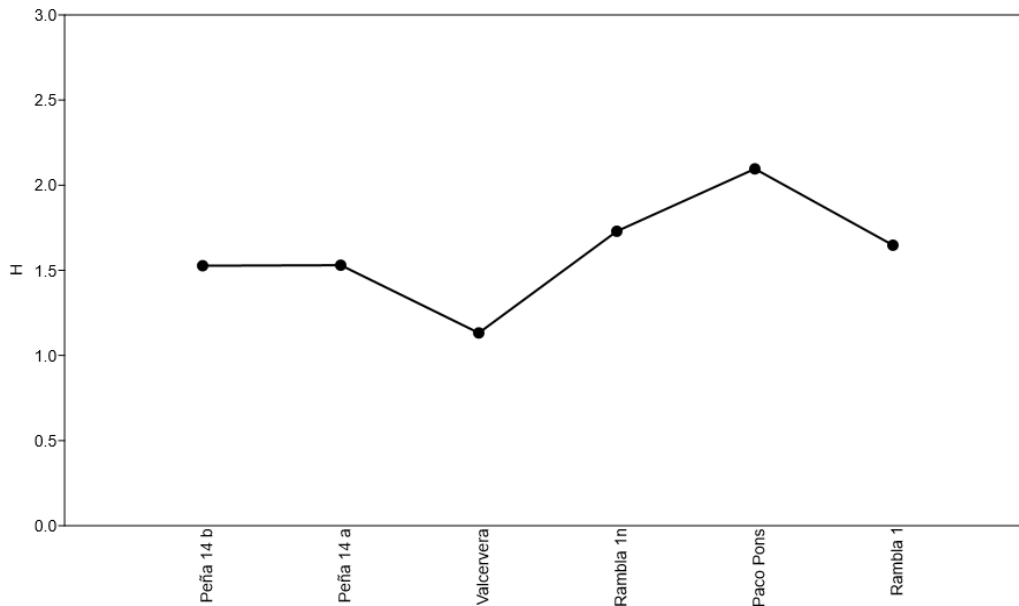


Figura 5.7: diversidad de especies en los conjuntos del Arba de Biel: los niveles neolíticos (Rambla 1n, Rambla 1 y Paco Pons 2) muestran un ligero incremento con respecto a los mesolíticos.

Las estrategias económicas de los cazadores pueden deberse a multitud de factores, el análisis de la edad en la que fueron abatidas cada una de las especies puede ayudar a desentrañarlas. Para ello, se ha comparado la edad de todos los individuos identificados de las principales especies cazadas buscando estrategias concretas de caza. El ciervo es la primera, siendo la principal especie cazada. En la Tabla 5.44, se puede observar el predominio de los individuos mayores de dos años y la escasez de los individuos neonatos o juveniles. Esto puede deberse a varias razones, la primera de ellas es la mala conservación de estos individuos. Esto puede observarse en yacimientos como Peña 14 o Valervera, donde la acción erosiva fue alta, pero la presencia de animales jóvenes de estas especies permite pensar que se trata de una estrategia practicada de forma intencionada. La caza de individuos mayores de dos años permite pensar en una explotación planeada, no explotando animales demasiado jóvenes para que las manadas sobrevivan, y de presas ricas en carne y grasa (Schmölcke 2019).

<i>Cervus elaphus</i>						
Individuo/Edad	0-6 m	6-12 m	12-24 m	24-48 m	48-96 m	>96 m
Peña-14 b						
Peña-14 b						
Peña-14 a						
Valcervera b						
Rambla 1n						
Rambla 1n						
Paco Pons 2						
Paco Pons 2						
Rambla 1						
Rambla 1						

Tabla 5.44: Edad estimada de los individuos de ciervo abatidos en distintos niveles del conjunto del Arba de Biel.

Los suidos también son importantes tanto en el Mesolítico como en el Neolítico. En nuestro caso, se han comparado las edades sin tener en cuenta si se trataba de animales salvajes o domésticos. En este caso (Tabla 5.45), se observa la explotación de animales jóvenes, entre 3 y 12 meses de edad, siendo escasos los que sobrepasan los 48 meses. La ausencia de animales menores de tres meses puede deberse a la mala conservación de estos individuos, pero también a una estrategia cinegética o ganadera en la que no interesaban animales jóvenes. La presencia de animales menores de 12 meses y adultos puede explicarse por la caza de hembras acompañadas de sus crías o las propias crías solas. Este tipo de caza, aunque no aporta tanta carne por la juventud de los individuos (Fernández-Llario 2017), permite minimizar riesgos (Blaise 2009).

<i>Sus sp</i>						
Individuo/Edad	0-3 m	3-6 m	6-12 m	12-24 m	24-48 m	48-96 m
Peña-14 b						
Peña-14 b						
Peña-14 b						
Peña-14 a						
Peña-14 a						
Rambla 1n						
Rambla 1n						
Paco Pons 2						
Paco Pons 2						
Paco Pons 2						

Tabla 5.45: Edad estimada de los individuos de suido diferenciados en distintos niveles del conjunto del Arba de Biel.

En último lugar, el corzo es otra especie importante dentro de los animales cazados. En este caso se observa un cambio de estrategia de explotación de esta especie entre el Mesolítico y el Neolítico (Tabla 5.46). Mientras en el Mesolítico se cazan animales más

jóvenes, nunca mayores de los dos años de edad, en el Neolítico se cazan más individuos mayores de los dos años de edad. La primera estrategia puede responder a la explotación centrada en la buena calidad de la carne (Schmölcke 2019). La segunda puede centrarse en una explotación que buscara la explotación de otros recursos además de la carne, como las pieles o las cuernas.

<i>Capreolus capreolus</i>						
Individuo/Edad	0-6 m	6-12 m	12-24 m	24-48 m	48-96 m	>96 m
Peña-14 b			■			
Peña-14 a		■	■			
Rambla 1n		■	■			
Rambla 1n					■	■
Rambla 1					■	■
Paco Pons 2				■	■	■

Tabla 5.46: Edad estimada de los individuos de corzos abatidos en distintos niveles del conjunto del Arba de Biel

En la ganadería, aunque escasa y difícil de identificar en el caso de los suidos y los bóvidos, se ha comprobado una estrategia de explotación centrada en la carne, con pocas pruebas, debido a la pobreza de los conjuntos, de explotación de otros productos como la leche, la lana/fibras animales o la carne. En conjunto, pues, en animales salvajes y domésticos se pueden confirmar como productos explotados sobre todo la carne y la grasa, pero no se descarta la explotación de otros recursos como las pieles o el asta y el hueso como materia prima.

Se ha analizado el aprovechamiento del ciervo, la especie más abundante, y su explotación a lo largo de las distintas etapas y niveles de los yacimientos. Se han observado que la presencia de fracturas intencionales en el ciervo también varía entre sitios. En este caso, Peña 14 b tiene menor porcentaje de restos con estas fracturas, lo que se correlaciona bien con los datos de la longitud máxima, que son mayores que otros yacimientos. Por último, la longitud relativa y la circunferencia de fractura también muestran una explotación menos intensiva en este nivel Peña 14 b. Esta diferencia puede tener implicaciones económicas y sociales, como la distribución y el reparto de las presas dentro del grupo o el valor social de que puede tener la especie como elemento ideológico o de diferenciación social, pero estas son más complejas de analizar a partir de los datos presentes.

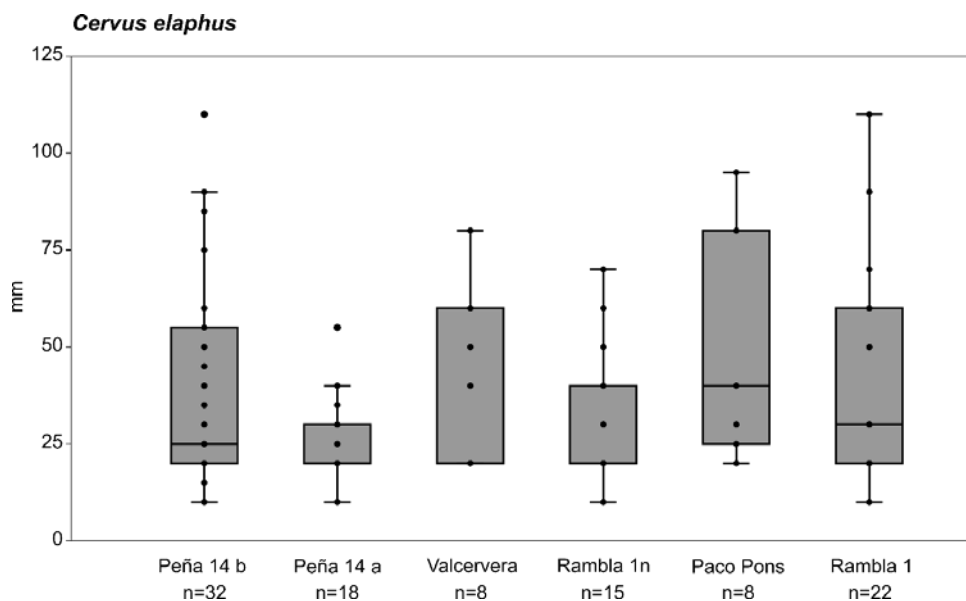


Figura 5.8: Longitud total de los restos de ciervo por yacimientos

Por último, resulta destacable la similitud en las estrategias practicadas en la forma de explotar y adquirir esta especie desde el Mesolítico hasta el Neolítico, documentando una cierta continuidad en las estrategias de explotación de la misma. Esto puede tener implicaciones históricas, pudiendo plantearse la persistencia de los mismos grupos sociales entre ambos periodos.

	Peña-14 b	Peña-14 a	Valcervera b	Rambla 1n	Rambla 1	Paco Pons 2
<i>Cervus elaphus</i>	25,0%	33,3%	37,5%	31,3%	33,3%	37,5%

Tabla 5.47: Representación taxonómica del ciervo en los distintos yacimientos del Arba de Biel

Otro aspecto que resulta llamativo es el número de restos termoalterados presentes en cada sitio. La presencia de estas marcas en el hueso indica la preparación del alimento para el consumo o, sobre todo, la gestión de los residuos. Por lo tanto, las diferencias entre sitios pueden indicar diferentes formas de preparación de los alimentos o de gestión de los residuos. El porcentaje de restos termoalterados es similar entre los sitios de Peña 14 b, Peña 14 a, Valcervera y Rambla 1n. Solo se observan diferencias entre Rambla 1, nivel en el que los porcentajes de restos termoalterados son muy altos, y Paco Pons, nivel en el que el porcentaje es muy bajo respecto al resto. La coloración es similar en todos los yacimientos (Figura 5.8), los colores marrones y negros, que reflejan una menor temperatura y tiempo de exposición al fuego, son los dominantes lo que parece deberse a tareas de gestión de los residuos, aunque no se descarta que alguna pertenezca a restos preparados para el consumo. Se observan mayores diferencias en la

coloración de Peña-14 a y b y Rambla 1n, que presentan restos con coloraciones grises y blancas, que indican una alta exposición al fuego. También destaca que la mayor parte de los restos termoalterados de Paco Pons muestran colores negros. La diferenciación de las coloraciones en Rambla 1 y Paco Pons parecen deberse a la funcionalidad del sitio. En el primer sitio, se localizan hogares abundantes (Montes et al. 2016) que explicarían la presencia de tantos restos quemados debido a la gestión de los residuos y del espacio. Paco Pons también se distingue por su posición en altura y su distancia respecto al resto de yacimientos. La escasez de restos termoalterados puede indicar una diferencia en la funcionalidad del sitio, lo que estaría correlacionado con su posición y la funcionalidad que se le ha otorgado a este sitio como zona para explotar el cobre (Montes et al. 2016).

	Peña-14 b	Peña-14 a	Valcervera b	Rambla 1n	Rambla 1	Paco Pons 2
Termoalterados	33,1%	30,0%	22,2%	27,7%	67,6%	8,1%

Tabla 5.48: Termoalteraciones en los distintos yacimientos del Arba de Biel

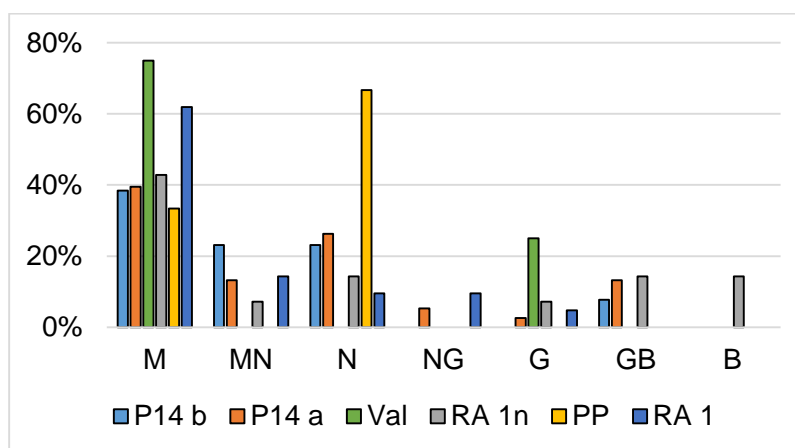


Figura 5.9: Coloración de las termoalteraciones en los distintos yacimientos del Arba de Biel (M – marrón; MN – marrón-negro; N – negro; NG – negro-gris; G – gris; GB – gris-blanco; B – blanco)

En el transcurso de tres milenios, desde el Mesolítico de muescas y denticulados hasta el Neolítico medio, se produjeron una serie de cambios en el valle del río Arba de Biel. Los animales domésticos son adoptados, aunque su abundancia es menor respecto a la caza. Pero también se observan continuidades en las formas de ocupación, en las especies adquiridas y en la explotación de las mismas. La caza del ciervo es la principal actividad económica llevada a cabo en todo ese periodo, sobre todo la caza de individuos adultos para explotar la carne, pero también las materias primas que aporta esta especie. El predominio de esta especie puede deberse a múltiples razones. El ciervo es una especie que está adaptada a diferentes tipos de hábitat, ocupando preferentemente

ecotonos de transición entre zonas cubiertas y zonas abiertas (Carranza 2017). Este es el paisaje del valle durante este periodo, una alternancia de áreas boscosas y áreas abiertas, A este paisaje favorable se une una mayor abundancia del ciervo frente a otras especies también presentes, como el corzo o el jabalí. El ciervo tiene una abundancia actual en la Península de 20-25 individuos/km² (Carranza 2017), frente a las otras dos especies que se sitúan entre los 1,4-12,6 ind/km² para los jabalís (Fernández-Lario 2017) y entre los 1-12 ind/km² para los corzos (Mateos-Quesada 2017). Además, la cantidad de carne aportada por el ciervo frente a otras especies es mayor, pudiendo llegar hasta los 160 kg de peso (Carranza 2017), por lo que cazarlos es más eficiente que otras especies. Por último, la caza del ciervo puede tener motivaciones sociales que van más allá de la subsistencia, como indica la abundante representación del arte levantino (Rubio 1995).

Los animales domésticos son adoptados a partir del Neolítico. Es el ganado ovino y cáprino el principal, aunque también se ha planteado la gestión y explotación de ganado vacuno y porcino. La gestión no ha podido caracterizarse debido a la escasez de restos de animales domésticos. La continuidad de la caza durante el Neolítico a pesar de la adopción de los animales domésticos ha sido observada en otras áreas del Valle del Ebro y de diferentes partes de Europa (Greenfield 2008). Este asunto será debatido en la discusión de forma más extendida.

5.1.2 Resultados del nivel 1b de Chaves

El conjunto faunístico de Chaves 1b se caracteriza por su gran abundancia faunística, compuesto por unos 38654 restos, de los cuales, 6669 han sido identificados (17,25%).

Especies	NISP	% NISP	NMI	% NMI
<i>Bos taurus</i>	132	2.0%	6	2.1%
<i>Ovis/Capra</i>	2.545	38.2%	60	21.1%
<i>Ovis aries</i>	600	9.0%	71	25.0%
<i>Capra hircus</i>	140	2.1%	8	2.8%
<i>Sus sp</i>	814	12.2%	26	9.2%
<i>Capra pyrenaica</i>	221	3.3%	8	2.8%
<i>Cervus elaphus</i>	421	6.3%	13	4.6%
<i>Capreolus capreolus</i>	34	0.5%	4	1.4%
<i>Equus sp</i>	3	0.0%	1	0.4%
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	1.661	24.9%	76	26.8%
<i>Lepus capensis</i>	16	0.2%	2	0.7%
<i>Canis sp</i>	25	0.4%	3	1.1%
<i>Felis sylvestris</i>	10	0.1%	2	0.7%
<i>Martes foina</i>	5	0.1%	1	0.4%
<i>Meles meles</i>	39	0.6%	2	0.7%
<i>Vulpes vulpes</i>	3	0.0%	1	0.4%
	6.669		284	

Tabla 5.49: Representación taxonómica del nivel 1b de la cueva de Chaves

Durante su ocupación, los animales domésticos son más abundantes que los salvajes, con, al menos, un 51,2% del total de los restos (Tabla 5.49). Dentro de los ungulados, los domésticos componen el 69,6% de los restos. Todo ello, sin tener en cuenta a los suidos como animales domésticos. Entre los animales salvajes, es el conejo la especie más abundante con un 24,9%, mientras que el ciervo es la especie de ungulado salvaje más abundante (6,3%). Entre los animales domésticos, los ovicápridos, y fundamentalmente la oveja (4: 1 respecto a la cabra), suponen la mayor parte de la cabaña doméstica.

Ovis/Capra. En el nivel 1b de la cueva de Chaves, ovejas y cabras están representadas por 3.285 restos (Tabla 5.50). De estos, 740 (22,53%) han podido ser identificados a nivel de especie. Se observa el predominio de las ovejas en el rebaño doméstico, con 600 restos frente a 140 de las cabras, lo que supone que de cada 5 restos que se han podido identificar, 4 pertenecen a *Ovis aries*. El NMI, que ha sido calculado a partir de

los restos dentarios por ser los más numerosos, muestra un dominio mayor de las ovejas en el rebaño doméstico, que aumenta aún más entre los individuos identificados.

Chaves 1b Neolit. cardial	NISP			NMI		
	N	% total	% identificados	NMI	% total	% identificados
<i>Ovis/Capra</i>	2545	77,47%		60	43,16	
<i>Ovis aries</i>	600	18,26%	81.1%	71	51,08%	89.9%
<i>Capra hircus</i>	140	4,26%	18.9%	8	5,75%	10.1%

Tabla 5.50 Representación de los ovicápridos de Chaves 1b

Chaves 1b Neolítico cardial	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	Total
Cráneo	2	1	158	161
Maxilar			47	47
Mandíbula	66	11	146	223
Diente suelto	154	28	603	785
Atlas			21	21
Axis			15	15
Vértebra cervical			45	45
Vértebra torácica			53	53
Vértebra Lumbar			55	55
Vértebra caudal			1	1
Costillas			300	300
Hioides			11	11
Escápula			119	119
Húmero	31	3	69	103
Radio	49	12	129	190
Ulna			49	49
Metacarpo	25	6	87	118
Carpal			36	36
Pelvis			93	93
Fémur	1		89	90
Rotula			2	2
Tibia	35	12	92	139
Maleolar			3	3
Metatarso	4	2	122	128
Calcáneo	36	6	24	66
Astrágalo	62	14	30	106
Centrotarsal	18	8	6	32
Metapodio	22	2	50	74
Sesamoideo			1	1
Falange 1	59	31	61	151
Falange 2	28	4	17	49
Falange 2	8		11	19
Total	600	140	2545	3285

Tabla 5.51 Representación anatómica de los ovicápridos de Chaves 1b

La muestra de restos dentarios que han permitido calcular la edad es una de las más amplias del Neolítico antiguo de la Península Ibérica (NISP=406). Se ha calculado la edad de manera separada para Ovis/Capra, para *Ovis aries* y para *Capra hircus* con la única limitación de que en el caso de los individuos más jóvenes no ha sido posible, debido a la dificultad de diferenciar los cuartos premolares deciduales (d4 o dp4) aislados de oveja y cabra (véase capítulo de ZooMS). Los histogramas de edad de ovicáprido y de oveja son muy similares entre sí. Ambos muestran que la mayoría de los animales murieron en las clases de edad más jóvenes (A, B, C y D; entre los 0 y los 24 meses). Además, la clase de edad de EF también está bien representada (24-48 meses). También se ha realizado la distribución por edades basada en el NMI (Tabla 5.52), siguiendo la publicación de Jones (2006) para determinar clases de edad más precisas que las propuestas por Payne (1973). Esta distribución muestra un pico en el número de individuos sacrificados en la clase de edad E, entre aproximadamente 20 y 36 meses de edad según Jones (2006). Por otro lado, se encuentra el histograma de la cabra, que muestra un perfil de mortalidad distinto y con menor número de NISP. En él, se observa como todas las clases de edad están representadas de forma similar, con una mayor densidad de los animales adultos y seniles.

Chaves 1b Edades	NMI		
	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis/Capra</i>
A	6	0	10
B	8	1	18.8
C	7	0	14.2
C1/2	1		
C3/4	0		
C5	1		
C6+	4		
D	8.333	1	12
D1/2	1		
D3/4	1		
D5	1		
D6+	2		
E	2.666		
E1/2	4		
E3+	7		
EF	1	2	3
F5/8	2		
F9/10	3		
G	4	1	0
HI	7	3	2

Tabla 5.52: Distribución de la edad basada en el NMI a partir de la publicación Jones (2006)

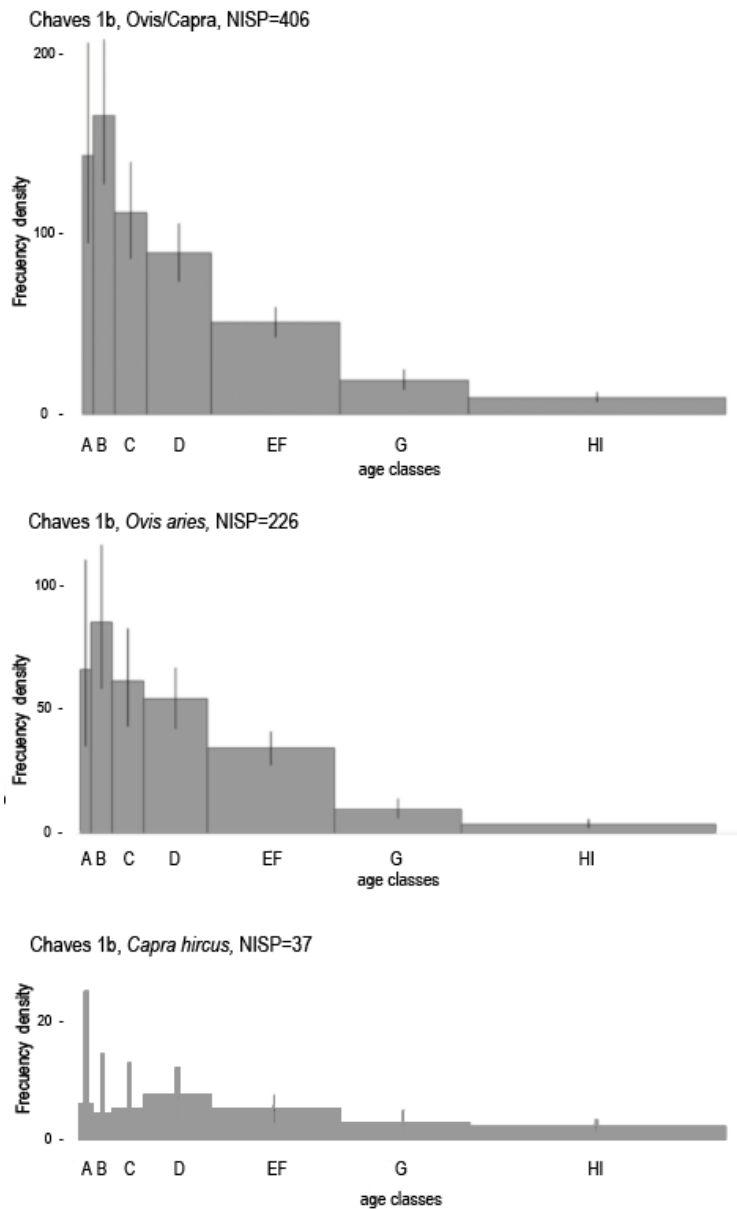


Figura 5.10 Histogramas de edad de restos dentarios de los ovicaprinos indeterminados (arriba), las ovejas (centro) y las cabras (debajo) de Chaves 1b (Jones, 2006).

Para poder comparar los perfiles de mortalidad de ambas especies y de los ovicápridos domésticos se ha realizado un análisis de correspondencias y densidad kernel (Fig. 5.11). Este análisis muestra la similitud entre los perfiles de mortalidad de la oveja y de los ovicápridos indeterminados, cuya mayor diferencia radica en una mayor relación de los ovicápridos con las clases más jóvenes (clase A), por la imposibilidad de distinguir ambas especies en estas edades, y las más viejas (clases G y HI), debido a la presencia de cabras adultas y seniles. Las cabras, como se ha dicho, se relacionan con las clases G y HI de Jones (2006), que corresponden con animales de más de 48 meses de edad.

La fusión epifisaria también aporta información sobre el perfil de mortalidad de cada uno de las especies. De igual forma que con los dientes, se ha elaborado el perfil para ovejas y cabras, pero también para los ovicápridos en general, ya que en algunos casos no ha sido posible distinguir entre ambas especies. Como se observa en el gráfico 5.12, la mayoría de los ovicápridos no superaron los 48 meses de edad, siendo sacrificados antes de llegar a esa edad. El 70% tampoco superaron los 30 meses y el 50% los 18. Se observa un pico de mortalidad entre los 12 y 18 meses y otro entre los 6 y los 12. También resulta destacable la mortalidad en los primeros meses de vida. En Chaves, un 2.6% de los restos identificados de ovicáprido corresponden a animales en edad perinatal. A partir del trabajo de Martín (2015), han podido identificarse los estadios de desarrollo. Un 38% de estos restos pertenecen a individuos fetales y un 29% a individuos neonatos. El resto están entre ambos estadios de desarrollo.

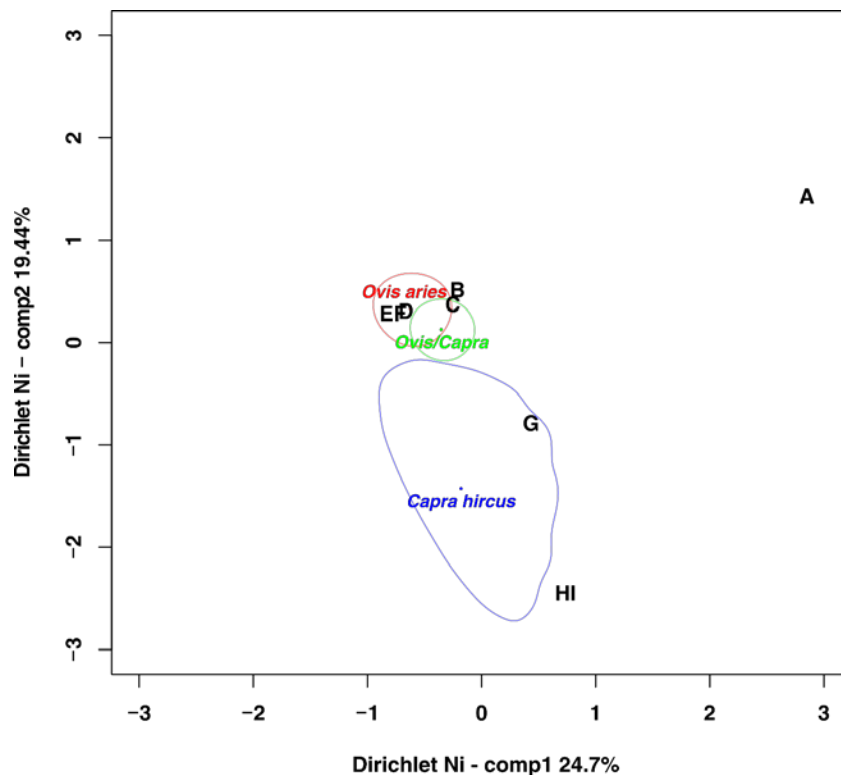


Figura 5.11 Análisis de correspondencia y densidad kernel de la edad de la muerte de los ovicápridos, las ovejas y las cabras de Chaves Ib.

Para la oveja, el perfil de mortalidad a partir de la fusión epifisaria es similar al de los ovicápridos, con más del 60% de animales que no superan los 30-48 meses y con picos de mortalidad entre los 12-18 y los 18-30 meses. La principal diferencia es la ausencia de restos de entre 0-6 meses no fusionados, pero esto se debe a la imposibilidad para identificar entre oveja y cabra a esta edad (véase capítulo 5.3: ZooMS).

El perfil de mortalidad de la cabra doméstica es diferente al de la oveja, tan solo se observa un pico de mortalidad a partir de los 30 meses de edad, estando los ejemplares jóvenes muy escasamente representados. Estos resultados coinciden con el histograma de edad y el análisis de correspondencias a partir de los dientes para esta especie, en donde los animales viejos están mejor representados.

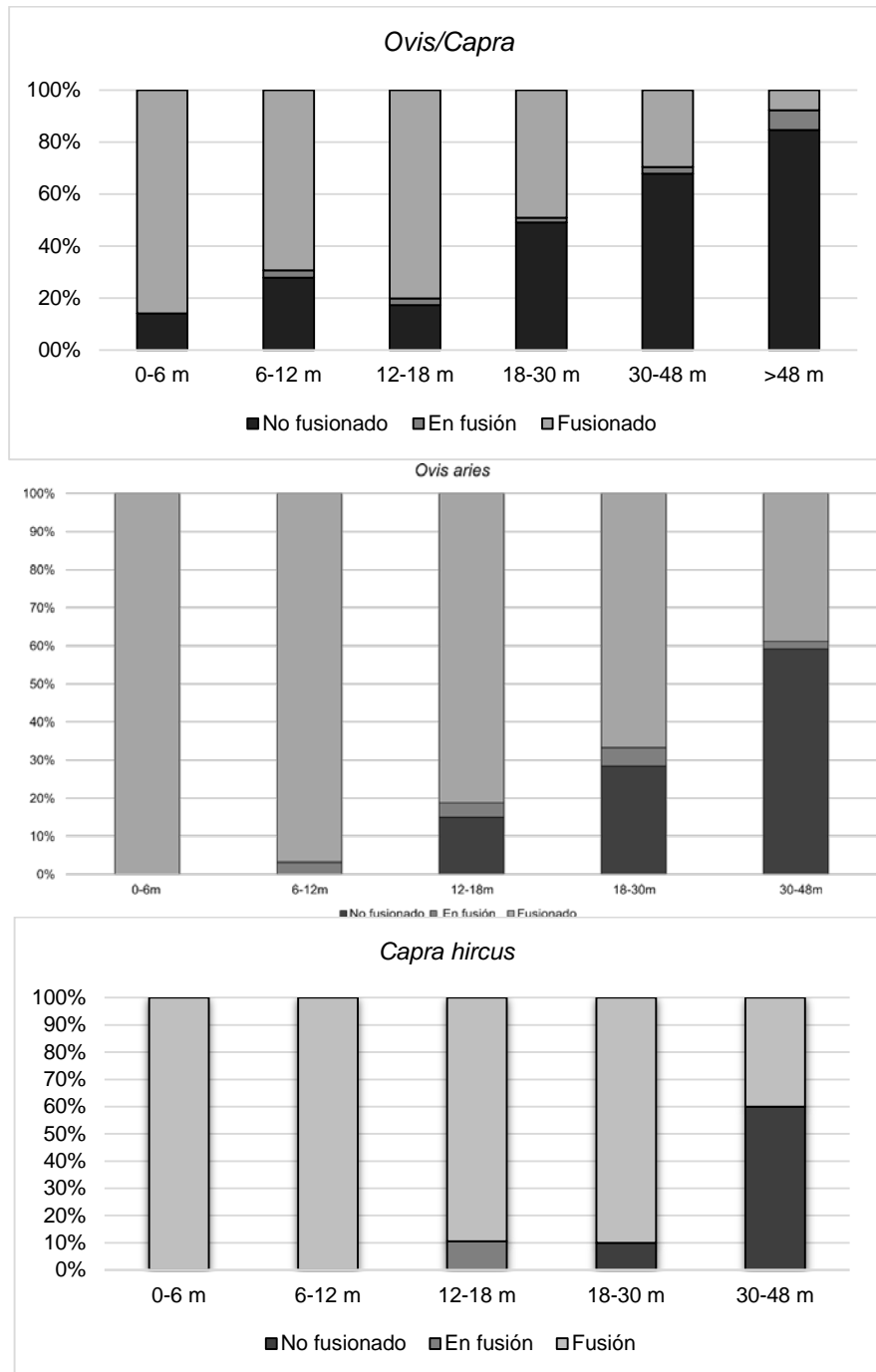


Figura 5.12 Edad de fusión epifisaria de los ovicápridos (arriba) oveja (centro) y cabra (debajo) de Chaves 1b.

El análisis biométrico ha permitido caracterizar la composición por sexos de la población tanto de cabras como de ovejas. A partir del *mixture analysis*, se han podido identificar dos poblaciones de oveja, una con más efectivos, correspondiente a hembras y otra con un número menor de restos, perteneciente a machos. Para las cabras también se han identificado dos poblaciones a partir del *mixture analysis*, pero en este caso los machos dominan sobre las hembras.

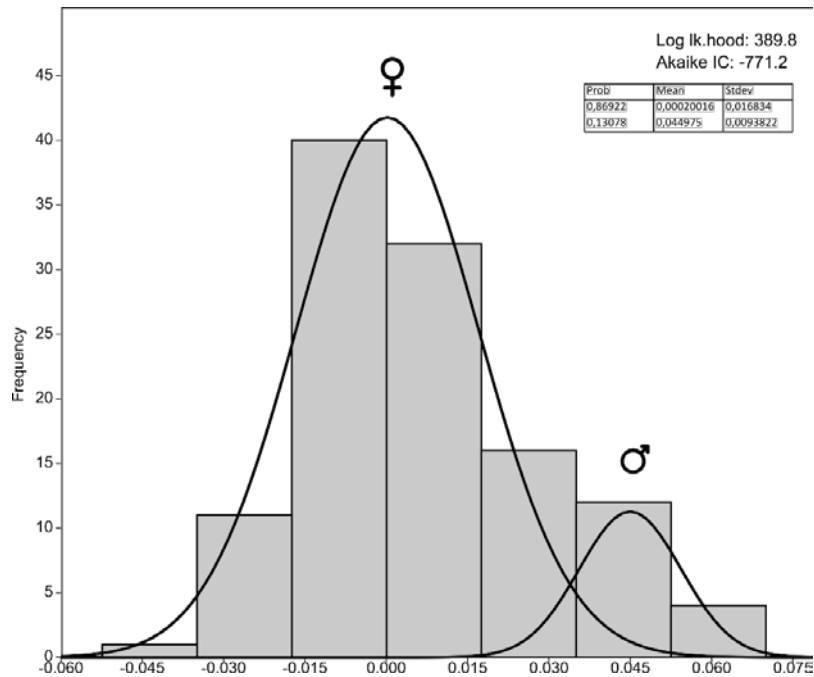


Figura 5.13 Mixture analysis de las medidas de oveja

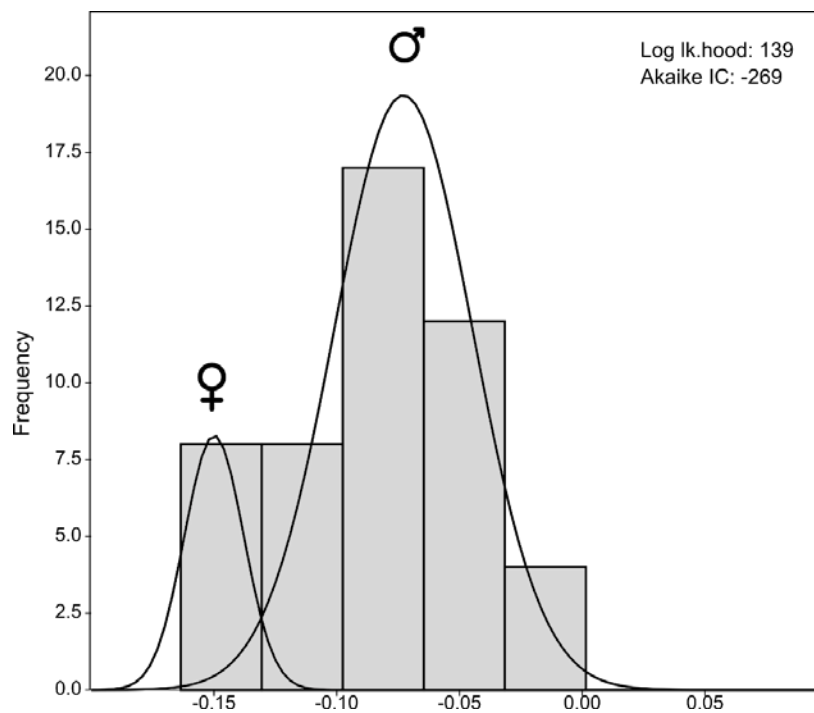


Figura 5.14 Mixture analysis de las medidas de cabra doméstica

Resulta complejo caracterizar la talla de las ovejas y las cabras del Neolítico antiguo de Chaves a través de la biometría, debido a la tradicional dificultad para separar estas dos especies. Las ovejas representadas muestran una talla similar (media, desv., CV de anchura y longitud), sugiriendo una población muy homogénea, sin apenas variación interna en la talla. Esto puede verse influenciado, en parte, por el bajo grado de dimorfismo sexual de las ovejas (Davis 2000). Como se puede ver en el boxplot realizado a partir del LSI de la anchura y la longitud (Fig. 5.15), esta homogeneidad contrasta con los resultados obtenidos para la cabra doméstica, cuyos valores LSI son más heterogéneos. Esta diferencia puede deberse a presiones selectivas diferentes aplicadas sobre ambas especies, a diferentes prácticas de gestión y de explotación de las mismas.

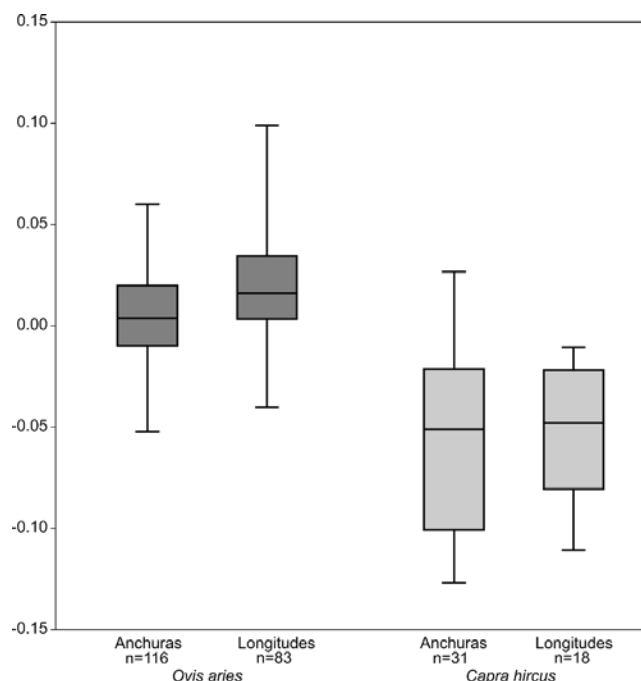


Figura 5.15 Comparación biométrica de la oveja y la cabra de Chaves 1b.

Siendo los ovicápridos domésticos, y concretamente la oveja, la principal especie consumida en Chaves, resulta primordial analizar cómo se produjo el procesado y la preparación para el consumo de estas dos especies. Se han analizado ambas especies agrupadas como ovicápridos, para evitar perder la información de aquellos restos que no habían podido ser identificados. Cuando ha sido posible, se han analizado ambas especies por separado.

El primer lugar, la representación anatómica muestra la presencia del esqueleto completo, Esto permite pensar en un procesado completo de la especie en el yacimiento.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Entre las trazas de procesado, se documentan trazas de todas las tareas de procesado carnicero, dominando las de las tareas de desmembrado y preparación para el consumo, lo que guarda correlación con esta explotación completa en el yacimiento. La fractura de los huesos largos es intensa, estando fracturados de forma intencional más de la mitad de los elementos de los principales huesos largos (húmero, radio, metacarpo, fémur, tibia y metatarso). Incluso una buena parte de las primeras falanges están fracturadas. Las longitudes relativas y las circunferencias muestran una explotación intensiva de estos restos. De todas formas, estos datos serán comparados al final del este capítulo con el resto de especies domésticas y salvajes.

Ovis/Capra	Cr	Md	At	Ax	Vc	Vt	VI	Cost	Esc	Hu	Ra	Uln
Despellejado	1											
Evisceración		12										
Desmembrado	2		8		1	1	1	9	2	12	6	
Descarnado								15	2		2	
Fractura (%)	0.62	4.2	33.3	60.0	32.4	11.3	38.1	5.6	10.9	57.3	49.5	8.2
Longitudinal		1	3	3	7		13		1	11	23	
Oblicua		2	1	1		1		15	6	29	17	3
Mixta									4	18	52	1
Transversal	1	2	3	5	5	5	8			1	1	
Longitud (mm)	100.0	44.0	38.57	38.89	25.83	43.33	32.86	68.00	50.00	44.75	55.16	47.50
Long. relativa									1/4	1/4	1/4	1/4-1/2
Circunferencia									1	1	1/2	1
TOTAL	161	166	21	15	37	53	55	300	119	103	190	49

Ovis/Capra	Mc	Pel	Fe	Rot	Ti	Mp	Cal	Ast	Tcen	Mt	Fa1	Fa2
Despellejado											1	
Evisceración												
Desmembrado	5	6	6	1	1		4	7	17	4		
Descarnado		1			2							
Fractura (%)	66.9	26.9	47.8		61.6	21.6	10.6	0.9	3.1	62.5	58.3	26.5
Longitudinal	21	3	8		30	4	4	1	1	24	32	9
Oblicua	20	10	20		24	7	1			20	32	3
Mixta	38	6	12		30	5	1			36	24	1
Transversal		6	3		1							
Longitud (mm)	49.24	52.00	61.16		62.47	23.75	30.0	20.0	20.0	51.56	22.18	16.92
Long. relativa	1/4-1/2	1/4	1/4-1/2		1/4-1/2	1/4	1/2	1/2		1/4	1/2	1
Circunferencia	1/4-1/2-1		1/4-1/2-1		1	1/4-1/2-1	1/2			1/4-1/2	1	1/2
TOTAL	115		89	2	138		66	106	32	127	151	49

Tabla 5.53: Procesado en el conjunto de Ovis/Capra de Chaves 1b. Se presenta duplicada debido a la variada representación anatómica de los restos localizados.

En el caso de los huesos largos y de aquellos que presentan elementos diagnósticos para distinguir a las ovejas de las cabras, se ha podido comparar la forma de explotación de

ambas especies. En general, la fractura intencional es similar en ambas especies, de igual forma que la longitud relativa de la fractura y la circunferencia de la misma. Esto nos indica que no hubo grandes diferencias, al menos apreciables, entre la explotación para el consumo de ambas especies.

Longitud Relativa %	1/4		1/2		3/4		1	
	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>
Húmero	100.0	90.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Radio	100.0	96.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Metacarpo	50.0	68.8	50.0	25.0	0.0	6.3	0.0	0.0
Fémur		100.0		0.0		0.0		0.0
Tibia	88.9	79.2	11.1	16.7	0.0	4.2	0.0	0.0
Metatarso	50.0	0.0	50.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Metapodo	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Falange 1	0.0	5.6	63.6	58.3	36.4	25.0	0.0	11.1
Falange 2		0.0		50.0		0.0		50.0

Tabla 5.54: Longitud relativa comparada de la oveja y la cabra

Circunferencia %	1/4		1/2		3/4		1	
	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis aries</i>
Húmero	0.0	5.0	50.0	10.0	0.0	5.0	50.0	80.0
Radio	33.3	0.0	50.0	80.0	0.0	4.0	16.7	16.0
Metacarpo	25.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	75.0	93.8
Fémur		0.0		0.0		0.0		100.0
Tibia	22.2	0.0	33.3	30.4	0.0	4.3	44.4	65.2
Metatarso	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
Metapodo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0
Falange 1	0.0	2.8	0.0	11.1	0.0	0.0	100.0	86.1
Falange 2		0.0		50.0		0.0		50.0

Tabla 5.55: Circunferencia de fractura comparada de la oveja y la cabra

Las termoalteraciones se documentan en un 13,2% del total de los ovicápridos. Los colores predominantes son el marrón y el negro. La coloración marrón suele estar relacionada con tareas de cocinado, mientras que la coloración negra muestra una exposición directa, y durante más tiempo, al fuego. Por lo tanto, el predominio de termoalteraciones de coloración marrón

	Marrón	Marrón-Negro	Marrón-Gris	Marrón-Negro-Gris	Negro	Negro-Gris	Negro-Gris-Blanco	Gris	Gris-Blanco	Blanco	n
<i>Ovis/Capra</i>	53,4%	17,2%	0,6%	0,3%	23,1%	0,9%	0,3%	2,4%	1,5%	0,3%	337

Tabla 5.56: Termoalteraciones en los ovicápridos de Chaves

La cabra montés (*Capra pyrenaica*) está representada por 221 restos pertenecientes a un total de 8 individuos. Los restos de esta especie han podido diferenciarse de los de la cabra doméstica debido a su diferencia de talla, como muestran los análisis biométricos (Tabla 5.18). La diferencia entre ambas especies tanto comparando la longitud y la anchura de sus astrágalos como con el *log ratio* es muy marcada, evidenciando diferencias de talla entre ambas especies.

Capra pyrenaica			
Clavija	1	Carpales	16
Cráneo	2	Fémur	17
Maxilar	1	Tibia	15
Mandíbula	10	Metacarpo	7
Diente suelto	14	Calcáneo	14
Atlas	7	Astrágalo	7
Axis	5	Centrotarsal	4
Vert. Lumbar	1	Tarsales	1
Pelvis	4	Maleolar	2
Escápula	9	Falange 1	29
Húmero	13	Falange 2	8
Radio	11	Falange 3	2
Ulna	6	Metapodo	2
Metacarpo	13	TOTAL	221

Tabla 5.57 Distribución anatómica de la cabra montés. del nivel 1b de Chaves

Los perfiles de mortalidad indican un predominio por la caza de individuos adultos jóvenes, entre los 24 y 48 meses de edad (clase EF), seguidos de animales jóvenes (clase C, 6-12 m), subadultos (clase D, 12-24 m) y adultos (clase G, 48-72 m). Destaca la escasez de animales infantiles, lo que puede deberse a que no eran cazados o a que han quedado incluidos como ovicápridos, debido a la dificultad para clasificar los restos a nivel específico cuando los animales presentan edades muy tempranas.

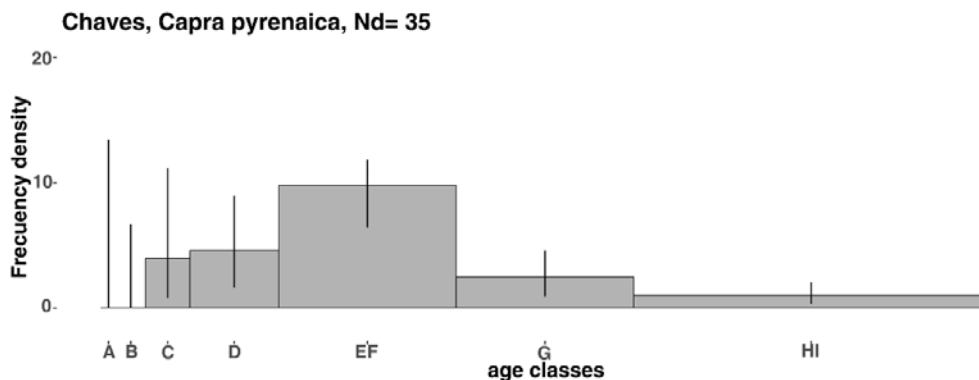


Figura 5.16: Histograma de edad de restos dentarios de la cabra montés de Chaves 1b

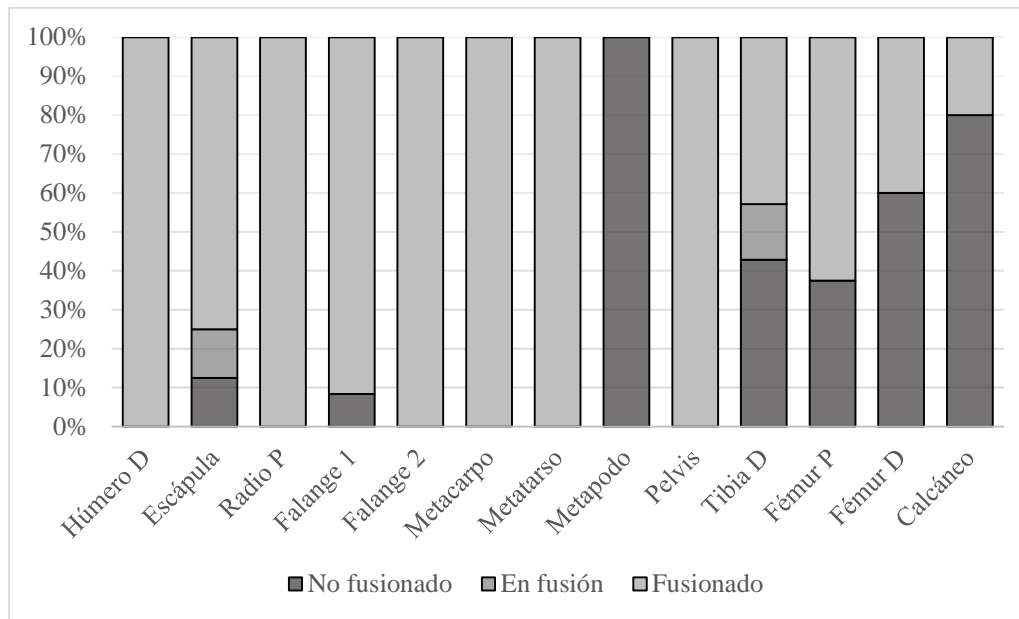


Figura 5.17: Edad de fusión epifisaria de la cabra montés

Para la fusión epifisaria, vemos que los huesos que están fusionados son los elementos que antes fusionan y tan solo los huesos de fusión tardía aparecen sin fusionar. Son los huesos que fusionan entre los 24 y los 72 meses en el caso de la cabra salvaje y los que fusionan entre los 30 y los 48 los que están sin fusionar. En este sentido, vemos que los rangos de edad se parecen a los de los histogramas, siendo los animales adultos jóvenes los predominantes.

Como hemos dicho anteriormente, la diferencia entre cabras domésticas y salvajes es muy evidente en Chaves. En primer lugar, se han comparado la longitud (GLI) y la anchura (Bd) de los astrágalos de ambas especies (Fig. 5.18.A). Esto muestra una diferenciación en la forma entre ambas especies. Se observa como la cabra montés y la cabra doméstica se agrupan por separado, siendo la cabra montés mayor talla y mayor robustez que la cabra doméstica. Por otro lado, se han comparado todas las medidas de cabra mediante la técnica log ratio (Fig. 5.18.B). Esta comparación muestra una clara diferenciación entre ambas especies, refrendada por los test estadísticos (Kruskal-Wallis: $p(\text{same}) = 4,66E-14$). También se observa una mayor homogeneidad en las cabras domésticas respecto a las salvajes (*Capra hircus*, Media= -0.085, Desv, estándar= 0.039; *Capra pyrenaica*, Media= 0.047, Desv, estándar= 0.057).

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

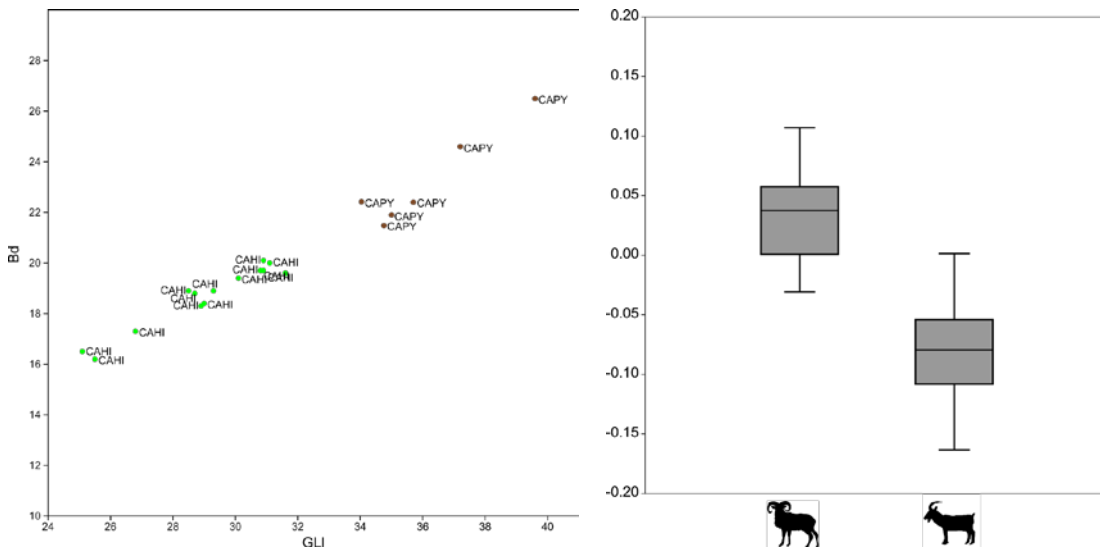


Figura 5.18. Comparativa entre *Capra hircus* y *Capra pyrenaica* del nivel 1b de Chaves. A) izquierda, longitud (GLI) y anchura (Bd) de los astrágalos. B) derecha, log ratio de las medidas.

<i>Capra pyrenaica</i>	At	Ax	Esc	Hu	Ra	Uln	Mc	Fe	Ti	Ast	Tcen	Mt	Fa1	Fa2
Desmembrado	3		1	2	2			4		1	1			
Descarnado			1											
Fractura %	43	40	44	92.3	81.8	50	69.2	76.5	93.3			71.4	82.8	12.5
Longitudinal			2	1	3		2	2	3			1	8	
Oblicua				5	2		2		4			2	7	
Mixta	1		1	6	3	2	4	8	7			2	6	1
Transversal	2	2												
Longitud (mm)	62.9	56.0	71.1	47.7	60.9	31.7	53.1	47.6	73.3			35.7	29.3	25.0
Long. relativa			1/4	1/4	1/4-1/2	1/4	1/4	1/4	1/4			1/4	1/2	1/2
Circunferencia			1	1/2-1	1/2	1/2	1/2	1/2	1			1/4-1/2	1/2-1	1/2
TOTAL	7	5	9	13	11	6	13	17	15	7	4	7	29	8

Tabla 5.58: Procesado de *Capra pyrenaica* de Chaves 1b.

El transporte y el procesado de la cabra montés en Chaves se realizó a partir de animales completos. Así lo indicaría la distribución anatómica, en la que se muestran los principales elementos esqueléticos representados. Esto permite plantear un transporte completo de la especie al yacimiento y su procesado en el mismo. Las trazas de procesado están centradas en tareas de desmembrado y preparación para el consumo. La fracturación y la extracción de la médula es intensiva (45%), destacando los huesos largos como los humeros, los radios, los fémures y las tibias, pero también en otros como las falanges primeras. Las fracturas oblicuas y las longitudinal-oblicuas predominan en la mayoría de huesos. Los huesos están fracturados a un cuarto de su longitud relativa y con circunferencias de 1/2 del resto completo.

Las termoalteraciones están documentadas en el 39.1% de los elementos. Los colores que predominan son los marrones, con un 53.1%, lo que se corresponde con una menor temperatura y una menor exposición al fuego. Las coloraciones marrones suelen estar relacionadas con tareas de cocinado de los huesos.

	Marrón	Marrón-Negro	Negro
<i>Capra pyrenaica</i>	53.01%	27.71%	19.28%

Tabla 5.59: Termoalteraciones en la cabra montés

Sus sp. Los suidos (*Sus sp*) están representados en Chaves con un total de 814 restos pertenecientes a al menos 26 individuos. Debido a la uniformidad en la talla, no han podido separarse claramente dos poblaciones, una doméstica (*Sus domesticus*), y otra salvaje (*Sus scrofa*). Aunque el análisis del estatus de esta población será debatido más adelante a partir de los datos arqueozoológicos, biométricos e isotópicos.

Sus sp			
Cráneo	69	Fémur	11
Maxilar	53	Tibia	22
Mandíbula	53	Rótula	2
Diente	268	Metatarso II	3
Atlas	8	Metatarso III	7
Axis	1	Metatarso IV	8
Vert. Cervical	13	Metatarso V	4
Vert. Torácica	4	Calcáneo	13
Vert. Lumbar	1	Astrágalo	11
Costilla	5	Centrotarsal	2
Pelvis	12	Tarsal IV	3
Escápula	22	Falange 1	36
Húmero	27	Falange 1 a	9
Radio	30	Falange 2	12
Ulna	22	Falange 2 a	4
Metacarpo	1	Falange 3	22
Metacarpo III	12	Falange 3 a	2
Metacarpo IV	7	Metapodo	32
Metacarpo V	2		
Carpal III	1	Total	814

Tabla 5.60: Distribución anatómica de los restos de suido de Chaves 1b.

El perfil de mortalidad a partir de los dientes se ha realizado utilizando los inferiores (NISP= 72). En el histograma de edad (Fig. 5.19), se observa que las edades más jóvenes, entre los 0 y los 12 meses, son las más representadas. La mayoría de los individuos fueron sacrificados entre los 8 y los 12 meses, seguido por los sacrificados entre los 6 y los 8 meses. A partir de los 16 y de los 30 meses se reduce el número de

animales muertos. Además, resulta destacable el alto porcentaje (14%) de individuos muertos antes de nacer o a las pocas semanas de su nacimiento.

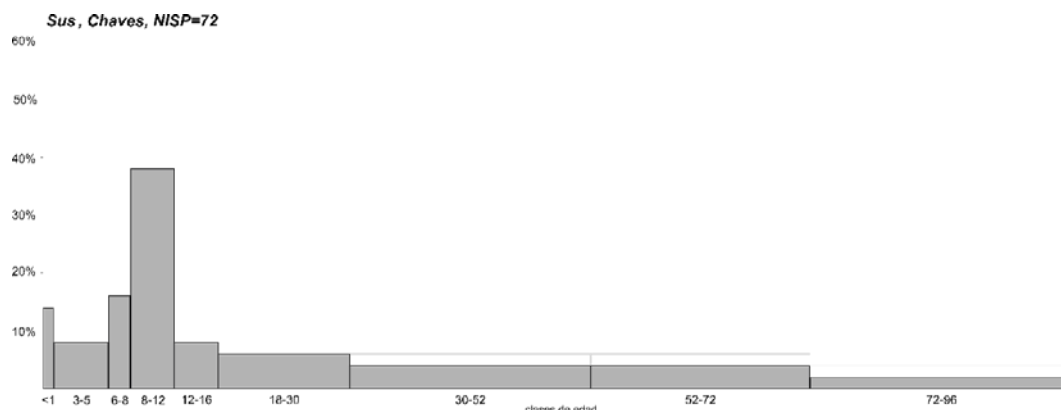


Figura 5.19 Histograma de edad de restos dentarios de los suidos de Chaves 1b

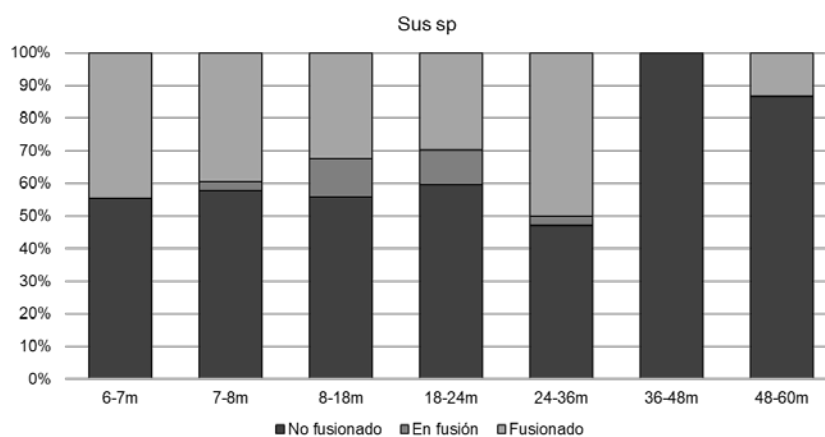


Figura 5.20: Edad de fusión epifisaria de los suidos

El perfil de mortalidad a partir de la edad de fusión epifisaria (Fig. 5.20) también muestra que la edad de sacrificio de los animales es muy temprana, con una importante parte de los animales sacrificados en el primer año de vida y sin apenas individuos que superen los 36-48 meses de vida. Resulta destacable el porcentaje de elementos que estaban fusionando entre los 8 y los 24 meses, coincidiendo con los datos aportados por los dientes. Ambos perfiles de mortalidad permiten caracterizar la estrategia de explotación de los cerdos. El dominio de los animales jóvenes, entre los 0 y los 12 meses que no han alcanzado el máximo rendimiento cárnico, es representativo de una explotación de la carne tierna (Blaise 2009). Los estudios etnográficos realizados sobre la explotación del cerdo en diferentes partes del Mediterráneo (Albarella et al. 2007, 2011, Halstead y Isaakidou 2011, Hadjikoumis 2012) han mostrado variaciones en la edad de sacrificio relacionadas con el tipo de explotación llevada a cabo. La ganadería

extensiva se caracteriza por un sacrificio de los cerdos entre los 12 y los 24 meses, mientras que la ganadería intensiva se caracteriza por la explotación de individuos más jóvenes, ya que engordan más rápido al estar controlada su alimentación (Hadjikoumis 2012). El perfil de mortalidad de los cerdos de Chaves, con individuos sacrificados mayoritariamente entre los 8 y los 12 meses de edad puede deberse a este tipo de explotación intensiva en la que los cerdos se sacrifican antes porque han engordado rápidamente. Otro aspecto a reseñar es el alto porcentaje de animales perinatales identificados. Esto bien puede deberse al sacrificio de animales muy jóvenes, antes incluso de ser destetados, lo que la etnografía ha observado en explotaciones del Mediterráneo (Albarella et al. 2011) o debido a la mortalidad neonatal de esta especie, que puede ir desde el 5 al 20% de los individuos nacidos (Mellor y Stafford 2004). En todo caso, la presencia de estos animales perinatales en el propio yacimiento sería indicador de que los animales se criaban y eran resguardados en la propia cueva al menos antes del parto y durante las primeras semanas de vida.

El análisis biométrico de los suidos de Chaves permite caracterizar la población del yacimiento, pretendiendo identificar la existencia de diferentes clases de talla, más allá de la dicotomía salvaje-doméstico. Las medidas son escasas debido a la abundancia de restos o huesos no fusionados, pero han podido ser comparadas a partir de la aplicación de la técnica log ratio (Meadow 1999), utilizando como población de referencia a los cerdos de Durrington Walls (Albarella y Payne 2005). Se analizan por separado las medidas de dientes y de elementos del esqueleto postcraneal siguiendo otras las recomendaciones de otros estudios (Albarella et al. 2005; Rowley-Conwy et al. 2012).

En primer lugar, se analizan los dientes en conjunto a partir del test *mixture analysis* que permite separar distintas poblaciones dentro de un mismo grupo. Para los dientes se han documentado dos poblaciones, una de mayor talla que es la más numerosa, otra de menor talla. Además, se han documentado una serie de individuos que se situarían entre estas dos poblaciones. No se observa una clara ruptura entre ambas poblaciones que permita distinguir entre jabalíes y animales domésticos, pero la existencia de estas poblaciones diferenciadas muestra una variedad de alternativas, ya que pueden relacionarse con la presencia de una población salvaje y otra doméstica o con la presencia de poblaciones de hembras y de machos.

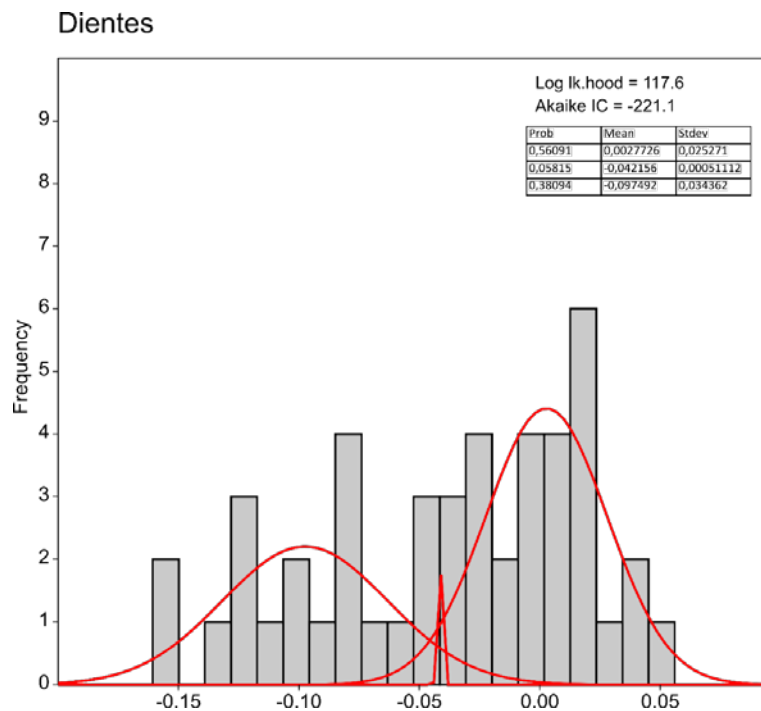


Figura 5.22: Mixture analysis de las medidas de los dientes de los suidos

Estas medidas también se han comparado de forma individual con sitios de periodos anteriores (Mesolítico) y posteriores (Calcolítico). Para los dientes deciduales, y, por tanto, los individuos juveniles, el conjunto de los especímenes se agrupan junto a los suidos de yacimientos de periodos posteriores (Sao Pedro) y por encima de una parte de la población de Zatoya. Además, su talla es menor que los especímenes del Neolítico antiguo de Lameiras (Davis et al. 2018), de los del Bronce del Portalón (Galindo Pellicena 2014) y del mesolítico de Peña 14. Solo dos especímenes de Chaves se sitúan por encima del resto.

Los segundos molares superiores (Fig. 5.31) también muestran que la mayoría de los suidos de Chaves tienen una talla menor que la de otros yacimientos del mismo periodo como el Mirador, cova del Frare y La Draga, y de periodos posteriores como Pics dels Corbs. Tan solo un espécimen tiene una talla mayor del resto, que podría deberse a su estatus salvaje.

Los terceros molares inferiores presentan una tendencia distinta del resto de dientes (Fig. 5.32). Los suidos de Chaves tienen una talla mayor que los procedentes de yacimientos del mismo periodo, como Reina Amalia, pero muy por debajo de yacimientos mesolíticos como Zatoya o Mendandía.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

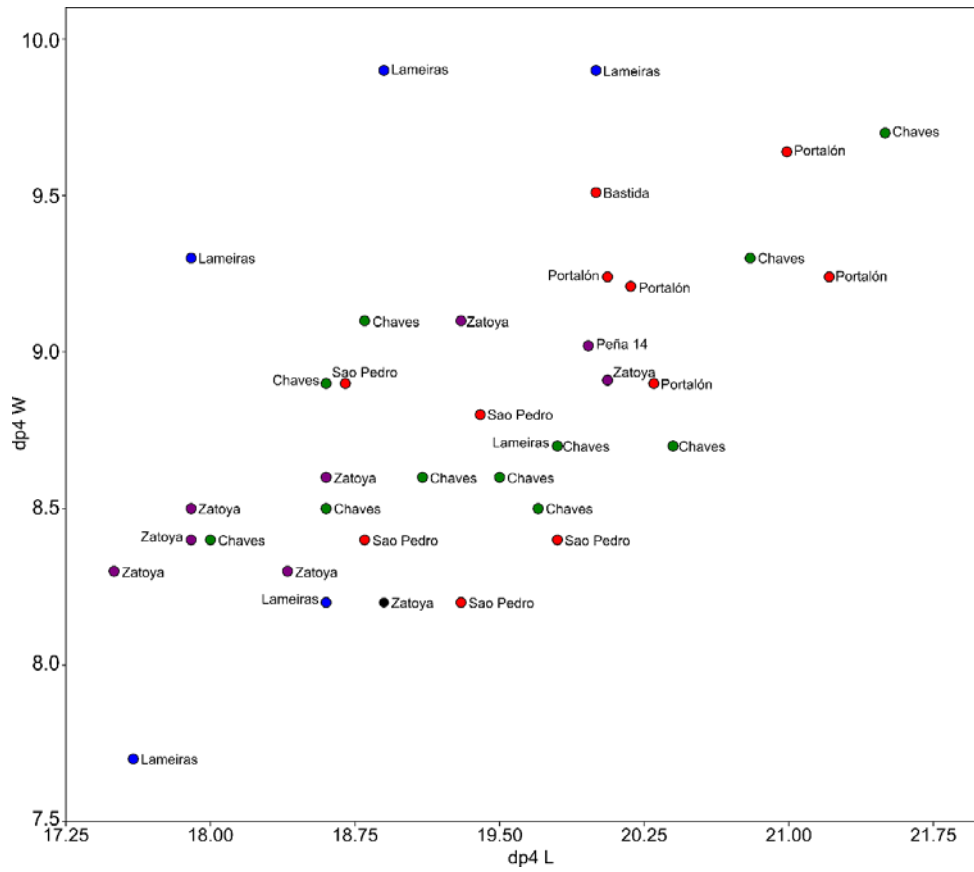


Figura 5.23: Comparación de la biometría del cuarto premolar decidual inferior de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

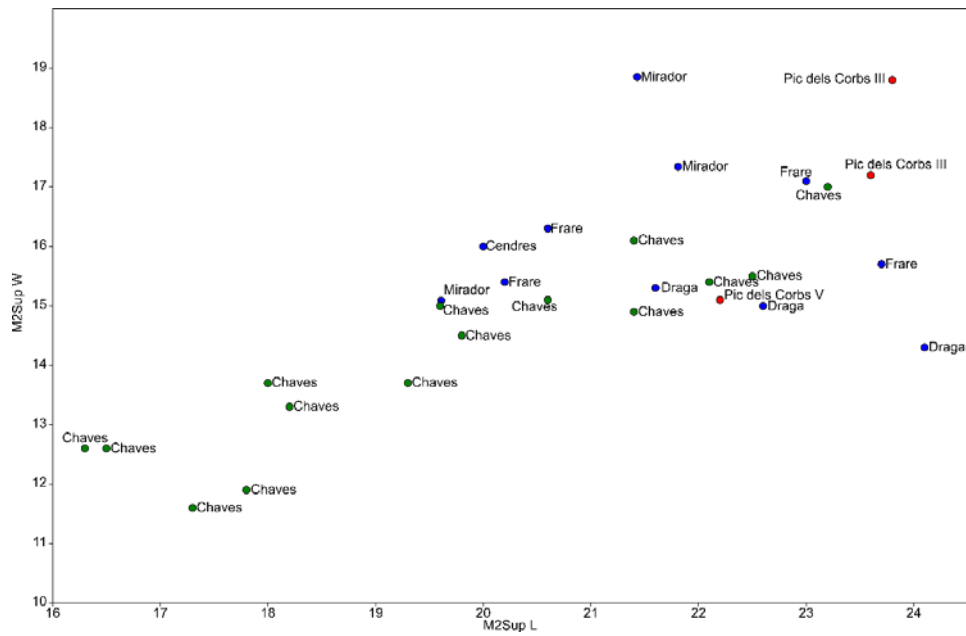


Figura 5.24: Comparación de la biometría del segundo molar superior de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

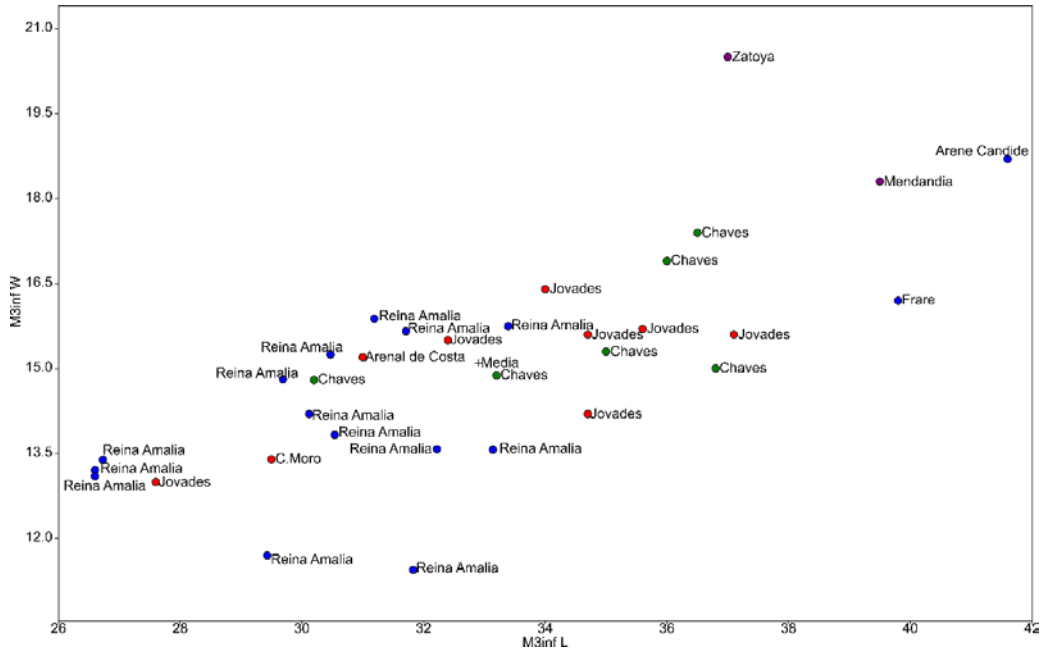


Figura 5.25: Comparación de la biometría del tercer molar inferior de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

Por último, los terceros molares superiores vuelven a mostrar una tendencia distinta (Fig. 5.26), teniendo similar talla a los especímenes de la edad del Bronce y menor talla que la mayoría de especímenes del periodo anterior (Zatoya y Mendandia) y del mismo periodo, como los del Mirador, Cendres o Arene Candide.

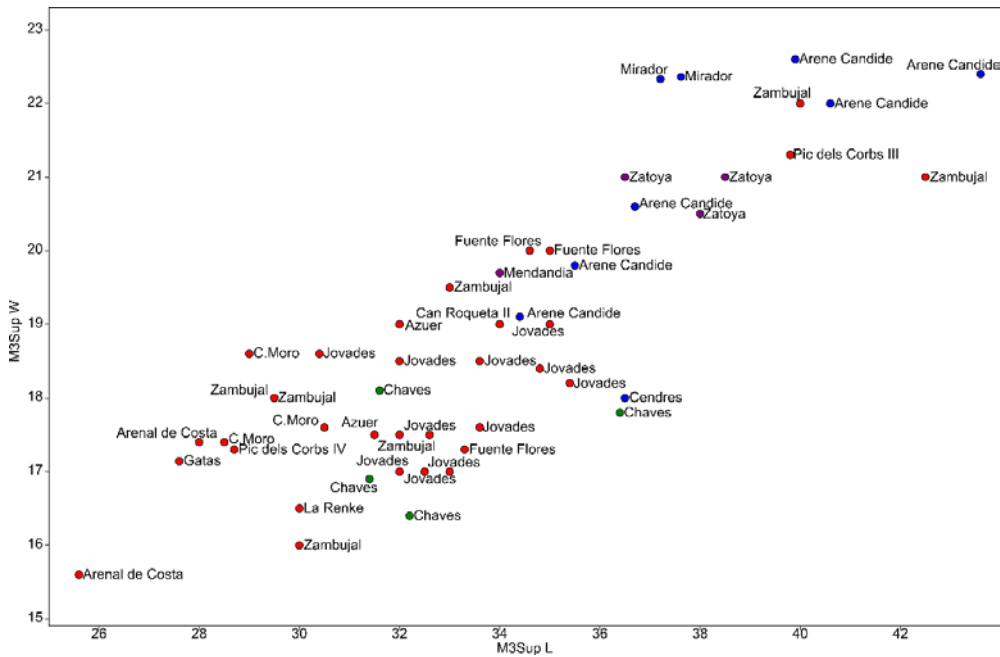


Figura 5.26: Comparación de la biometría del tercer molar superior de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

De igual forma que con los dientes, se han analizado los distintos elementos del esqueleto postcraneal a partir del test *mixture analysis*, lo que ha permitido separar dos poblaciones, la de menor talla menos abundante que la de mayor talla (Fig. 5.27). La población de mayor talla es más variable (SD= 0,053), e incluye una ruptura entre especímenes, lo que puede deberse a la existencia de animales salvajes dentro de esta población.

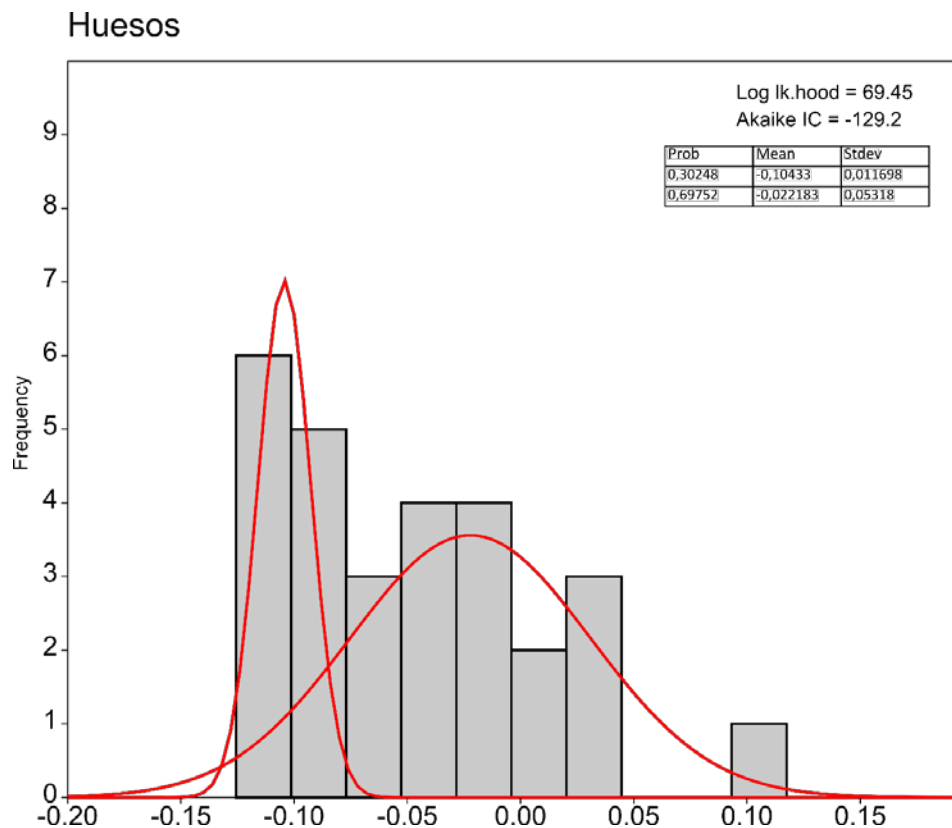


Figura 5.27: Mixture analysis de los dientes de suido de Chaves

La comparación de los suidos de Chaves ha sido realizada a partir de aquellos elementos más numerosos con el fin de documentar la variación en la talla de cada uno de los elementos esqueléticos e identificar la existencia de varias poblaciones. Los húmeros distales de los suidos de Chaves tienen mayor talla que la mayor parte de los cerdos neolíticos y post-neolíticos, pero son de talla menor que los jabalíes del periodo anterior (Fig. 5.28). Existen diferencias entre los húmeros de Chaves, pero esta parece relacionada con la presencia de animales juveniles, ya que los huesos de los suidos fusionan a una edad temprana.

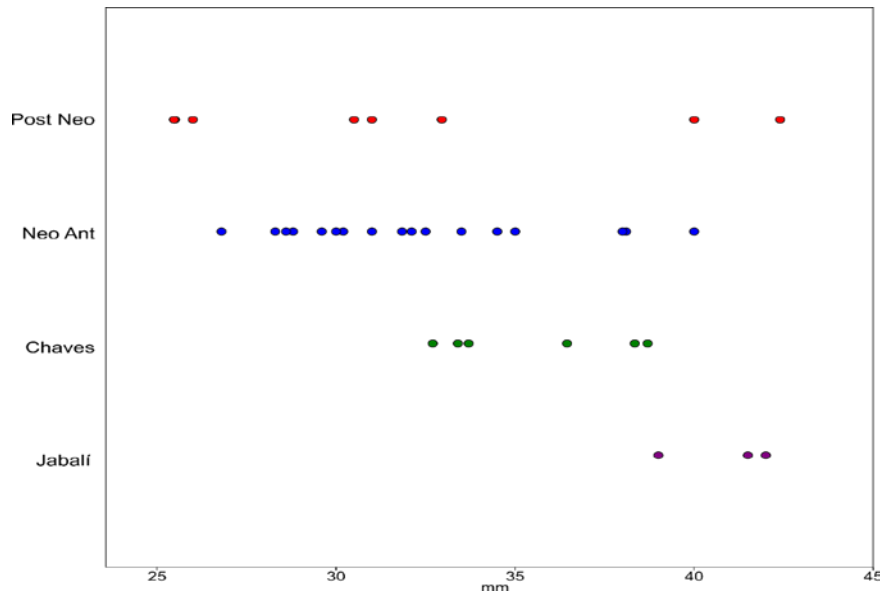


Figura 5.28 Comparación de la biometría del húmero de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

En el caso de los radios proximales la tendencia es similar (Fig. 5.29): la mayor parte de los huesos de los suidos de Chaves tienen una talla mayor de los cerdos domésticos, siendo similar a la talla de los jabalíes mesolíticos. Entre los especímenes de Chaves hay mayores diferencias en la talla, sobre todo en el caso concreto de un radio, que tiene una talla mayor a todos los suidos de Chaves y a los jabalíes mesolíticos, que probablemente puede ser identificado como un animal salvaje.

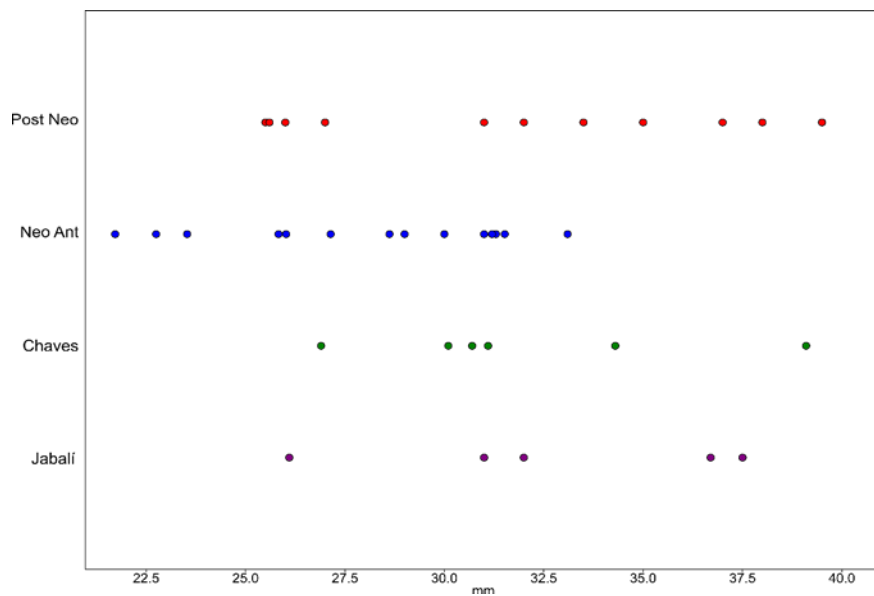


Figura 5.29: Comparación de la biometría del radio de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

La talla de los suidos a partir de la tibia distal (Fig. 5.30) muestra una clara diferenciación entre los domésticos del Neolítico, los jabalís mesolíticos y los suidos de Chaves, que son más robustos que el resto. Tan solo un espécimen de Arene Candide tiene una talla similar a la población de Chaves. Esta diferencia puede deberse a que estos animales son salvajes o a que existen diferencias en la robustez de algunos elementos respecto a otros.

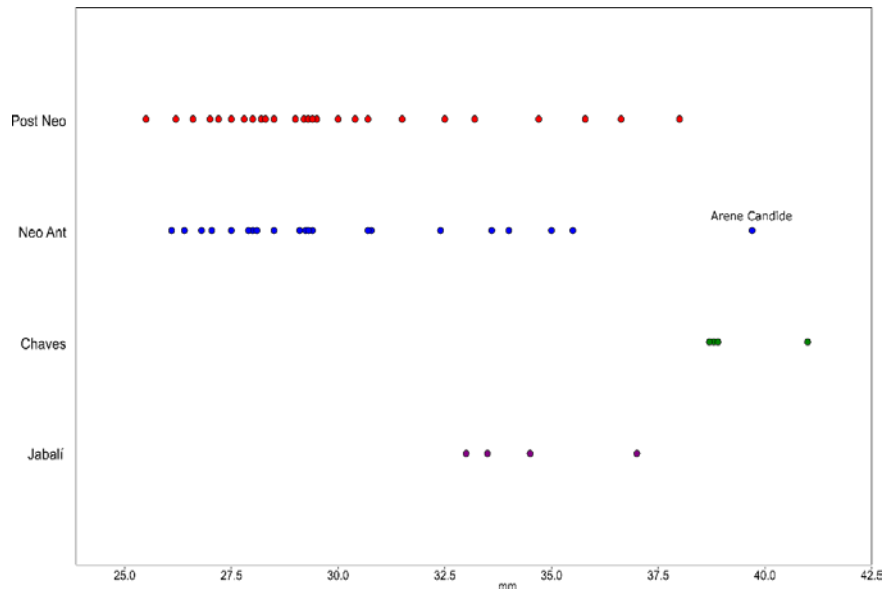


Figura 5.30: Comparación de la biometría de la tibia de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

Por último, comparando la talla de los suidos a partir de la longitud del astrágalo (Fig. 5.31) se comprueba que los suidos de Chaves son más altos que la mayoría de los cerdos del Neolítico antiguo, llegando a ser incluso más altos que algunos jabalíes mesolíticos.

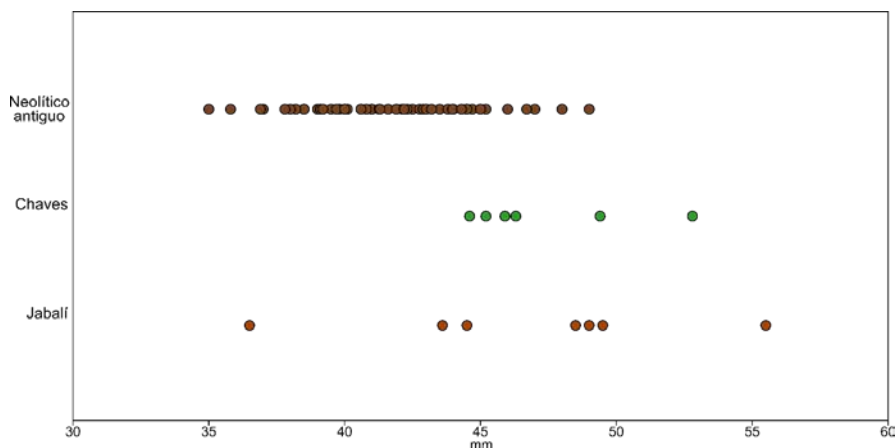


Figura 5.31: Comparación de la biometría del astrágalo de suido de Chaves con otros yacimientos de la Península Ibérica

El análisis biométrico ha permitido documentar una gran variabilidad en la talla de los suidos de Chaves. Se han distinguido varias poblaciones tanto a partir de los dientes como a partir de los elementos del esqueleto postcraneal, siendo en ambos casos la de mayor talla la más numerosa. Pero la diferenciación de hasta tres poblaciones en el caso de los dientes indica una mayor complejidad que supera la simplificación tradicional salvaje-doméstico. La comparación de distintos elementos tanto dentarios como postcraneales no mejora esta perspectiva, ya que en algunos elementos dentarios la talla es similar o incluso inferior a cerdos domésticos del Neolítico y de periodos posteriores, y en otros casos es mayor que estos. Algo similar sucede con los diferentes elementos postcraneales, algunos tienen una talla similar a la de los cerdos neolíticos, aunque siempre entre los más grandes, y otros superan a la mayoría de los cerdos neolíticos, con tallas similares a las de los jabalíes mesolíticos. Las diferencias entre elementos postcraneales indican una mayor robustez del esqueleto posterior respecto al anterior, teniendo este último una talla más cercana a la de los cerdos neolíticos. Por último, se deben destacar las diferencias entre la talla de los restos dentarios y del resto del esqueleto, mientras la mayoría de los dientes se agrupan entre los cerdos neolíticos, y casi siempre por debajo de los jabalíes mesolíticos, los elementos postcraneales se agrupan entre los cerdos domésticos de mayor talla. Esto puede tener diversas implicaciones, que serán analizadas en la discusión.

Sus sp	Cr	Md	Cost	Pel	Esc	Hu	Ra	U1	Mc	Fe	Ti	Rot	Cal	Tal	Tar	Mt	Mp	Fa1	Fa2
Despellejado	2								2							1	2		1
Evisceración	3	2																	
Desmembrado				2	1	12	4					1	2	4	2				
Descamado			2																
Fractura (%)		2		8		52	50	14	79	18	32					60		36	
Longitudinal								1	2								2	5	
Oblicua				1		9	7	1	10	2	6		2			6	5	6	
Mixta		1					5		2							2	1	2	
Longitud (mm)	74	116		134	122	57	61	91	47	60.5	73		40			50	52	27.5	
Longitud relativa						1/4	1/4 1/2	1/2	1/4 1/2	1/4	1/4 1/2 3/4		1/2 3/4			1/2 3/4	1/4 3/4	1	
Circunferencia						1/2 1	1/2 1	1	1	1	1		1			1	1	1/2 1	
Total	69	53	5	12	22	27	30	22	22	11	22	2	13	11	3	22	32	36	12

Tabla 5.60: Procesado de los suidos de Chaves 1b.

Según muestra la representación anatómica (Tabla 5.60), el procesado de los suidos se realizó de forma completa en el yacimiento. Así lo confirma también la presencia de trazas de corte implicadas en todas las tareas de procesado, desde el despellejado hasta

el descarnado, aunque dominan las tareas de desmembrado. En cuanto a las marcas de fracturación, son más abundantes en los metacarpos y metatarsos, buscando una posible separación de los elementos proximales y distales de las extremidades, ya que los segundos apenas tienen contenido cárnico. El resto de valores serán comparados con el resto de especies de ungulados documentadas en Chaves.

Las termoalteraciones están documentadas en el 18,3% de los elementos. Los colores que predominan son los marrones, con un 40,3%, lo que se corresponde con una menor temperatura y una menor exposición al fuego. Las coloraciones marrones suelen estar relacionadas con tareas de cocinado de los huesos mientras que las negras con tareas de gestión de los residuos.

	Marrón	Marrón-Negro	Negro	Negro-Gris	Gris	Gris-Blanco	Blanco	n
<i>Sus sp</i>	40,3%	16,1%	39,6%	0,7%	0,7%	2,0%	0,7%	149

Tabla 5.61. Termoalteraciones de los suidos

Los bóvidos (*Bos taurus*) están representados en Chaves con un total de 132 restos pertenecientes a 6 individuos.

<i>Bos taurus</i>			
Clavija	1	Radio	3
Cráneo	4	Ulna	3
Maxilar	1	Metacarpo	11
Mandíbula	12	Carpales	3
Diente suelto	26	Pelvis	7
Axis	1	Sacro	1
Vert. Cervical	6	Fémur	3
Vert. Torácica	1	Tibia	5
Vert. Lumbar	2	Maleolar	2
Vert. Caudal	1	Astrágalo	3
Hiodes	1	Centrotarsal	1
Costilla	5	Falange 1	10
Esternón	1	Falange 2	4
Escápula	1	Falange 3	3
Húmero	7	Metapodo	3
TOTAL	132		

Tabla 5.62. Distribución anatómica de los restos de *Bos taurus* en Chaves 1b.

El histograma de edad permite reconstruir el perfil de mortalidad de los bóvidos en Chaves (Fig. 5.32): los bóvidos fueron sacrificados preferentemente entre los 16 y los 26 meses, aunque también se observa su sacrificio a partir de los 3 años. La explotación

de animales a esta edad parece seguir una estrategia de explotación dirigida a la obtención de carne tierna, destinando el animal al consumo previamente a alcanzar su máximo rendimiento (Blaise 2009), aunque la presencia de animales de entre 26 meses y 6 años permite plantear la explotación de la carne también cuando han alcanzado su máximo rendimiento. También destaca la escasez de animales perinatales o menores de 6 meses. Por último, la presencia de animales mayores de los 6-8 años permite plantear varias alternativas. La primera de ellas puede ser la explotación de la leche, por el sacrificio de las hembras que han disminuido su producción (Helmer 1992, Tresset 1996). También puede deberse a su uso para la tracción, como se ha demostrado para el Neolítico antiguo en La Draga (Helmer et al. 2018). Por último, otra posible explicación es el mantenimiento de las hembras vivas para la cría hasta esa edad.

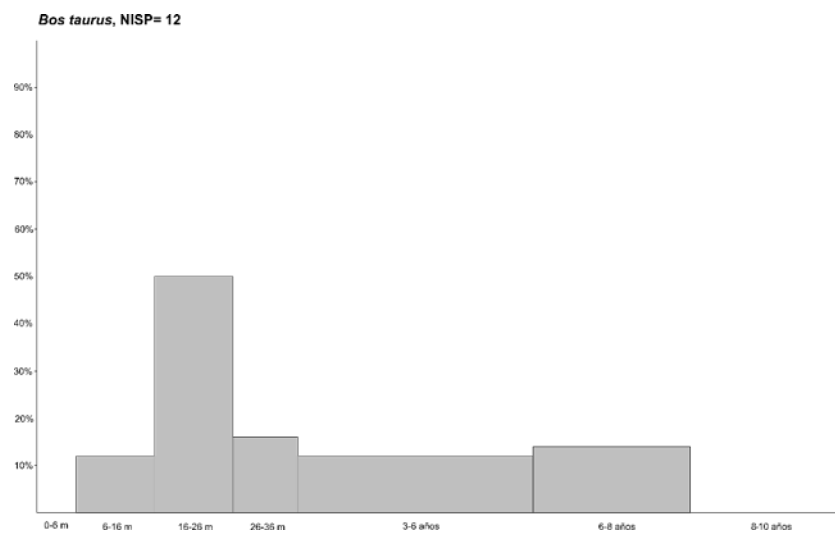


Figura 5.32: Histograma de edad del ganado vacuno a partir de los restos dentarios

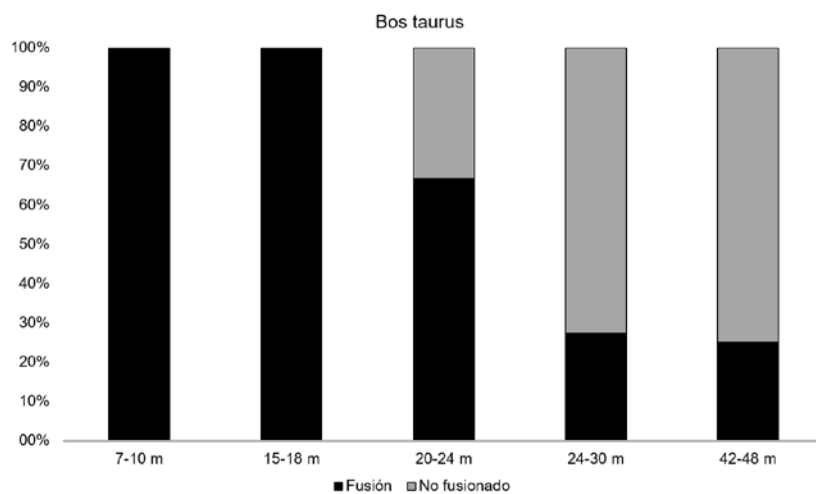


Figura 5.33: Edad de fusión de los huesos largos del ganado vacuno

La fusión epifisaria (Fig. 5.33) muestra un predominio de los individuos sacrificados a partir de los 20 meses y no superando los 30. Estos datos siguen la tendencia observada a partir del de los restos dentarios, que muestra un sacrificio de los animales entre los 16 y los 26 meses y con pocos individuos superando los 4 años de edad.

El análisis biométrico de los bóvidos de Chaves (Fig. 5.34) muestra la existencia de una sola población de bóvidos, con escasa variabilidad. Esta homogeneidad en las medidas impide definir la existencia de poblaciones diferentes (doméstica y salvaje), al menos a nivel morfológico. Los estudios genéticos realizados sobre esta especie, y que serán presentados en este capítulo, confirman esta observación, ya que se ha documentado una escasa variabilidad genética en los individuos de Chaves.

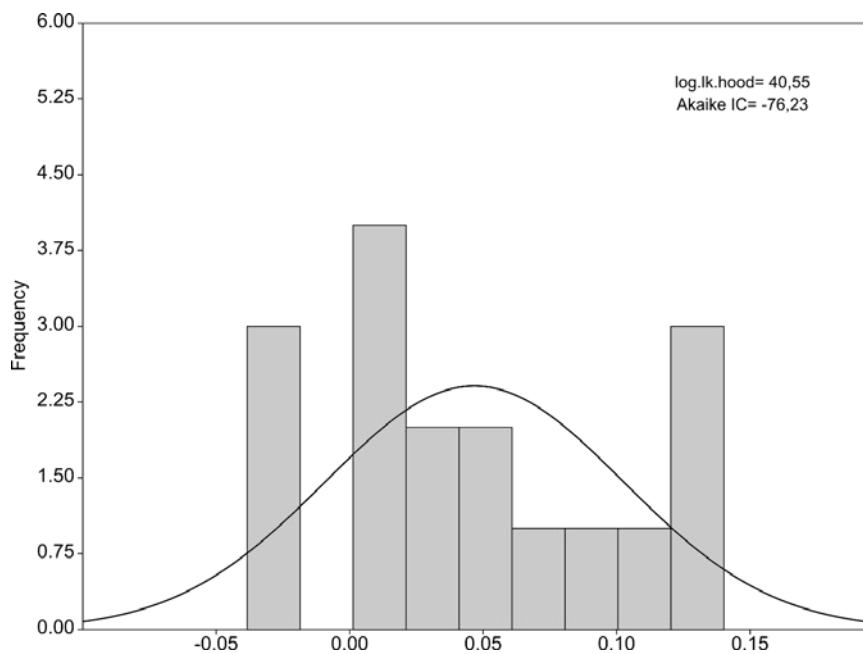


Figura 5.34: Log ratio de las medidas de bóvidos de Chaves

La presencia de todos los elementos esqueléticos, destacando mandíbulas, huesos largos y falanges, junto a la presencia de trazas correspondientes a todas las tareas de procesado, sobre todo de desmembrado y descarnado, permiten plantear una explotación completa de la especie en el propio yacimiento. La fracturación y la extracción de la médula es intensiva (20,7%), destacando el mayor grado de fracturación de los huesos largos como los húmeros, las pelvis, las tibias y los metapodos. Las fracturas oblicuas y las longitudinal-oblicuas predominan en la mayoría de huesos. Los huesos son fracturados a un cuarto de su longitud relativa y con circunferencias de $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ del resto completo.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Bostaurus	Md	Vert cervical	Cost	Pel	Sac	Esc	Hu	Ra	Ul	Mc	Fe	Ti	Tal	Centar	Mp	Fal
Despellejado																1
Evisceración	1		1													
Desmembrado				1	1	1				1	1		2	1		
Descarnado			2									1				
Fractura %	8	16.70	60	43		100	43	33	33	64	33	63			33	10
Longitudinal							1			1		1			1	
Oblicua			3	3			1		1	3						
Mixta							1	1		3	1	3				1
Trasversal	1	1				1										
Longitud (mm)						50	73	60	60	58	140	87.5			20	60
Long. relativa						1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	1/4 1/2			1/4	1
Circunferencia							1/4 1/2	1/4	1/2	1/4 1/2 1	1/2	1/4			1/4	1
Total	12	1	5	7	1	1	7	3	3	11	3	5	3	1	3	10

Tabla 5.63: Procesado entre los bóvidos de Chaves 1b

Las termoalteraciones están documentadas en el 24,2% de los elementos. Los colores que predominan son los marrones y los negros, con un 31 y un 34%, respectivamente. Estas coloraciones se corresponden con una menor temperatura y una menor exposición al fuego. Las coloraciones marrones suelen estar relacionadas con tareas de cocinado de los huesos mientras que las negras con tareas de gestión de los residuos.

	Marrón	Marrón-Negro	Negro	Negro-Gris	Gris	Gris-Blanco	n
<i>Bos taurus</i>	31%	22%	34%	3%	6%	3%	32

Tabla 5.64: Termoalteraciones de los bóvidos de Chaves 1b

El ciervo (*Cervus elaphus*) en Chaves está representado por 421 restos pertenecientes a 13 individuos, siendo la principal especie cazada en el Neolítico cardial de Chaves.

<i>Cervus elaphus</i>			
Asta	17	Metacarpo	21
Cráneo	7	Carpales	20
Maxilar	1	Fémur	27
Mandíbula	18	Rotula	3
Dientes sueltos	36	Tibia	36
Atlas	3	Maleolar	3
Axis	3	Metatarso	30
Vert. Cervical	11	Calcáneo	6
Vert. Torácica	10	Astrágalo	11
Vert. Lumbar	7	Centrotarsal	8
Costillas	3	Tarsales	5
Pelvis	9	Falange 1	20
Escapula	16	Falange 2	23
Húmero	21	Falange 3	7
Radio	19	Metapodo	4
Radio+Ulna	4		
Ulna	12	TOTAL	421

Tabla 5.66 Distribución anatómica de los restos de ciervo en Chaves.

Los perfiles de mortalidad del ciervo establecidos sobre los dientes (Fig. 5.35) muestran un predominio de la caza de animales mayores de los 4 años, aunque también se cazan algunos más jóvenes, incluso con escasos meses. Destaca la ausencia de animales cazados entre los 6 y los 12 meses. La fusión epifisaria sigue la misma tendencia, tan solo se documentan no fusionados elementos que no tienen una fusión tardía, como el fémur o la ulna. A partir de los elementos del esqueleto postcraneal sí que se observa la presencia de animales más jóvenes de los documentados por el desgaste dentario.

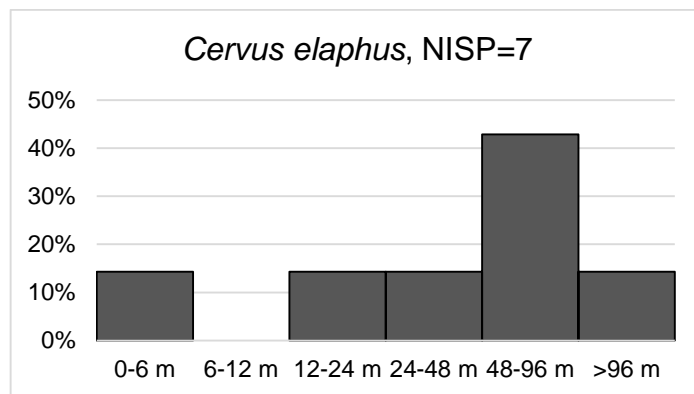


Figura 5.35: Histograma de edad del ganado vacuno a partir de los restos dentarios

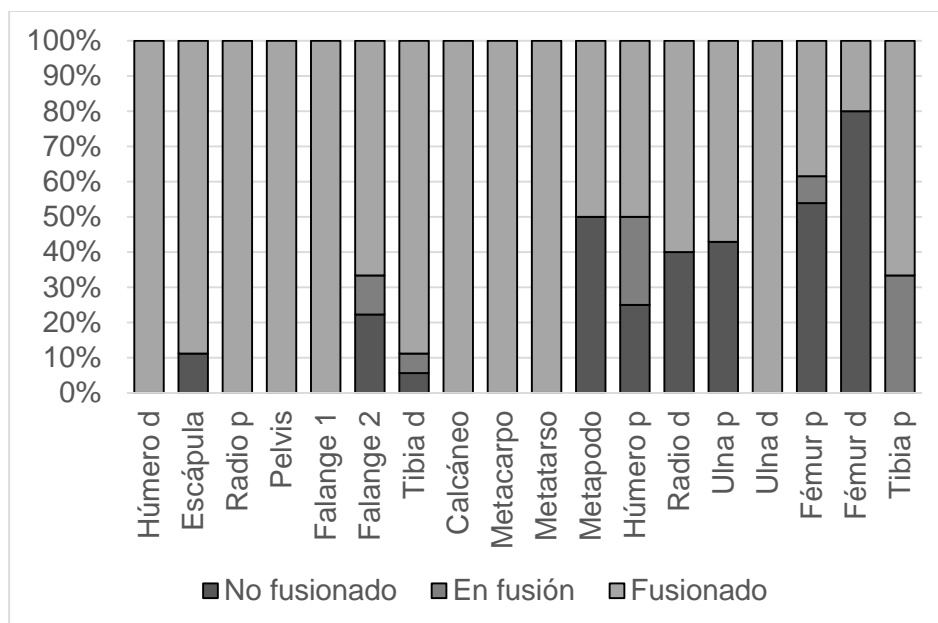


Figura 5.36: Edad de fusión de los huesos largos del ganado vacuno

En cuanto a la composición por sexos de la población cazada, la biometría permite distinguir dos poblaciones similares en talla (Fig. 5.37), una que pertenecería a las hembras y otra a los machos. La población de menor talla es más numerosa que la de mayor, lo que puede deberse a una mayor población de hembras que de machos. La presencia de otros elementos que caractericen la composición por sexos de la población es escasa debido a la fragmentación de los restos. Tan solo se ha documentado la presencia de astas, que pertenecerían a machos, pero que pudieron ser recogidas cuando los machos las mudan.

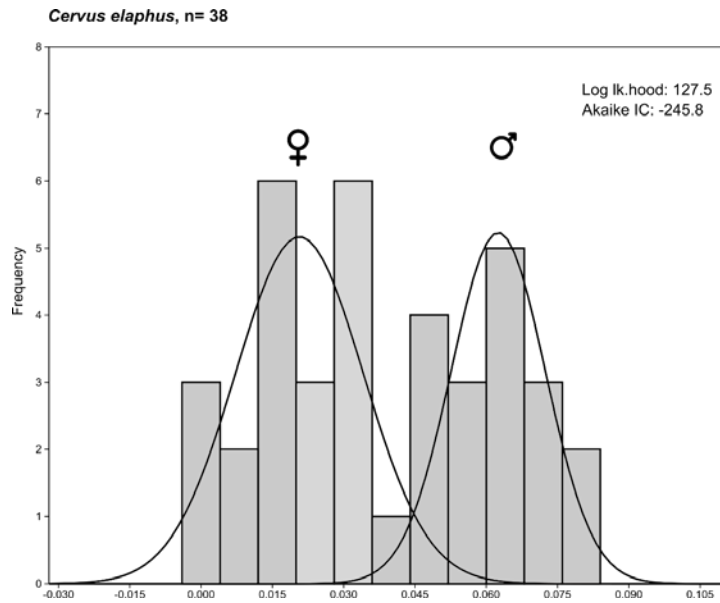


Figura 5.37: Log ratio de las medidas de los ciervos de Chaves

El predominio de las trazas relacionadas con tareas de desarticulado y preparación para el consumo va en la línea de una explotación de la carcasa completa en el yacimiento, al igual que las de descarnado. La fracturación y la extracción de la médula es intensiva (47%), destacando los huesos largos como los húmeros, los radios, los fémures, las tibias y los metapodos, incluso las falanges primeras y segundas. Las fracturas oblicuas y las longitudinal-oblicuas predominan en la mayoría de huesos, mostrando ciertos patrones estandarizados a la hora de explotar ciertos elementos esqueléticos. Los huesos son fracturados a 1/4 de su longitud relativa y con circunferencias de fractura de 1/2 de la diáfisis completa, lo que muestra una fracturación intensiva de los restos.

<i>Cervuselaphus</i>	Ast	At	Cr	Md	Vc	Vt	VI	Cost	Esc	Hu	Ra	Ra+uln
Despellejado				1								
Desarticulación			1	1	1		2	1	2	5	1	1
Descarnado											1	
Fractura %	5,90	33,30		7,7	27,3	10,0	14,3	50	56,3	95,2	94,7	75,0
Longitudinal									2	4	5	
Oblicua	1			1		1	1		7	7	1	
Mixta										9	12	3
Transversal		1			3			1				
Longitud (mm)	70	80		60	53,3	60	40	130	95,6	65	75,6	90
Longitud relativa										1/4	1/4-1/2	1/4
Circunferencia										1/2-1	1/2	1
Total	17	3		13	11	10	7	2	16	21	19	4

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

<i>Cervus elaphus</i>	Uln	Mc	Culn	Fe	Ti	Cal	Tal	Tcen	Mt	Fal	Fa2
Despellejado											
Desarticulación	3	2	1	4	2	3	4	5			
Descamado				1	1						
Fractura %	41,7	85,7		74,1	91,7	16,7		12,5	86,7	90,0	52,2
Longitudinal	3	4		4	6			1	9	1	2
Oblicua	1	2		9	9	1			1	7	6
Mixta	1	12		7	18				15	10	4
Transversal											
Longitud (mm)	74	62,8		65	81,2	50		30	81,2	33,3	25,8
Longitud relativa	1/4	1/4		1/4	1/4	1/2			1/4-1/2	1/2	1/4
Circunferencia	1/2-1	1		1/2	1/4-1/2-1	1			1/2	1	1
Total	12	21		27	36	6		8	30	20	23

Tabla 5.67: Evidencias de procesado en los ciervos de Chaves 1b. Se presenta duplicada debido a la variada representación anatómica de los restos localizados.

Las termoalteraciones están documentadas en un 33.3% de los elementos. Más de la mitad de elementos como el cráneo, la mandíbula o la escápula están termoalterados. Los colores que predominan son los marrones y los negros. La coloración marrón suele estar relacionada con tareas de cocinado, mientras que la coloración negra muestra una exposición directa, y durante más tiempo, al fuego. Las alteraciones térmicas se distribuyen por igual en todos los elementos esqueléticos (30-50%), sobre todo los huesos largos, siendo tan solo más numerosas en elementos craneales (58%) y mandibulares (77%).

	Marrón	Marrón-Negro	Negro	Negro-Gris	Gris	Gris-Blanco	Blanco
<i>Cervus elaphus</i>	45,00%	20,71%	29,29%	0,71%	2,86%	0,71%	0,71%

Tabla 5.64: Termoalteraciones del ciervo de Chaves 1b

El corzo (*Capreolus capreolus*) se encuentra representado en Chaves a partir de 34 restos de fauna pertenecientes al menos a 4 individuos.

Capreolus capreolus	
Cráneo+Asta	1
Maxilar	4
Mandíbula	5
Diente suelto	3
Axis	1
Escápula	1
Húmero	2
Radio	1
Radio+Ulna	1
Ulna	1
Carpal	1
Metacarpo	2
Tibia	6
Metatarso	1
Falange 1	1
Falange 2	2
Metapodo	1
Total	34

Tabla 5.65: Distribución anatómica de los restos de corzo en Chaves

El perfil de mortalidad de los corzos a partir de la erupción y el desgaste dentario (Fig. 5.38) muestra un dominio de los animales adultos abatidos, sobre todo los mayores de 81 meses, con individuos sacrificados entre los 12 y los 32 meses y entre los 32 y 60 meses. Todos los huesos representados están fusionados (Fig. 5.39), desde los que fusionan entre los 4 y los 6 meses, como la escápula, hasta los que fusionan a partir de los 15 meses, como la tibia proximal. Estos resultados son similares que los de aportados por los restos dentarios, no detectándose individuos menores de un año de edad. El hecho de que dominen los individuos adultos, a pesar de son los individuos menores de un año los que dominan las poblaciones salvajes (Schmölcke 2019), hace pensar en una posible selección humana.

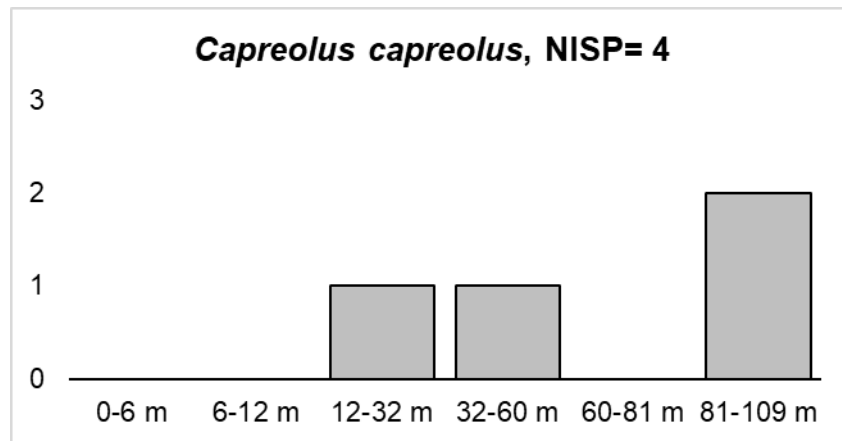


Figura 5.38: Histograma de edad de los corzos a partir de los restos dentarios

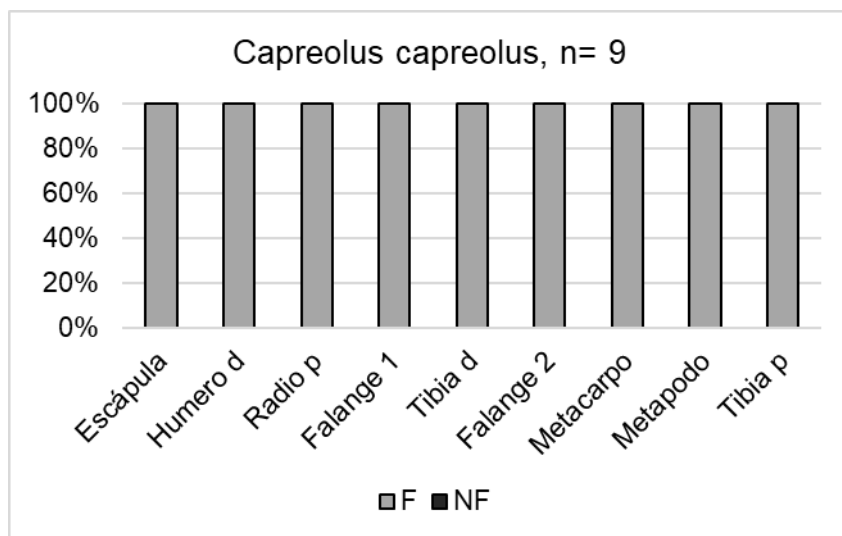


Figura 5.39: Edad de fusión de los huesos largos de los corzos

El predominio de las trazas relacionadas con tareas de desmembrado y preparación para el consumo parece corresponderse con una explotación de la carcasa completa en el yacimiento. La fracturación y la extracción de la médula es intensiva (29,4%), destacando los huesos largos como los húmeros y las tibias. Las fracturas oblicuas y las longitudinal-oblicuas predominan en la mayoría de huesos, mostrando patrones estandarizados a la hora de explotar ciertos elementos esqueléticos. Los huesos son fracturados a $\frac{1}{4}$ de su longitud relativa y con circunferencias de fractura de $\frac{1}{2}$ de la diáfisis completa, lo que muestra una fracturación intensiva de los restos. En cuanto a termoalteraciones, tan solo se ha observado un hueso con termoalteraciones de color marrón.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Capreolus capreolus	Ax	Esc	Hu	Ti	Mt	Fa2
Despellejado						
Evisceración						
Desmembrado		1	1		1	
Descarnado						
Fractura (%)	100		100	83	100	50
Longitudinal	1			1	1	
Oblicua			1	3		1
Mixta			1	1		
Longitud (mm)			60	84	80	10
Longitud relativa			1/2-1/4	1/2-1/4	1/2	1/4
Circunferencia			1/2	1/2-1/4	1/2	1
Total	1	1	2	6	1	2

Tabla 5.66: Procesado del corzo en Chaves

El équido (*Equus sp*) se encuentra representado por 3 restos pertenecientes a un único individuo de edad indeterminada.

<i>Equus sp</i>	
Carpal	1
Rotula	1
Sesamoideo	1
TOTAL	3

Tabla 5.67: Representación anatómica de los équidos en Chaves

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) se encuentra representado por 1.661 restos perteneciente a un total de 76 individuos.

<i>Oryctolagus cuniculus</i>			
Cráneo	50	Pelvis	146
Mandíbula	130	Sacro	5
Atlas	10	Fémur	84
Vert. Cervical	4	Tibia	118
Vert. Lumbar	50	Metatarso II	75
Costilla	86	Metatarso III	108
Escápula	106	Metatarso IV	70
Húmero	99	Metatarso V	86
Radio	98	Calcaneo	66
Ulna	107	Astrágalo	5
Metacarpo II	20	Falange 1	47
Metacarpo III	12	Falange 2	1
Metacarpo IV	19	Metapodo	59
Total	1.661		

Tabla 5.68: Representación anatómica del conejo en Chaves

La edad de los conejos se ha analizado a partir de la fusión de los huesos largos (Tabla 5.69). Esta fusión ha mostrado como entre el 56,8 y el 96,2% de los especímenes han sobrevivido a los 10 meses de edad, mostrando un dominio de los individuos adultos.

		No fusionado	En fusión	Fusionado
> 3 m	Húmero d	10.3%	0.0%	89.7%
	Radio p	1.1%	0.0%	98.9%
> 5 m	Tibia d	25.6%	0.0%	74.4%
	Ulna p	19.7%	0.0%	80.3%
	Fémur d	26.3%	0.0%	73.7%
>9-10 m	Fémur p	24.5%	0.0%	75.5%
	Húmero p	3.8%	0.0%	96.2%
	Radio d	9.1%	0.0%	90.9%
	Tibia p	43.2%	0.0%	56.8%
	Ulna d	32.1%	0.0%	67.9%

Tabla 5.69: Edad de fusión del conejo en Chaves

Las trazas de procesado son muy escasas, tan solo se han documentado dos, un 0,12% de los elementos. La fracturación intencionada se ha documentado en un 14,7% de los huesos de conejo, siendo muy variable entre huesos, ya que es alta para el caso de huesos largos como el húmero, el fémur y la tibia, y baja para otros huesos como la escápula, la pelvis o los metapodos. Los elementos termoalterados suponen un 18,2%

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

del total de elementos pertenecientes a esta especie. El porcentaje es variable entre distintos elementos, siendo abundante en los húmeros, las pelvis, los fémures y metapodos, y bajo entre las costillas, los metatarsos y las falanges.

	Fractura	NISP	%Fractura
ESC	10	112	8.9%
HU	42	108	38.9%
RA	20	117	17.1%
ULN	32	107	29.9%
PEL	19	146	13.0%
FE	35	84	41.7%
TI	61	130	46.9%
CAL	1	66	1.5%
MT	5	19	26.3%
MTII	2	75	2.7%
MTIII	13	108	12.0%
MTIV	1	70	1.4%
MTV	1	86	1.2%
MP	2	40	5.0%
Total	244	1661	14.7%

Tabla 5.70: Fracturas intencionadas del conejo en Chaves

	Termoalterados	NISP	%Termoalterados
CR	8	50	16.0%
MD	21	129	16.3%
AT	1	10	10.0%
VL	9	50	18.0%
COST	2	31	6.5%
ESC	20	112	17.9%
HU	37	109	33.9%
RA	19	117	16.2%
ULN	13	108	12.0%
MCIV	1	19	5.3%
PEL	39	147	26.5%
SAC	1	5	20.0%
FE	19	84	22.6%
TI	24	132	18.2%
MT	13	19	68.4%
MTII	10	77	13.0%
MTIII	19	111	17.1%
MTIV	12	73	16.4%
MTV	9	86	10.5%
CAL	16	67	23.9%
TAL	1	5	20.0%
MP	10	40	25.0%
FAI	2	48	4.2%
Total	308	1661	18.2%

Tabla 5.71: Termoalteraciones del conejo en Chaves

La presencia de estos patrones lleva a plantearnos cual fue el agente que aportó esta especie. Aunque este no era el objetivo principal de este trabajo y se propone la realización de estudios más específicos sobre este tema, teniendo en cuenta los criterios propuestos por Hockett (1995). En primer lugar, destaca la abundancia de individuos adultos, la mayor parte de los conejos mueren y son depositados a la edad adulta. Además, las termoalteraciones se documentan en un 18,2% de los elementos, siendo el porcentaje más alto en la mayoría de los huesos largos. Además, la mayoría de los elementos anatómicos corresponden con huesos largos, estando las tibias muy representadas (130), mientras que los elementos del esqueleto axial son más escasos. Por último, la presencia de fracturas intencionales y trazas de procesado también se documentan en esta especie. Todos estos aspectos se corresponderían con una acumulación antropogénica de la mayoría de los conejos de Chaves 1b, aunque no se puede descartar la presencia de animales aportados de forma natural.

La liebre (*Lepus capensis*) está representada en Chaves por 16 restos pertenecientes a 2 individuos adultos. Esta especie ha podido ser identificada respecto al conejo debido a su mayor talla.

<i>Lepus capensis</i>	
Húmero	1
Ulna	1
Pelvis	1
Tibia	2
Calcaneo	1
Metatarso II	2
Metatarso III	3
Metatarso IV	3
Falange 1	1
Falange 2	1
TOTAL	16

Tabla 5.72: Representación anatómica del conejo en Chaves

En Chaves 1b se documentan varias especies de carnívoros presentadas en la Tabla 5.73. La especie más representada es el tejón (*Meles meles*), con un 35 restos y 2 individuos. Los cánidos (*Canis sp*) están representados por 25 restos, correspondientes a 3 individuos. La escasez de restos no ha sido posible plantear si se trataba de animales domésticos y salvajes. El gato montés (*Felis sylvestris*) está representado por 10 restos pertenecientes a dos individuos. La garduña (*Martes foina*) está representada con 3

restos pertenecientes a un solo individuo. El zorro (*Vulpes vulpes*) está representado con 3 restos pertenecientes a un solo individuo.

	<i>Canis sp</i>	<i>Felis sylvestris</i>	<i>Martes foina</i>	<i>Meles meles</i>	<i>Vulpes vulpes</i>	Mustélidos
Cráneo			1	5		
Maxilar	3			1		
Mandíbula	5			2		
Diente suelto	12	1		5	2	
Atlas		1		2		
Vert. Cervical	1					
Escápula				1		
Húmero				3		
Radio			1			
Ulna			1	1		
Metacarpo II				1		
Metacarpo III				2		
Metacarpo IV				4		
Metacarpo V				2		
Pelvis		2				
Fémur	2	2			1	
Tibia		3				1
Metatarso II				1		
Metatarso III	1			2		
Metatarso IV				1		
Metatarso V				1		
Metapodo	1					
Falange 1		1				
Falange 2				1		
TOTAL	25	10	3	35	3	1

Tabla 5.73: Distribución anatómica de los carnívoros en Chaves

- Procesado de la fauna del nivel 1b (Neolítico cardial) de Chaves

Con el objetivo de analizar las diferentes estrategias de procesado de los ungulados de Chaves, se han comparado los datos pertenecientes a las principales especies de ungulados tanto salvajes como domésticos. Las trazas de procesado han sido documentadas en todas las especies analizadas (Tabla 5.106), sobre todo las marcas relacionadas con tareas de desmembrado. Destaca su presencia en las articulaciones de las extremidades, como es el caso de los húmeros, radios, fémures o astrágalos. En cambio, estas marcas son escasas en las falanges. No se observan diferencias significativas en los modos de procesado según las trazas.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

TRAZAS PROCESADO	<i>Capra pyrenaica</i>		<i>Cervus elaphus</i>		<i>Ovis/Capra</i>		<i>Sus sp</i>		<i>Bos taurus</i>	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Húmero	2	15.4	5	23.8	12	11.7	12	44.4		
Radio	2	18.2	2	10.5	8	4.2	4	13.3		
Metacarpo			2	9.5	5	4.3			1	9.1
Fémur	4	23.5	5	18.5	6	54.5			1	33.3
Tibia			3	8.3	3	13.6			1	20.0
Metatarso					4	3.1				
Astrágalo	1	14.3	4	36.4	7	7.1	4	36.4	2	100
Falange I					1	0.7			1	10.0

Tabla 5.74: Trazas de procesado de los ungulados (cabra montés, ciervo, ovicápridos, suidos y bóvidos) de Chaves.

Sí que se han observado diferencias en la forma de explotar las principales especies de ungulados en la fracturación de los huesos largos. Por esa razón, han sido comparados de forma individual. El húmero es fracturado de forma intensiva, sobre todo en las especies salvajes como la cabra montés y el ciervo, dominando las fracturas oblicuas en especies como los ovicápridos y los suidos, mientras en los animales salvajes las fracturas son oblicuas o longitudinales oblicuas. También se observa que la circunferencia de la fractura es diferente entre los animales salvajes, los suidos y los ovicápridos, conservándose las diáfisis completas.

FRACTURAS	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos taurus</i>
HÚMERO	13	21	103	27	7
Fractura	92.3%	95.2%	57.28%	52%	43%
Longitudinal	1	4	11		1
Oblicua	5	7	29	9	1
Mixta	6	9	18		1
Transversal			1		
Longitud (mm)	47.7	65	44.75	57	73
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Circunferencia	1/2-1	1/2-1	1	1/2-1	1/4-1/2
RADIO	11	19	190	30	3
Fractura	81.8%	94.7%	49.47%	50%	33%
Longitudinal	3	5	23		
Oblicua	2	1	17	7	
Mixta	3	12	52	5	1
Transversal			1		
Longitud (mm)	60.9	75.6	55.16	61	60
Longitud relativa	1/4-1/2	1/4-1/2	1/4	1/4-1/2	1/4
Circunferencia	1/2	1/2	1/2	1/2-1	1/4
METACARPO	13	21	115	11	13
Fractura	69.2%	85.7%	66.95%	64%	69.2%
Longitudinal	2	4	21	1	2
Oblicua	2	2	20	3	2
Mixta	4	12	38	3	4
Transversal	53.1	62.8	49.24	58	53.1
Longitud (mm)	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4	1/4
Longitud relativa	1/2	1	1/4-1/2-1	1/4-1/2-1	1/2
Circunferencia	13	21	115	11	13

Tabla 5.75: Fracturación de húmeros, radios y metacarpos de diversos ungulados en el Neolítico antiguo de Chaves

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

FRACTURAS	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos taurus</i>
FÉMUR	17	27	89	11	3
Fractura	76.5%	74.1%	47.78%	18%	33%
Longitudinal	2	4	8		
Oblicua		9	20	2	
Mixta	8	7	12		1
Transversal			3		
Longitud (mm)	47.6	65	61.16	60.5	140
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4	1/2
Circunferencia	1/2	1/2	1/4-1/2-1	1	1/2
TIBIA	15	36	138	22	5
Fractura	93.3%	91.7%	61.59%	32%	63%
Longitudinal	3	6	30		1
Oblicua	4	9	24	6	
Mixta	7	18	30		3
Transversal			1		
Longitud (mm)	7.3	81.2	62.47	73	87.5
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4-1/2-3/4	1/4-1/2
Circunferencia	1	1/4-1/2-1	1	1	1/4
FALANGE 1	29	20	151	36	10
Fractura	82.8%	90.0%	58.28%	36%	10%
Longitudinal	8	1	32	5	
Oblicua	7	7	32	6	
Mixta	6	10	24	2	1
Transversal					
Longitud (mm)	29.3	33.3	22.18	27.5	60
Longitud relativa	1/2	1/2	1/2	1	1
Circunferencia	1/2-1	1	1	1/2-1	1

Tabla 5.76: Fracturación del fémur, tibia y falange 1 de diversos ungulados en el Neolítico antiguo de Chaves

Por último, las termoalteraciones son muy variables entre las principales especies de ungulados. Resulta llamativo el bajo porcentaje de restos termoalterados que se documentan en los ovicápridos domésticos. En cambio, otras especies como los bóvidos si que tienen un mayor número de elementos termoalterados. Los suidos también tienen un alto porcentaje de restos termoalterados. Aunque son las especies de ungulado salvaje más representadas en Chaves las que tienen un mayor porcentaje de restos quemados. Como hemos visto en todas las especies, la mayoría de estas termoalteraciones tienen colores marrones y negros, correspondientes a un periodo corto de exposición al fuego. Estas coloraciones han sido interpretadas como relacionadas con tareas de cocinado para el caso de los colores marrones y de gestión de los residuos para los negros. Por tanto, las diferencias en el número de huesos quemados entre las especies salvajes y las domésticas, sobre todo los ovicápridos, puede tener implicaciones económicas, sociales o ideológicas para las sociedades campesinas que ocuparon Chaves.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Especie	NISP termoalterado	NISP	%NISP termoalterado
<i>Ovis/Capra</i>	337	3285	10.3%
<i>Bos taurus</i>	32	132	24.2%
<i>Sus sp</i>	150	814	18.4%
<i>Capra pyrenaica</i>	79	202	39.1%
<i>Cervus elaphus</i>	140	421	33.3%
<i>Capreolus capreolus</i>	2	34	5.9%

Tabla 5.77: Termoalteraciones en los diversos ungulados en el Neolítico antiguo de Chaves.

Los resultados presentados en esta sección serán integrados junto al resto de analíticas aplicadas para este yacimiento y serán discutidas en el capítulo 6. Por esa razón, no se realiza aquí una síntesis de los resultados obtenidos para Chaves, ya que ya se realizará en conjunto con el resto de resultados obtenidos para este sitio.

5.1.3 Resultados de la Espluga de la Puyascada

El conjunto faunístico analizado en Puyascada se compone de los restos localizados en los tres sondeos con resultado positivo. Se trata de un total de 12 m² excavados. Por esta razón, debemos ser cautelosos con las interpretaciones realizadas debido a la parcialidad de la muestra. No se documentaron elementos no identificables, por lo que es de suponer que se realizó una selección del material, lo que también puede introducir parcialidad a la muestra.

PUYASCADA	Cata 1	Cata 3	Cata 4	NISP		NMI	
				Nº	%	Nº	%
<i>Bostaurus</i>	11	18	11	40	19,5	3	15,0
<i>Ovis/Capra</i>	10	65	19	91	44,4	4	20,0
<i>Ovis aries</i>	10	21	2	33	16,1	5	25,0
<i>Capra hircus</i>	3	6		9	4,4	2	10,0
<i>Sus domesticus</i>	5	9	2	16	7,8	2	10,0
<i>Capra pyrenaica</i>		1		1	0,5	1	5,0
<i>Cervus elaphus</i>	1	11		12	5,9	2	10,0
<i>Capreolus capreolus</i>		3		3	1,5	1	5,0
Total				205		20	

Tabla 5.78: Representación taxonómica de Puyascada

Durante el Neolítico antiguo de la Espluga de la Puyascada los restos de animales domésticos son cuantitativamente más importantes de los correspondientes a animales salvajes (92.2% de animales domésticos). Los ovicápridos domésticos son los principales componentes de la cabaña ganadera (64,9%), destacando las ovejas sobre las cabras con una frecuencia de 4:1. Las ovejas vienen seguidas del ganado vacuno con un 19,5% y del porcino con un 7,8%.

Los **ovicápridos** dominan el rebaño doméstico (70.4% de la cabaña). Estos rebaños parecen estar compuestos mayoritariamente por **ovejas**, que están representados en una proporción 4:1 respecto a las **cabras** en el NISP, cuando ha sido posible diferenciar ambas especies. Esta proporción decrece cuando tratamos individuos (11 en total): 4 pertenecen a *Ovis/Capra*, 5 a *Ovis aries* y 2 a *Capra hircus*.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

	<i>Ovis aries</i>	<i>Capra hircus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	Total
Clavija	2			2
Cráneo			1	1
Maxilar			2	2
Mandíbula	2	2	2	6
Dientes sueltos	6	1	25	32
Axis			1	1
Vert. cervical			4	4
Vert. torácica			9	9
Vert. lumbar			3	3
Costillas			1	1
Escápula			1	1
Húmero	4	1	10	15
Radio	2	1		3
Ulna			2	2
Metacarpo	4		2	6
Pelvis			7	7
Fémur			9	9
Tibia	2		2	4
Calcáneo	1			1
Astrágalo	5			5
Centrotarsal			1	1
Metatarsos	1		2	3
Metapodio			1	1
Sesamoideos			1	1
Falange 1		4	5	9
Falange 2	4			4
Total	33	9	91	133

Tabla 5.79: Distribución anatómica de los ovicápridos de Puyascada

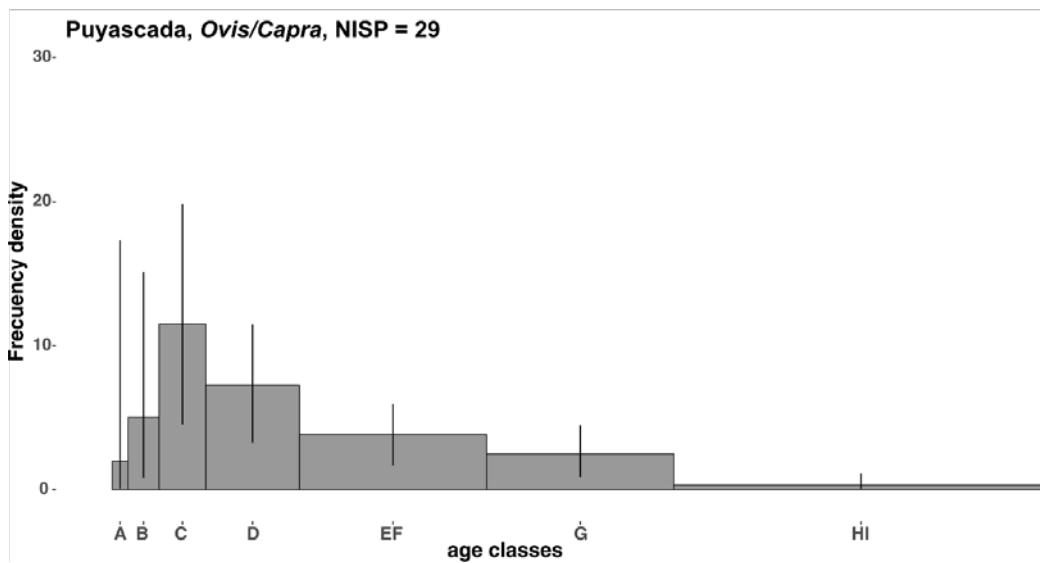


Figura 5.40: Histograma de edad de los ovicápridos de Puyascada

El conocimiento de producción ganadera de las ovejas y las cabras está limitado por la imposibilidad para obtener un histograma de edad para cada una de las especies por separado, aunque se ha podido obtener un histograma conjunto para ambas especies, lo que supone una limitación a la hora de conocer los productos explotados en cada una de las especies (Fig. 5.40). La muestra de restos dentarios es escasa (NISP=29) respecto a otros sitios de la Península Ibérica, por lo que ha sido necesario utilizar los dientes superiores y los inferiores para establecer este cálculo. El histograma muestra que la mayoría de los animales fueron sacrificados entre los 6 y los 48 meses, lo que se corresponde con los estadios C (6-12 meses), D (12-24 meses) y EF (24-48 meses) de Payne (1973).

No se observan diferencias entre el perfil calculado con los restos dentarios y el perfil obtenido analizando la fusión epifisaria. A partir de entre los 30 y 48 meses el número de individuos sacrificados antes de la fusión aumenta, es decir, mueren antes de llegar a esta edad. Esto sigue la misma dinámica que muestran los restos dentarios. Los individuos sacrificados a partir de los 48 meses podrían corresponder a la clase G (48-72 meses) del histograma de edad. Cabe destacar que a pesar de que no aparezcan individualizados ni en el histograma ni en el gráfico de fusión, se documenta la presencia de al menos cuatro restos de ejemplares fetales y dos de neonatos. En cuanto a la composición de los rebaños por sexos, tan solo dos restos han podido ser identificados, perteneciendo ambos a hembras. Con todos estos datos, se puede interpretar que la producción fundamental de los caprinos domésticos de Puyascada es la cárnica, con individuos sacrificados entre los 6 y los 24 meses (clases C y D), pero también parece que la leche ha sido explotada debido a la presencia de animales muy jóvenes y entre 24 y 72 meses (Payne 1973; Helmer et al. 2007; Vigne y Helmer 2007).

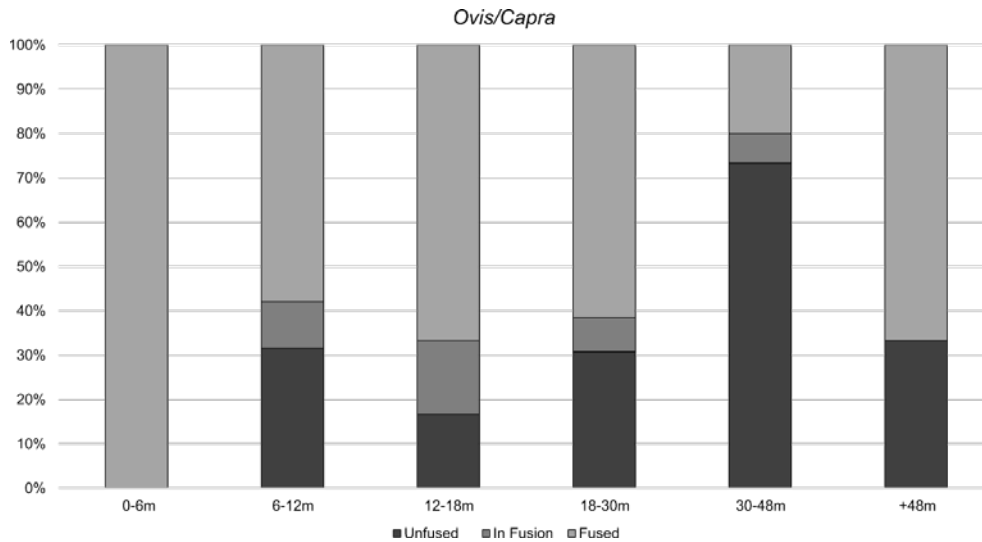


Figura 5.41: Fusi3n epifisaria de los ovic3pidos de Puyascada

La edad de estos animales permite intentar establecer la estacionalidad de ocupaci3n: ovejas y cabras son especies con una marcada estacionalidad que permite el nacimiento de sus crías en el periodo más propicio para su supervivencia, lo que en climas templados correspondería con finales del invierno e inicios de la primavera (Balasse y Tresset 2013, Chemineau et al. 2008). Este periodo de nacimientos se ha visto confirmado para la Prehistoria segun han mostrado los análisis de is3topos de oxígeno en ovejas neolíticas (Balasse et al. 2017, Sierra et al. en preparaci3n). Basándonos en estos datos y la edad de muerte o sacrificio de los caprinos dom3sticos de Puyascada, podemos reconstruir hipot3ticamente el periodo de ocupaci3n del sitio. La presencia de individuos fetales, neonatos y de entre 2 y 6 meses de edad permite plantear una ocupaci3n de la cueva al final del invierno, la primavera y mediados del verano. Adem3s, la ausencia de picos de mortalidad o de un perfil de mortalidad truncado, que se correspondería con una ocupaci3n especializada o estacional (Vigne y Helmer 2007; Br3hard et al. 2010) permite plantear una ocupaci3n más permanente o no marcadamente estacional.

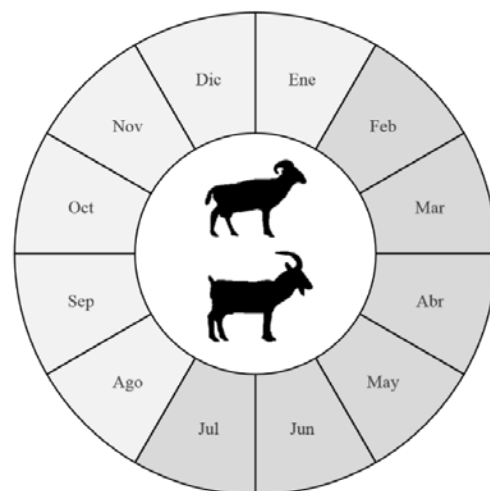


Figura 5.42: Estacionalidad de ovejas y cabras

El procesado de los ovicápridos domésticos se llevó a cabo en el propio yacimiento como indica la presencia de todas las partes anatómicas, destacando el número de dientes aislados y falanges, elementos de los que no se puede obtener apenas contenido cárnico. La presencia de un número abundante de otros elementos como vértebras, húmeros o fémures también encaja con este tipo de explotación. La presencia de marcas de despellejado y, sobre todo, de desmembrado implica que una parte importante del proceso se realizó en el sitio. La fracturación para la obtención de la médula ósea (16.5%) es frecuente, sobre todo en algunos huesos largos (húmero, radio, ulna, metacarpo, fémur) y seguía unos patrones oblicuos, sobre todo en el húmero y en el radio. Las longitudes relativas y las circunferencias muestran que la explotación no era intensa, ya que la mayoría de los huesos largos tienen circunferencias completas. Por último, las termoalteraciones son escasas, afectan al 7.5% del total, destacando la coloración marrón de la mayoría de los restos y con algunos parcialmente quemados, lo que puede deberse bien a prácticas de cocinado.

Ovis/Capra MARCAS	Md	Pel	Hu	Ra	Ul	Mc	Fe	Ti	Tar	Mt	Fa
Despellejado						1				1	
Desmembrado	1		3					1	1		
Fracturas (%)		29	64	67	50	50	33	25			8
Longitudinal											
Oblicua		2	8	2	1	2	1	1			1
Mixta			1			1	2				
Longitud (mm)			40-50	50	80	20-40-50	20-50-60	50-120			10
Longitud relativa			1/4-1/2	1/4-1/2	1/2	1/4	1/4	1/4-1/2			1/2
Circunferencia			1	1	1	1	1/2	1			1
Total	6	7	14	3	2	6	9	4	7	3	13

Tabla 5.80: Procesado y fracturación de los ovicápridos de Puyascada

TERMOALTERACIONES	Quemado	Total	% Quemado
Ovis/Capra	4	91	4%
Ovis aries	5	33	15%
Capra hircus	1	9	11%
Total	10	133	7.5%

Tabla 5.81: Termoalteraciones de los ovicápridos de Puyascada

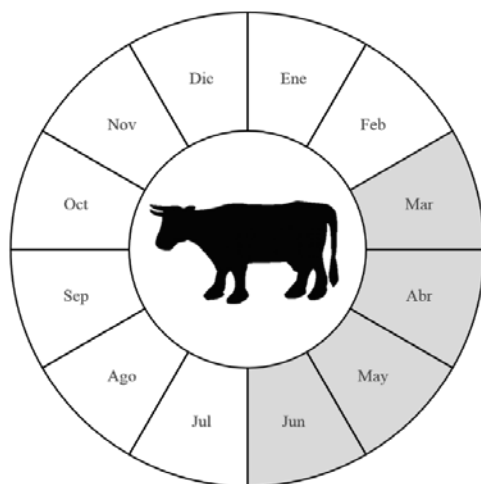
Bos taurus es la siguiente especie más numerosa (21.2% de la cabaña doméstica), tras los ovicaprinos en general, y posiblemente por encima de las cabras. Presenta un NISP

de 40 y un total de 3 individuos individualizados, de diferentes edades: 0-1, 20-24 y 24-30 meses (Fig 5.43).

Bos taurus			
Cráneo	4	Esternón	1
Mandíbula	2	Vertebra torácica	2
Dientes aislados	6	Pelvis	2
Escápula	1	Tibia	1
Radio	2	Astrágalo	1
Ulna	2	Falange 1	4
Metacarpo	3	Falange 2	5
Carpal II-III	1	Falange 3	3
Total	40		

Tabla 5.82: Distribución anatómica de los bóvidos de Puyascada

La producción ganadera de los bóvidos en Puyascada es difícil de caracterizar debido a la escasez de individuos, pero se pueden detectar algunas tendencias. Se documenta un individuo correspondiente a un ejemplar neonato (0-1 meses). Los otros dos individuos identificados, con edades de 20-24 y 24-30 meses estarían relacionados con la producción cárnica, ya que entre los 2 y los 4 años se alcanza el óptimo cárnico teórico en los bóvidos (Helmer 1992; Blaise 2009). La presencia de un bóvido neonatal permite sugerir el periodo durante el que fue ocupado el yacimiento (estacionalidad): aunque la reproducción de esta especie no es estacional como en el caso de los ovicaprinos domésticos, los nacimientos suelen producirse en el momento del año en el que mayor



cantidad de comida se encuentra disponible (Balasse y Tresset 2007), que en latitudes templadas se corresponden con el final del invierno, la primavera y el inicio del verano (Towers et al. 2014; Gillis et al. 2016). Por ello, la presencia de un individuo neonato en Puyascada nos lleva a plantear que el sitio podría ser ocupado entre los meses de marzo y junio. De todas formas, este hecho será debatido al final del capítulo.

Figura 5.43: Estacionalidad de los bóvidos de Puyascada

Los huesos que han permitido llevar a cabo su análisis biométrico son pocos, los resultados obtenidos con esta operación indican que se trata probablemente de animales

domésticos: las falanges se distribuyen entre los ejemplares de bóvidos domésticos bóvidos domésticos de La Draga (Saña 2011), incluso con menor talla, y lejos de los uros de Mendandia (Castaños 2006) (Fig. 5.44).

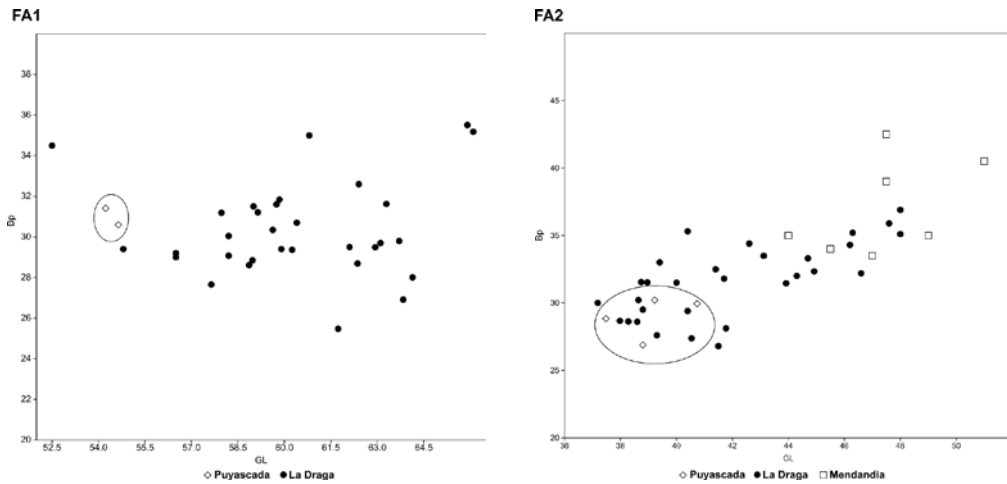


Figura 5.44. Comparación de los uros de Puyascada con La Draga (izda.) y con la Draga y Mendandia

En cuanto al procesado, se documenta la presencia de todas las partes anatómicas, tanto la cabeza como las extremidades, lo que puede relacionarse con de la carcasa entera en el asentamiento. Solamente se observa una sobrerrepresentación de los dientes sueltos, lo que puede deberse a una mejor conservación de este tipo de restos debido a su fracción mineral. También destaca la presencia de un gran número de falanges, lo que puede deberse a que son más numerosas en el esqueleto, a su mayor robustez y a la escasez de fracturación de las mismas (solo un 11%). Las trazas de procesado son escasas, tan solo se ha localizado una en una vértebra torácica que ha relacionado con tareas de desmembrado. La fracturación es intensa, con un 25% de los restos fracturados. La mayoría de las fracturas son oblicuas o mixtas (longitudinal-oblicua), con longitudes relativas por debajo de la mitad del hueso completo. El 10% de los huesos están termoalterados, con coloraciones marrones y negras.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Bos taurus MARCAS	Mandíbula	Pelvis	Radio	Ulna	Metacarpo	Vért. torácica	Tibia	Falange
Despellejado								
Evisceración								
Desmembrado						1		
Descarnado								
Fracturas (%)	100	50	100	100	67		100	11
Longitudinal					1			
Oblicua	1		1	1			1	
Mixta		1	1	1	1			1
Longitud (mm)			80-90	20-90	60-80		50	30
Longitud relativa			1/4	1/4	1/4-1/2		1/4	1/2
Circunferencia			1/2-100	1/4-100	1/4-100		100	1/2
Total	1	2	2	2	3		1	9

Tabla 5.83: Procesado y fracturación de los bóvidos de Puyascada

El cerdo (*Sus domesticus*) es la especie doméstica menos abundante en Puyascada, con 16 restos, lo que corresponde al 8.5% de la cabaña. Se trata de dos individuos, uno de aproximadamente un mes y otro mayor de 24 meses.

<i>Sus domesticus</i>	
Cráneo	1
Maxilar	1
Mandíbula	1
Dientes sueltos	2
Húmero	2
Vert. cervical	1
Astrágalo	1
Falange 1	1
Falange 2 acc	3
Falange 3	3
Total	16

Tabla 5.84: Representación anatómica del *Sus domesticus* en

Puyascada

La producción ganadera porcina es difícil de caracterizar debido a la escasez de restos: el individuo de un mes pudo haber muerto por causas naturales al poco tiempo de nacer, y el mayor de los 24 meses, podría estar vinculado a la reproducción.

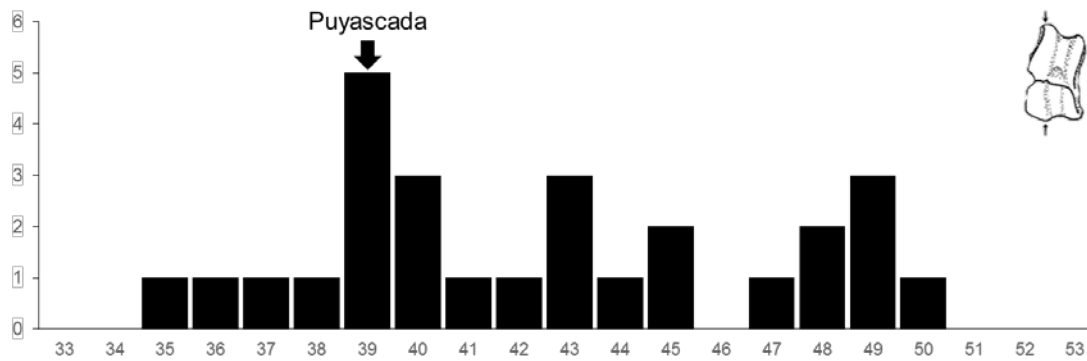


Figura 5.45: Medidas de astrágalo de yacimientos mesolíticos y neolíticos. Flecha muestra la posición de Puyascada

Con tan pocos restos de cerdo, las medidas son escasas, pero indican el estatus doméstico de la especie. En la Fig. 5.45 se pueden observar las medidas de GLI del astrágalo de suido de distintos yacimientos mesolíticos y neolíticos de la Península Ibérica: el astrágalo de Puyascada se sitúa entre las medidas de cerdo de cronología neolítica y por debajo de las medidas de jabalí del Mesolítico.

El procesado y la preparación para el consumo del cerdo debió hacerse en el sitio, como indican la presencia de restos de todas las partes anatómicas, destacando la presencia de dientes sueltos y falanges; y la única de corte para desmembrar en una vértebra cervical. Este perfil anatómico puede estar relacionado con una preservación diferencial o con una gran fracturación de esta especie.

<i>Sus domesticus</i> MARCAS	Mandíbula	Vértebra cervical	Falange
Desmembrado		1	
Fractura (%)	100		100
Transversal	1		
Mixta			1
Longitud (mm)			30
Longitud relativa			100
Circunferencia			1/2
Total	1		1

Tabla 5.85: Procesado sobre *Sus domésticos* en Puyascada

El ciervo (*Cervus elaphus*) está representado con un total de 12 restos, lo que supone un 5,9% de los representados en Puyascada. Es la principal especie cazada, por delante del corzo y la cabra montés. Se trata de dos individuos, uno de entre 15 y 18 y otro mayor de 42 meses. Aunque los restos son escasos, se observa la representación de todas las partes anatómicas, con el predominio de elementos craneales. También se debe

destacar la baja presencia de restos de las extremidades, que puede tener implicaciones culturales, pero deberse también a la parcialidad de la muestra.

<i>Cervus elaphus</i>	
Asta	2
Dientes sueltos	4
Metacarpo	1
Carpal intermedio	1
Vertebra torácica	1
Fémur	1
Falange 1	1
Falange 2	1
Total	12

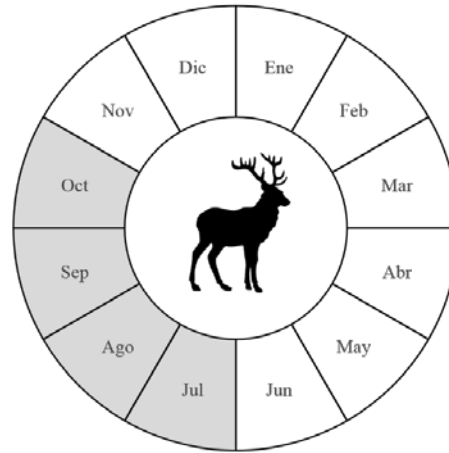


Tabla 5.86: Restos de ciervo en Puyascada

Figura 5.46: Estacionalidad del ciervo

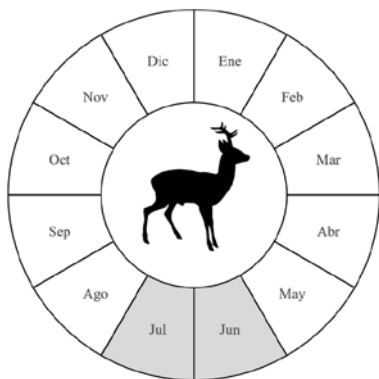
La presencia del individuo cazado entre los 15 y 18 meses permite estimar el momento de su caza. Los ciervos en la Península Ibérica nacen a mediados de primavera (mayo) (Carranza 2017), por lo que la caza tuvo que ser en los meses de verano o inicios de otoño (julio-octubre) (Fig. 5.46). Este dato, junto al transporte al yacimiento de los individuos completos, permite concluir que el yacimiento fue ocupado probablemente durante esos meses.

<i>Cervus elaphus</i>	Metacarpo	Fémur	Falange 1
FRACTURAS			
Fractura (%)	100	100	100
Longitudinal	1		1
Oblicua		1	
Longitud (mm)	20	30	40
Longitud relativa	1/4	1/4	3/4
Circunferencia	1/4	1/2	1/2
Total	1	1	1

Tabla 5.87: Procesado sobre ciervo en Puyascada

No se han detectado trazas antrópicas en la superficie de los huesos, pero sí de fracturación intencionada en el 25% de los restos. Aunque son pocas, debido a la escasez de restos de ciervo en general, parece que los ciervos fueron explotados especialmente para obtener la medula ósea, como muestra la fracturación de una falange (Llorente et al. 2014), y la termoalteración (en negro) de solo 2 huesos (16.7%).

El corzo (*Capreolus capreolus*) está representado por un total de 3 restos (diente, tibia y metapodio), que suponen el 1.5% del NISP total. Se trata de un único individuo de unos 15 meses. La escasez de restos impide identificar patrones de transporte para esta especie, pero su edad permite calcular la fecha aproximada en la que fue cazado. La estacionalidad de nacimiento del corzo para la Península Ibérica se sitúa a medidas de la primavera (abril-mayo) (Mateos-Quesada y Salvador Milla 2017), por lo que el individuo debió ser abatido a finales de primavera e inicios del verano (junio-julio).



Capreolus capreolus	Metapodio	Tibia
FRACTURAS		
Fractura (%)	100	100
Oblicua		1
Mixta	1	
Longitud (mm)	20	50
Longitud relativa	1/4	1/2
Circunferencia	1/2	100
Total	1	1

Figura 5.47: Estacionalidad según el corzo, y Tabla 5.88: Evidencias de procesamiento del mismo

Capreolus capreolus	Metapodio	Tibia
FRACTURAS		
Fractura (%)	100	100
Oblicua		1
Mixta	1	
Longitud (mm)	20	50
Longitud relativa	1/4	1/2
Circunferencia	1/2	100
Total	1	1

Tabla 5.89: Fracturación de los restos de corzo

Los muy escasos restos de corzo sugieren un procesamiento intensivo: aunque no se han detectado marcas de herramientas, 2 de los 3 restos presentan fracturas de origen antrópico, y un resto está termoalterado con color marrón y negro.

La cabra montés (*Capra pyrenaica*) está representada por un solo resto, concretamente un calcáneo, que ha podido ser distinguido tanto morfológicamente como por talla, siendo mucho más grande que los caprinos domésticos, siendo su edad estimada entre los 48 y los 60 meses.

- La gestión de la fauna doméstica y salvaje en Puyascada.

A pesar de la escasez y la parcialidad de la muestra procedente de tan solo 3 catas, se puede concluir que la Espluga de la Puyascada fue un yacimiento donde se practicó una producción ganadera centrada en los caprinos domésticos, y más concretamente en la oveja. La carne era el principal producto explotado en todas las especies que componían la cabaña, siendo el ganado vacuno el de mayor aporte. El perfil de mortalidad de los caprinos domésticos permite plantear, además, la explotación de la leche como producto complementario a la carne (Sierra et al. en prensa), si bien, para confirmar esta producción láctea convendría realizar un análisis de residuos cerámicos como los efectuados en otros yacimientos del periodo (Cueva de l'Or: Martí Oliver et al. 2009); Can Sadurní: Debono Spiteri et al. 2016; Reina Amália; Breu 2015). La caza, aunque cuantitativamente presenta menor importancia, también debía aportar una importante cantidad de carne y materias primas (destaca la presencia de dos fragmentos de asta).

Resulta llamativa la cantidad relativa de restos de animales domésticos de pocas semanas de edad que se han encontrado en Puyascada. Su mortalidad parece deberse más a causas naturales que a una pauta humana de explotación de individuos recién nacidos. La mortalidad neonatal en animales domésticos varía según regiones, pero puede superar el 25% (Mellor y Stafford 2004). Las causas pueden ser muy variadas: hipotermia por las condiciones climáticas, una dieta deficiente de la madre, la ausencia de vínculo materno-filial, por infecciones o por lesiones (Mellor y Stafford 2004). Este tipo de mortalidad ha sido detectada en diferentes especies domésticas durante el Neolítico antiguo en la Península Ibérica (Saña 2011; Martín 2015; Gillis et al. 2016), que se ha relacionado con una climatología desfavorable, caracterizada por la humedad (Gillis et al. 2016). Estas condiciones climáticas han sido detectadas también en el Pirineo central durante este periodo (González-Sampériz et al. 2017). La propia situación del yacimiento pudo intervenir: Puyascada se encuentra a más de 1300 m, por lo que recrudescimientos tardíos de las condiciones climáticas en momentos avanzados de la primavera pudieron comprometer la supervivencia de los animales recién nacidos.

	Carne	Leche	Fibras
<i>Bos taurus</i>			
<i>Ovis/Capra</i>			
<i>Sus domesticus</i>			

Tabla 5.90: Productos explotados en Puyascada

El procesado y la preparación para el consumo de cada una de las especies se llevó a cabo en el propio sitio, como indica la variabilidad anatómica documentada y las trazas de desmembrado y pautas de fracturación. Pero parece que cada especie fue explotada con diferente intensidad como demuestra la presencia desigual de marcas de estas tareas sobre el hueso. Los caprinos domésticos tienen más marcas de corte que el resto de especies domésticas pero sus huesos fueron menos fracturados que los del ganado vacuno, tanto en porcentaje de fracturas (17.3% para *Ovis/Capra* frente a 25% de *Bos taurus*) como en la longitud relativa y la circunferencia que dejaban las fracturas en los huesos. El ganado porcino es la especie menos abundante entre las domésticas, lo que puede estar relacionado con la escasez de restos con un alto contenido cárnico. Los animales cazados sí que son intensamente explotados, presentando un mayor porcentaje de huesos fracturados, y longitudes y circunferencias más pequeñas, aunque debe tenerse en cuenta la escasez de restos de estas especies. En general, se observa una tendencia a una mayor explotación para la obtención de la médula de los animales de talla más grande, sobre todo el ganado vacuno y el ciervo. Esto puede deberse a que el mayor tamaño de los huesos de estos animales los hace más atractivos como fuente de grasa (Marshall y Pilgram 1991) o a que necesitan ser fracturados más intensamente durante el procesado.

	Trazas		Fracturas antrópicas	
	N	%	N	%
<i>Bos taurus</i>	1	2,5	10	25,0
<i>Ovis/Capra</i>	8	6	12	13,2
<i>Ovis aries</i>			10	30,3
<i>Capra hircus</i>			1	11,1
<i>Sus domesticus</i>	1	6,25	2	12,5
<i>Cervus elaphus</i>			3	25,0
<i>Capreolus capreolus</i>			1	33,3

Tabla 5.91: Trazas y fracturas intencionales de las diferentes especies de Puyascada

	HUESOS FRACTURADOS							
	Longitud relativa				Circunferencia			
	1/4	1/2	3/4	1	1/4	1/2	3/4	1
<i>Bos taurus</i>	75,0%	25,0%	0,0%	0,0%	25%	25,0%	0,0%	50,0%
<i>Ovis/Capra</i>	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	80,0%
<i>Ovis aries</i>	60,0%	30,0%	10,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	80,0%
<i>Capra hircus</i>	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%
<i>Sus domesticus</i>	0,0%	0,0%	0,0%	100%	0,0%	100%	0,0%	0,0%
<i>Cervus elaphus</i>	66,7%	0,0%	33,3%	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%	0,0%
<i>Capreolus capreolus</i>	100%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%

Tabla 5.92: Longitud relativa y circunferencia de fractura de las diferentes especies de Puyascada

La Espluga de la Puyascada ha sido tradicionalmente considerada como un sitio de ocupación estival relacionada con la trashumancia del ganado, debido a que sus condiciones serían excesivamente duras en invierno a 1300 msnm (Rodanés y Ramón 1995; Utrilla y Baldellou 1996). Pero la presencia de abundantes materiales cerámicos, de elementos de adorno, de industria lítica y ósea, junto a la presencia de un molino y mantedados de barro (Baldellou 1987) permiten plantear la existencia de ocupaciones más prolongadas en la cavidad (Mazzucco et al. 2013, Laborda 2018). El estudio de las prácticas ganaderas puede aportar información relevante sobre este asunto. Análisis etnográficos sobre la trashumancia han mostrado que los animales nacen en las tierras bajas, pudiéndose detectar una marcada estacionalidad en los restos arqueológicos a partir de la edad de la muerte (Barker et al. 1991). En Puyascada, la fauna recuperada ha mostrado una posible ocupación entre finales del invierno e inicios del verano para el ganado vacuno, durante el verano e inicios del otoño para el ciervo, durante finales de la primavera e inicios del verano para el corzo y, al menos, durante una parte del invierno, la primavera y el verano para los caprinos domésticos. Estas ocupaciones no tienen porque producirse de manera sincrónica, pudiéndose producir en diferentes ciclos anuales, pero muestran ocupaciones en diferentes momentos del año. Además, el histograma de edad del ganado ovino y caprino no muestra picos de mortalidad ni truncaduras, que estarían relacionadas con una estacionalidad marcada (Bréhard et al. 2010). Por último, se detecta la presencia de restos de animales fetales y neonatos de caprinos domésticos y bóvidos, lo que tampoco encaja con el modelo de trashumancia tradicional, donde los animales neonatales o muy jóvenes se localizan en tierras bajas y no en zonas de montaña (Barker et al. 1991). Asimismo, la estacionalidad de los nacimientos de los ovicápridos durante el Neolítico antiguo en esta área se produce a

finales del invierno e inicios de la primavera (Balasse et al. 2017, Sierra et al. en preparación), por lo que la presencia de ejemplares neonatos en el asentamiento no encajaría con el modelo tradicional de trashumancia. Lo mismo sucede con el ganado vacuno, que nace hacia finales del invierno e inicios del verano (Towers et al. 2014; Gillis et al. 2016), por lo que tampoco encajaría con este tipo de modelo. En esta línea es importante tener en cuenta los resultados del trabajo publicado Antolín et al. (2018), en el cual se detectan evidencias de agricultura local en sitios de la misma época como Coro Trasito, a escasos kilómetros en línea recta de Puyascada, junto con evidencias del uso de cuevas como refugio para hembras preñadas de oveja y cabra. De esta manera, los datos arqueozoológicos de Puyascada permiten plantear una estancia más prolongada, como parece mostrar la riqueza material y los estudios líticos (Mazzucco et al. 2013). Aunque, como afirma Laborda (2018), la riqueza de materiales también puede deberse a un uso recurrente prolongado de la cavidad, como indican las dataciones radiocarbónicas, por lo que no puede descartarse esta posibilidad hasta que no se amplíe la excavación.

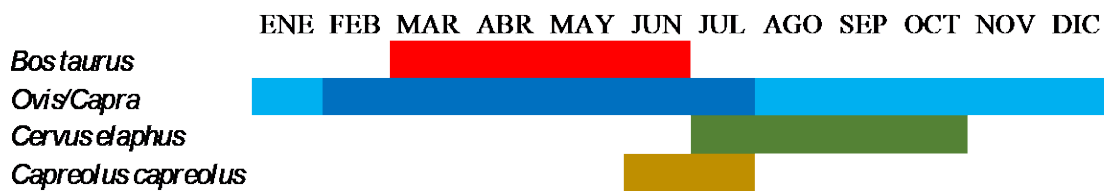


Figura 5.48: Estacionalidad comparada de la ocupación de Puyascada según las distintas especies analizadas.

5.2 Productos explotados

Los resultados del análisis arqueozoológico de los distintos sitios analizados en la sección anterior han permitido documentar los productos explotados por los grupos humanos que los ocuparon. El principal problema al que nos enfrentamos para analizar este aspecto es la diferencia cuantitativa de los conjuntos y el intervalo temporal de ocupación de los asentamientos. A pesar de ello, se pueden tratar de identificar los principales productos animales explotados en los mismos.

La carne es el primero de ellos. En primer lugar, la caza, tanto para las sociedades de cazadores-recolectores como para las campesinas, es fundamentalmente fuente de carne, además de otros productos derivados de esta actividad, como las pieles, las materias primas para la elaboración de industria ósea y la explotación de la médula. Entre los animales domésticos, la carne también parece el principal producto explotado. Así ha sido documentado en las ovejas, los bóvidos y los suidos de Chaves y Puyascada, donde se sacrificaban individuos jóvenes, con edades que rondan el denominado óptimo cárnico (Vigne y Helmer 2007, Blaise 2009).

Además de la carne, parece que son explotados otros productos de los denominados secundarios (Sherrat 1981) o en vida (*life time*; Vigne y Helmer 2007). En el caso de las ovejas y las cabras, se ha planteado la explotación de la leche en Chaves debido a la población representada. En el caso del ganado vacuno ha resultado más compleja su interpretación, debido a la escasez de individuos, aunque no puede descartarse del todo por la presencia de individuos mayores de los 6-8 años, aunque esto también puede deberse a su uso para tracción o al mantenimiento de hembras vivas para la cría. No han sido documentada la explotación de productos como las fibras o la tracción, aunque no puede descartarse en absoluto. Por último, los animales domésticos, fundamentalmente ovicápridos, fueron utilizados también como fuentes de materias primas para la elaboración de la industria ósea documentada en yacimientos como Chaves (De la Fuente 2001).

5.3 Paleoproteómica: resultados ZooMS

Como ya comentamos en el capítulo correspondiente a metodología, la distinción entre las ovejas y las cabras es complicada, sobre todo si los huesos están muy fragmentados, por lo que en muchas publicaciones aparece la categoría general ovicápridos u *Ovis/Capra*. En los últimos años, se los criterios de separación de estas especies se han perfeccionado, creando nuevos y descartando algunos que eran poco fiables (Balasse y Ambrose 2005; Gillis et al. 2011; Zeder y Pilaar 2010; Zeder y Lapham 2010). En todos estos trabajos se ha demostrado que, por ejemplo, los criterios para identificar un cuarto premolar decidual (d4, dp4) son poco fiables, lo que limita la identificación de los animales jóvenes. Por otro lado, no existen criterios para distinguir ambas especies en fase fetal o neonatal, por lo que este hecho también limita el trabajo arqueológico.

También en los últimos años, se ha descubierto el método de identificación taxonómica a partir de la huella peptídica, mejor conocido como *Zooarchaeology Mass Spectrometry* (ZooMS) (Buckley 2018), que ha permitido distinguir entre ovejas y cabras (Buckley et al. 2010). Este método se ha aplicado a los ovicápridos de la cueva de Chaves, con el objetivo de poder identificar aquellos restos que no podían ser identificados, sobre todo de individuos jóvenes.

Se muestrearon un total de 60 restos dentarios (NISP = 33) y postcraneales (NISP = 27), sobre todo de animales jóvenes, con el objetivo de apurar en el cálculo de la edad dentaria y de poder identificar la composición taxonómica de los restos perinatales. El análisis fue realizado por Krista McGrath en la Universidad de York, dando un 100% de resultados satisfactorios. Los resultados muestran un dominio claro de la oveja, lo que coincide con los resultados del análisis arqueozoológico, aunque el porcentaje de ovejas es mayor (95% frente al 80%).

	NISP	% NISP
<i>Ovis aries</i>	57	95%
<i>Capra hircus</i>	3	5%
Total	60	

Tabla 5.93: Resultados de muestras de ZooMS

Estos resultados afectan sobre todo al perfil de mortalidad de la oveja, ya que ha permitido ampliar la muestra de ovejas, sobre todo de las primeras clases de edad, lo que hace que el propio perfil cambie un poco. Se han comparado ambos perfiles en un diagrama de supervivencia, pudiéndose observar una mayor presencia de restos de las

clases más jóvenes de edad (B, C y D), lo que es debido a que la mayoría de restos dentarios eran molares deciduales.

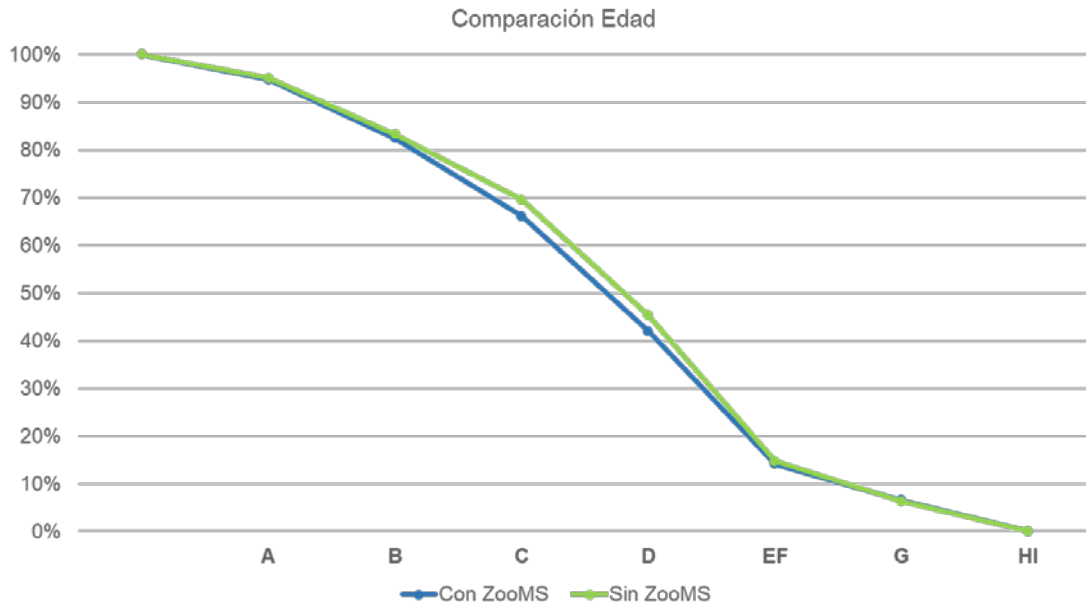


Figura 5.49: Comparación de la edad de oveja con ZooMS y sin ZooMS

Los histogramas comparados (Fig. 5.58) coinciden en el mismo punto, los animales de entre 2 y 24 meses aparecen mejor representados tras la identificación con el método ZooMS respecto al método arqueozoológico tradicional.

Por último, se ha realizado un análisis de correspondencias y de la densidad kernel (Gerbault et al. 2016) para comparar ambos perfiles (Fig. 5.59). Esto ha confirmado lo que se observaba en los histogramas, que el perfil de mortalidad después de la aplicación del método ZooMS esta rejuvenecido respecto al tradicional.

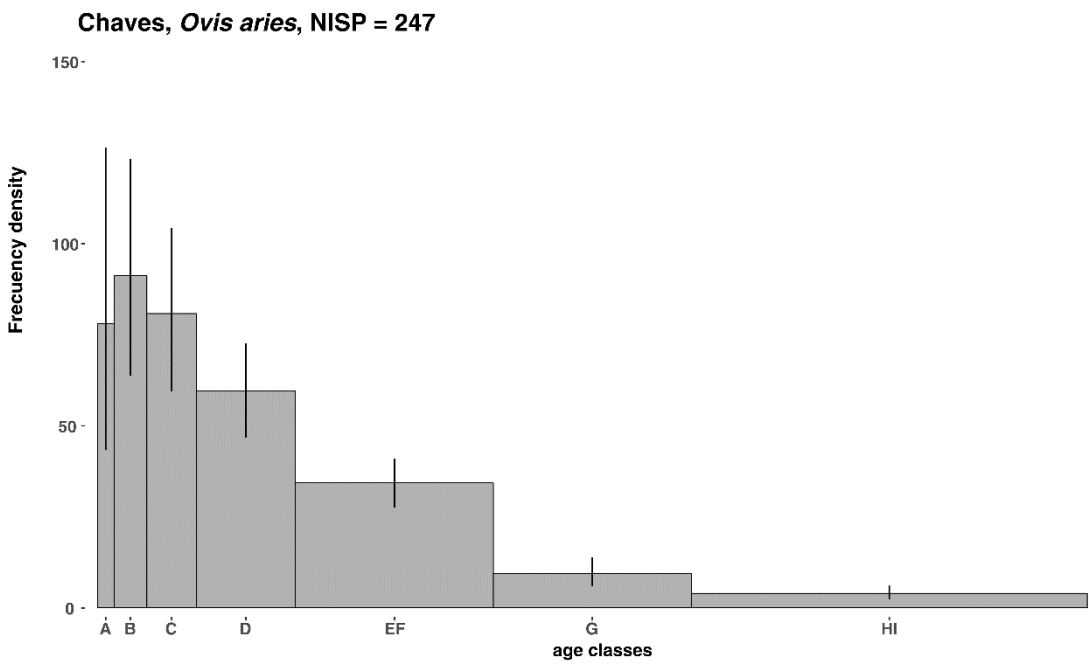
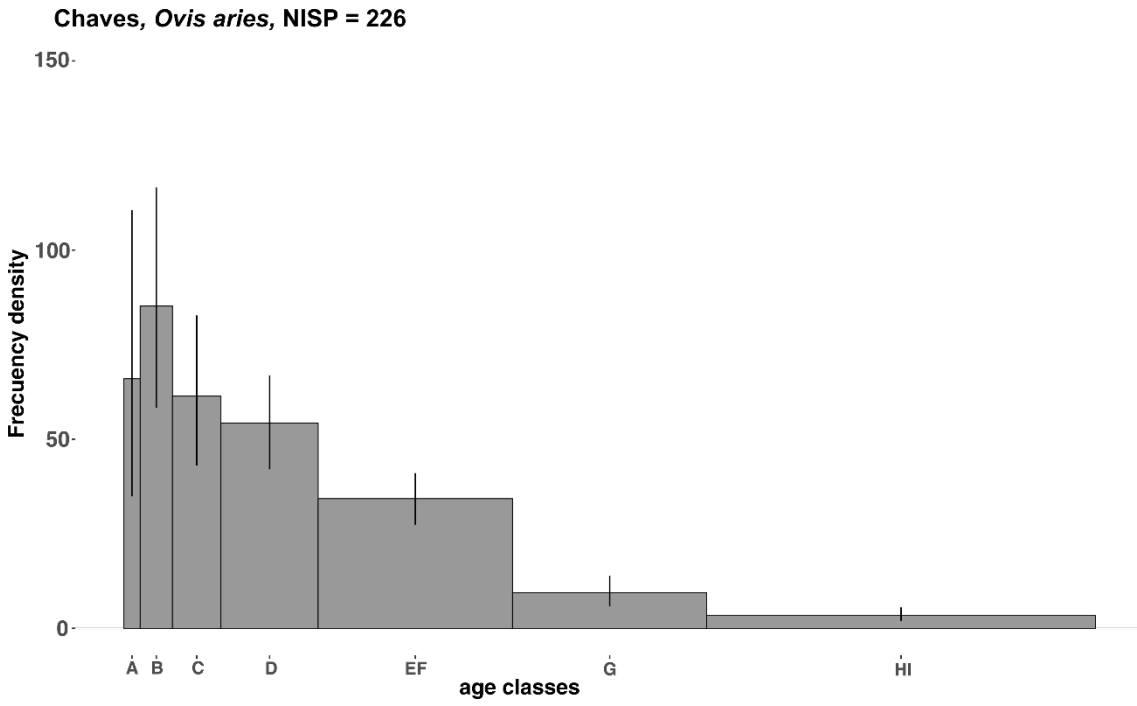


Figura 5.50: Histogramas de edad comparados. Arriba: *Ovis aries* sin ZooMS. Abajo: *Ovis aries* con ZooMS

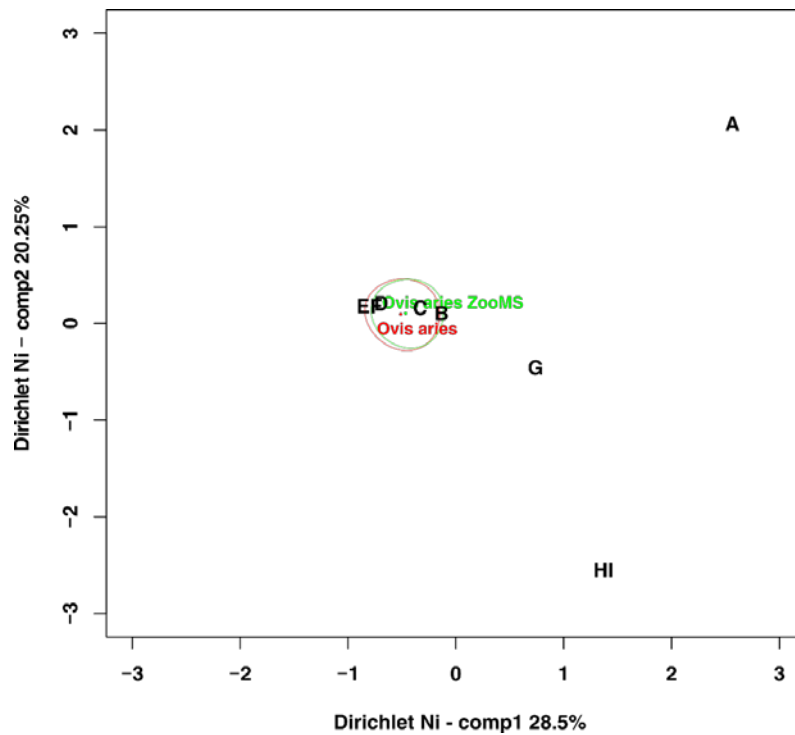


Figura 5.51: Comparación con PCA de la edad con ZooMS y sin ZooMS

Para los restos perinatales, se muestreó un total de 27 restos, con el objetivo de identificar si los animales más jóvenes estaban representados proporcionalmente de la misma forma que los adultos que sí habían podido ser identificados con criterios arqueozoológicos tradicionales. Los resultados resultaron satisfactorios, demostrando que la oveja predominaba sobre la cabra.

	NISP	% NISP
<i>Ovis aries</i>	25	92.6%
<i>Capra hircus</i>	2	7.4%
TOTAL	27	

Tabla 5.94: Resultados de muestras de ZooMS en huesos perinatales

Como conclusión de este análisis, se puede observar la utilidad del método para identificar especies que son muy similares morfológicamente o cuyos restos están muy fragmentados. Pero, además, también se puede observar la utilidad para la identificación de restos de animales jóvenes, pudiendo atestiguar que la oveja es la especie predominante entre los ovicápridos domésticos de la cueva de Chaves.

5.4 Alimentación animal: resultados de isótopos en colágeno

Los resultados obtenidos con los análisis de los isótopos estables de C y N y los indicadores de calidad del colágeno son presentados en la Tabla 5.95 y en las Figuras 5.53 y 5.54. De los 101 especímenes muestreados, se han obtenido resultados positivos de 76 (75,2%). Los porcentajes de %C y %N variaron entre 27,69% y 46,82% para el carbono y entre 9,31% y 17,90% para el nitrógeno. Las ratios C:N varían entre 3.1 y 3.6, dentro de los valores propuestos por DeNiro (1985) y Van Klinken (1999). También se han descartado aquellas muestras con porcentajes de %C y el %N por debajo del 13 y el 4.8% como recomienda Ambrose (1990, 1993).

MUESTRA	NIVEL	ESPECIE	ELEMENTO	d13C	d15N	%C	%N	C:N	Lab
Chaves-1	1b	<i>Sus sp</i>	Mandíbula	-19.66	6.28	43.88	15.23	3.4	UAB
Chaves-3	1b	<i>Sus sp</i>	Húmero	-19.68	5.39	44.56	15.31	3.4	UAB
Chaves-4	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-19.99	4.64	43.62	15.07	3.4	UAB
Chaves-5	1b	<i>Sus sp</i>	Mandíbula	-20.33	7.72	44.51	14.36	3.6	UAB
Chaves-6	1b	<i>Sus sp</i>	Húmero	-19.86	6.87	44.23	14.96	3.4	UAB
Chaves-7	1b	<i>Sus sp</i>	Metacarpo III	-20.85	4.11	45.00	15.24	3.4	UAB
Chaves-8	1b	<i>Sus sp</i>	Metatarso III	-19.06	7.23	44.20	15.58	3.3	UAB
Chaves-9	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-19.16	6.46	43.95	16.00	3.2	UAB
Chaves-10	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-20.86	5.63	44.41	14.39	3.6	UAB
Chaves-11	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-19.60	6.28	43.91	15.75	3.3	UAB
Chaves-12	1b	<i>Sus sp</i>	MCIH	-20.49	4.38	45.04	15.80	3.3	UAB
Chaves-13	1b	<i>Sus sp</i>	Tibia	-20.33	4.56	46.82	17.90	3.1	UAB
Chaves-14	1b	<i>Sus sp</i>	Tibia	-20.04	4.56	44.58	17.01	3.1	UAB
Chaves-15	1b	<i>Sus sp</i>	Metacarpo IV	-19.94	6.65	45.23	16.72	3.2	UAB
Chaves-16	1b	<i>Sus sp</i>	Metatarso IV	-19.92	4.56	45.44	16.89	3.1	UAB
Chaves-18	1b	<i>Sus sp</i>	Escápula	-19.29	5.38	45.59	16.90	3.1	UAB
Chaves-19	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-20.19	6.75	45.80	16.37	3.3	UAB
Chaves-20	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-20.10	5.94	45.33	17.20	3.1	UAB
Chaves-21	1b	<i>Sus sp</i>	Mandíbula	-19.96	6.67	43.96	15.71	3.3	UAB
Chaves-22	1b	<i>Sus sp</i>	Metatarso IV	-19.87	5.32	45.24	16.14	3.3	UAB
Chaves-24	1b	<i>Sus sp</i>	Tibia	-19.58	4.55	45.10	16.48	3.2	UAB
Chaves-25	1b	<i>Sus sp</i>	Metacarpo III	-20.78	4.69	44.48	16.00	3.2	UAB
Chaves-26	1b	<i>Sus sp</i>	Húmero	-19.77	5.77	44.85	15.06	3.5	UAB
Chaves-28	1b	<i>Sus sp</i>	Falange 1	-20.16	5.00	44.45	16.67	3.1	UAB
Chaves-29	1b	<i>Sus sp</i>	Mandíbula	-19.71	6.10	44.68	16.86	3.1	UAB
Chaves-30	1b	<i>Sus sp</i>	Tibia	-19.75	4.52	45.49	16.87	3.1	UAB
Chaves-32	1b	<i>Sus sp</i>	Radio	-19.59	6.09	45.21	17.05	3.1	UAB
Chaves-37	1b	<i>Sus sp</i>	Maxilar	-19.68	4.72	42.26	16.06	3.1	UAB
Chaves-73	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-20.40	5.04	32.37	11.00	3.4	UAB
Chaves-74	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-19.89	5.09	32.73	10.95	3.5	UAB
Chaves-75	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-20.12	3.81	31.31	10.69	3.4	UAB
Chaves-76	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-20.08	3.89	41.64	14.45	3.4	UAB
Chaves-77	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-20.32	3.86	37.18	12.23	3.5	UAB

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

Chaves-80	1b	<i>Capra hircus</i>	Húmero	-20.15	4.70	33.04	11.95	3.2	UAB
Chaves-98	1b	<i>Capra hircus</i>	Tibia	-19.75	5.37	34.70	11.88	3.4	UAB
Chaves-99	1b	<i>Capra hircus</i>	Tibia	-20.63	5.21	41.62	14.66	3.3	UAB
Chaves-100	1b	<i>Capra hircus</i>	Tibia	-19.92	6.49	42.38	14.90	3.3	UAB
Chaves-101	1b	<i>Capra hircus</i>	Tibia	-20.13	4.21	35.90	12.15	3.4	UAB
Chaves-72	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.20	3.90	37.75	13.18	3.3	UAB
Chaves-79	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.08	4.52	30.69	10.82	3.3	UAB
Chaves-81	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.14	4.56	34.71	12.48	3.2	UAB
Chaves-82	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-19.60	4.73	36.71	13.15	3.3	UAB
Chaves-83	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.24	6.23	29.69	11.01	3.1	UAB
Chaves-88	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-19.62	4.89	36.63	13.41	3.2	UAB
Chaves-89	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.24	3.88	33.47	12.42	3.1	UAB
Chaves-90	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-20.35	3.98	32.81	12.52	3.1	UAB
Chaves-91	1b	<i>Ovis aries</i>	Húmero	-19.84	4.10	41.90	15.50	3.2	UAB
Chaves-93	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-20.47	5.02	32.38	11.61	3.3	UAB
Chaves-94	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-20.69	5.15	41.62	14.28	3.4	UAB
Chaves-95	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-19.88	4.96	36.90	13.55	3.2	UAB
Chaves-96	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-19.88	5.42	39.98	14.40	3.2	UAB
Chaves-97	1b	<i>Ovis aries</i>	Tibia	-20.18	4.33	35.36	12.34	3.3	UAB
Chaves-63	1b	<i>Bos sp</i>	Falange 2	-20.03	6.38	38.37	13.25	3.4	UAB
Chaves-65	1b	<i>Bos sp</i>	Maxilar	-19.72	5.49	34.64	12.38	3.3	UAB
Chaves-52	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Mandíbula	-20.46	3.91	42.35	14.65	3.4	UAB
Chaves-59	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Metatarso	-20.62	4.52	29.12	9.74	3.5	UAB
Chaves-60	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Metacarpo	-20.46	3.83	27.69	9.45	3.4	UAB
Chaves-61	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Metacarpo	-20.38	4.21	29.62	10.17	3.4	UAB
Chaves-62	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Metatarso	-20.65	3.95	35.57	12.10	3.4	UAB
Chaves-84	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Tibia	-19.96	4.40	42.01	15.03	3.3	UAB
Chaves-85	1b	<i>Cervus elaphus</i>	Húmero	-19.72	3.91	30.19	10.66	3.3	UAB
Chaves-53	1b	<i>Capreolus capreolus</i>	Radio	-20.14	3.77	36.20	12.38	3.4	UAB
Chaves-54	1b	<i>Capreolus capreolus</i>	Metacarpo	-19.77	4.47	36.53	12.58	3.4	UAB
Chaves-50	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Húmero	-19.79	3.35	42.62	16.26	3.1	UAB
Chaves-51	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Húmero	-19.93	3.41	42.38	15.76	3.1	UAB
Chaves-66	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Tibia	-20.08	3.43	40.19	13.79	3.4	UAB
Chaves-67	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Tibia	-19.22	3.62	33.82	11.52	3.4	UAB
Chaves-68	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Falange 1	-21.18	3.15	34.53	11.73	3.4	UAB
Chaves-69	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Metacarpo	-19.54	3.39	27.79	9.31	3.5	UAB
Chaves-71	1b	<i>Capra pyrenaica</i>	Húmero	-20.12	4.25	33.29	11.33	3.4	UAB
Chaves-55	1b	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Tibia	-20.56	1.84	37.00	12.63	3.4	UAB
Chaves-56	1b	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Tibia	-21.34	2.92	40.36	13.59	3.5	UAB
Chaves-57	1b	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Tibia	-21.20	4.46	35.78	12.25	3.4	UAB
Chaves-58	1b	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Tibia	-20.19	2.97	33.55	11.50	3.4	UAB
Chaves-86	1b	<i>Carnivoros</i>	Radio	-18.51	8.99	33.52	11.88	3.3	UAB
Chaves-87	1b	<i>Carnivoros</i>	Tibia	-19.35	7.47	37.65	13.77	3.2	UAB

Tabla 5.95: Resultados de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

Como se puede observar en la tabla 5.96, la variabilidad de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ es similar entre las principales especies domésticas y todas las salvajes. Los valores medios son similares entre todos los ungulados (entre -19,875‰ y 20,321‰), siendo tan solo distintos para los conejos (-0,887‰ que los suidos) y los carnívoros (+1,006). El test no paramétrico de la U de Mann-Whitney muestra una similitud entre los suidos y los animales domésticos (*Ovis aries*: $p= 0,1496$; *Capra hircus*: $p= 0,1078$ y *Bos sp*= $0,9668$), pero también entre los suidos y los ungulados salvajes (*Capreolus capreolus*: $p= 0,803$; *Capra pyrenaica*: $p= 0,9835$), salvo el caso del ciervo ($p= 0,039$).

	n	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus sp</i>	28	-19.936	0.086	0.458
<i>Ovis aries</i>	14	-20.101	0.083	0.310
<i>Capra hircus</i>	10	-20.139	0.082	0.260
<i>Bos sp</i>	2	-19.875	0.155	0.219
<i>Cervus elaphus</i>	7	-20.321	0.132	0.349
<i>Capreolus</i>	2	-19.955	0.185	0.262
<i>Capra pyrenaica</i>	7	-19.980	0.233	0.616
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	4	-20.823	0.271	0.541
Carnívoros	2	-18.930	0.420	0.594

Tabla 5.96: Variabilidad de valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en las muestras de Chaves

En la tabla 5.97, se pueden observar las diferencias entre los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$. La variabilidad de los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ en los suidos es mayor que en el resto de ungulados tanto domésticos como salvajes. Se puede observar como los valores medios son más altos en los suidos respecto a los de las ovejas y las cabras y respecto a las especies salvajes. Solo los bóvidos tienen unos valores similares, aunque la muestra de esta especie está compuesta por pocos efectivos ($n= 2$). El test no paramétrico de la U de Mann-Whitney muestra esta diferencia entre los suidos y las especies domésticas (*Ovis aries*: $p= 0,007$; *Capra hircus*: $p= 0,38$), salvo los bóvidos ($p=0,589$), y las salvajes (*Cervus elaphus*: $p= 0,0001$; *Capreolus capreolus*: $p= 0,034$; *Capra pyrenaica*: $p= 0,0069$).

	n	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus sp</i>	28	5.601	0.189	0.998
<i>Ovis aries</i>	14	4.691	0.176	0.659
<i>Capra hircus</i>	10	4.767	0.269	0.852
<i>Bos sp</i>	2	5.935	0.445	0.629
<i>Cervus elaphus</i>	7	4.104	0.103	0.273
<i>Capreolus</i>	2	4.120	0.350	0.495
<i>Capra pyrenaica</i>	7	3.514	0.133	0.353
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	4	3.048	0.538	1.076
Carnívoros	2	8.230	0.760	1.075

Tabla 5.97: Variabilidad por especies de valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ en las muestras en Chaves

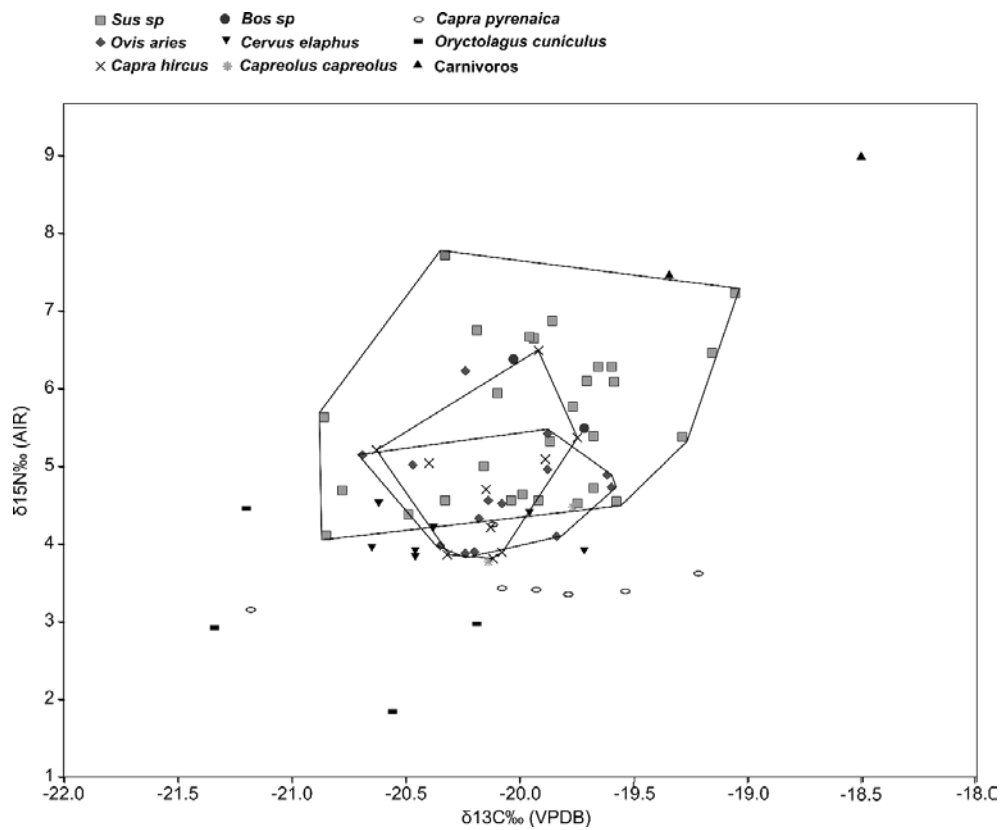


Figura 5.52: Representación gráfica de los resultados de isótopos

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

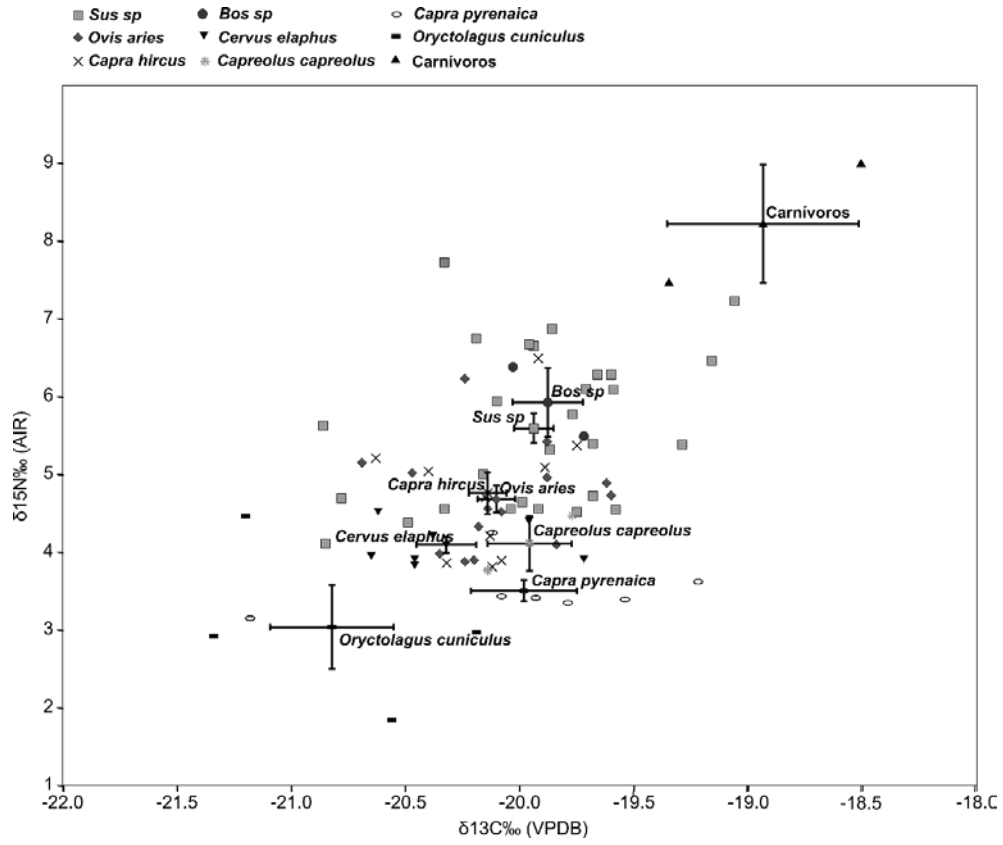


Figura 5.53: Representación gráfica de los resultados de isótopos por especies

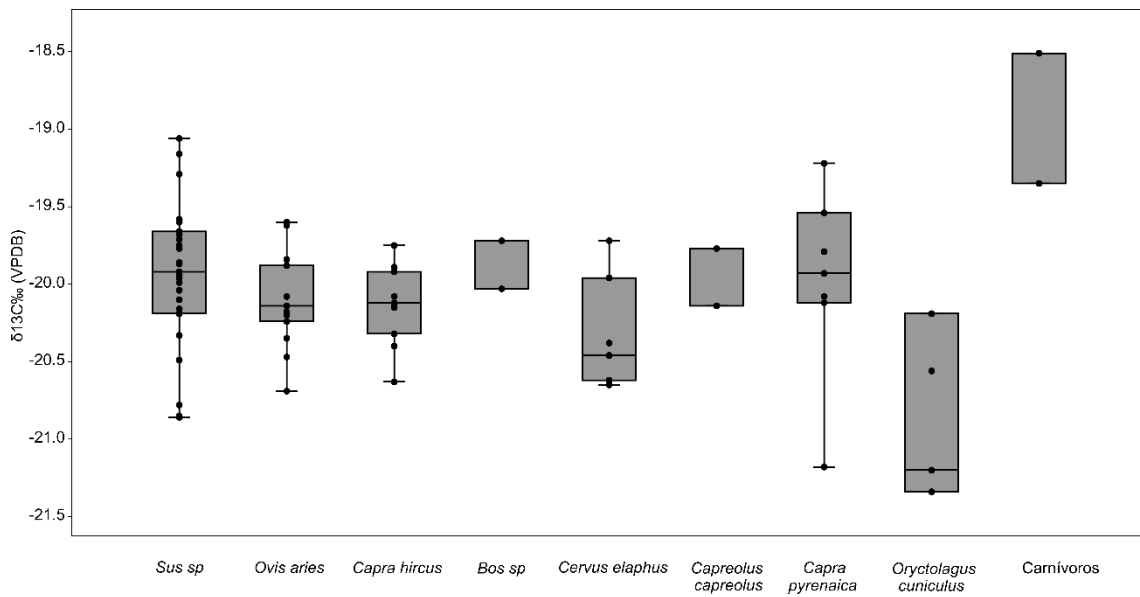


Figura 5.54: Representación de la variabilidad por especies de valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en Chaves

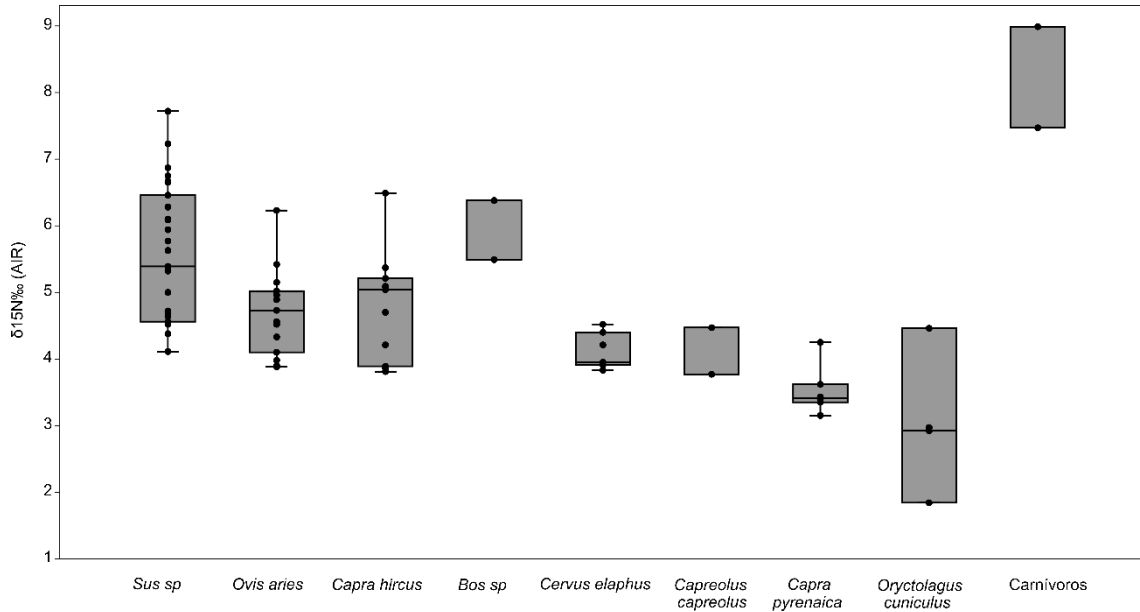


Figura 5.55: Representación de la variabilidad por especies de valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ en Chaves

Agrupando las especies por salvajes y domésticas se puede observar como los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los suidos, de los herbívoros domésticos y de los salvajes son muy similares (Fig. 5.54), tan solo un poco más altos para los suidos (Media= -19,94‰). Las mayores diferencias se observan en la variabilidad de los valores entre estos grupos. Los suidos tienen valores más heterogéneos (SD= 0,458) que los animales domésticos (SD= 0,283) pero menos que los animales salvajes (SD= 0,487). Los test estadísticos indican lo mismo, no existen diferencias significativas en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ entre los suidos, los herbívoros domésticos ($p= 0,075$) y los salvajes ($p= 0,184$). Tan solo existen diferencias significativas con los conejos y los carnívoros.

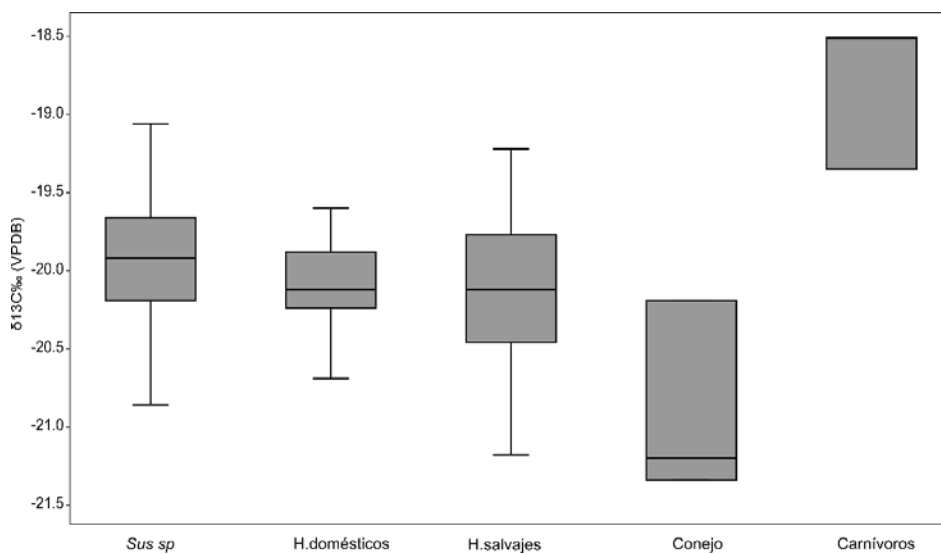


Figura 5.56: Representación de la variabilidad de valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ por especies, agrupadas las salvajes y domésticas.

De igual forma, agrupando las especies salvajes y domésticas, se pueden observar diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (Fig. 5.56). Los suidos tienen valores más altos y más heterogéneos (Media= 5,6; SD= 0,998) que los animales domésticos (Media= 4,82; SD= 0,783), y estos a su vez, unos valores mayores que los de los animales salvajes (Media= 3,85; SD= 0,458). Las pruebas estadísticas muestran esta diferenciación de los suidos con el resto de grupos (Domésticos: $p= 0,0064$; Salvajes: $p= 0,000$; Conejo: $p= 0,002$; Carnívoros: $p= 0,027$), pero también entre los animales domésticos y los salvajes ($p= 0,00012$).

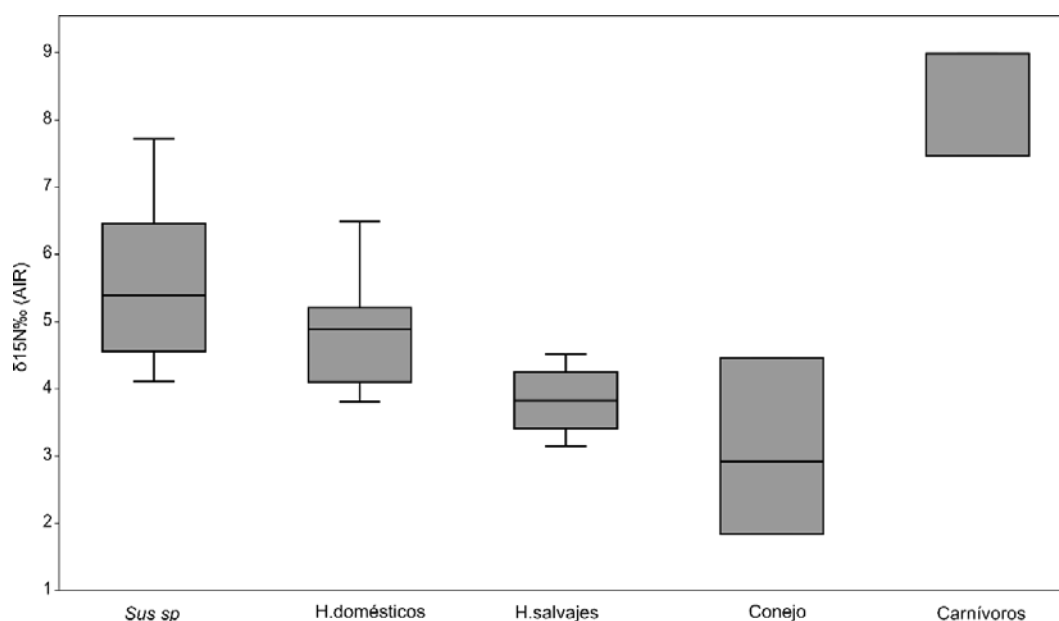


Figura 5.57: Representación de la variabilidad de valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ por especies, agrupadas las salvajes y domésticas.

Además, para analizar las diferencias entre los suidos y estos dos grupos en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, se ha calculado la diferencia entre los valores de cada uno de los especímenes de suidos y la media de los valores de los animales domésticos y los salvajes. En la Figura 5.58 se puede observar como en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ apenas existen diferencias, no sobrepasando en ningún momento el 1‰ ni el -1‰ respecto a los animales domésticos y los salvajes. Además, salvo alguna excepción, los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los suidos son muy homogéneos. En cambio, se observa mayor diferencia en los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ dentro de los propios suidos, pero también de estos respecto a los animales domésticos y, sobre todo, respecto a los salvajes. Se observan dos grupos, uno que comparte valores con los animales domésticos y otro que tiene valores mayores que éstos. Todos ellos, tienen valores más altos de nitrógeno que los animales salvajes. Se ha realizado un *mixture analysis* para comprobar si existen una o varias poblaciones.

Los resultados muestran la presencia de dos poblaciones (Log lk.hood = -5,666; Akaike IC= 21,07), una compuesta por especímenes con una media de valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de $5,99\pm 0,88\text{‰}$ (Grupo 1) y otra compuesta por especímenes con una media de $4,58\pm 0,09$ (Grupo 2).

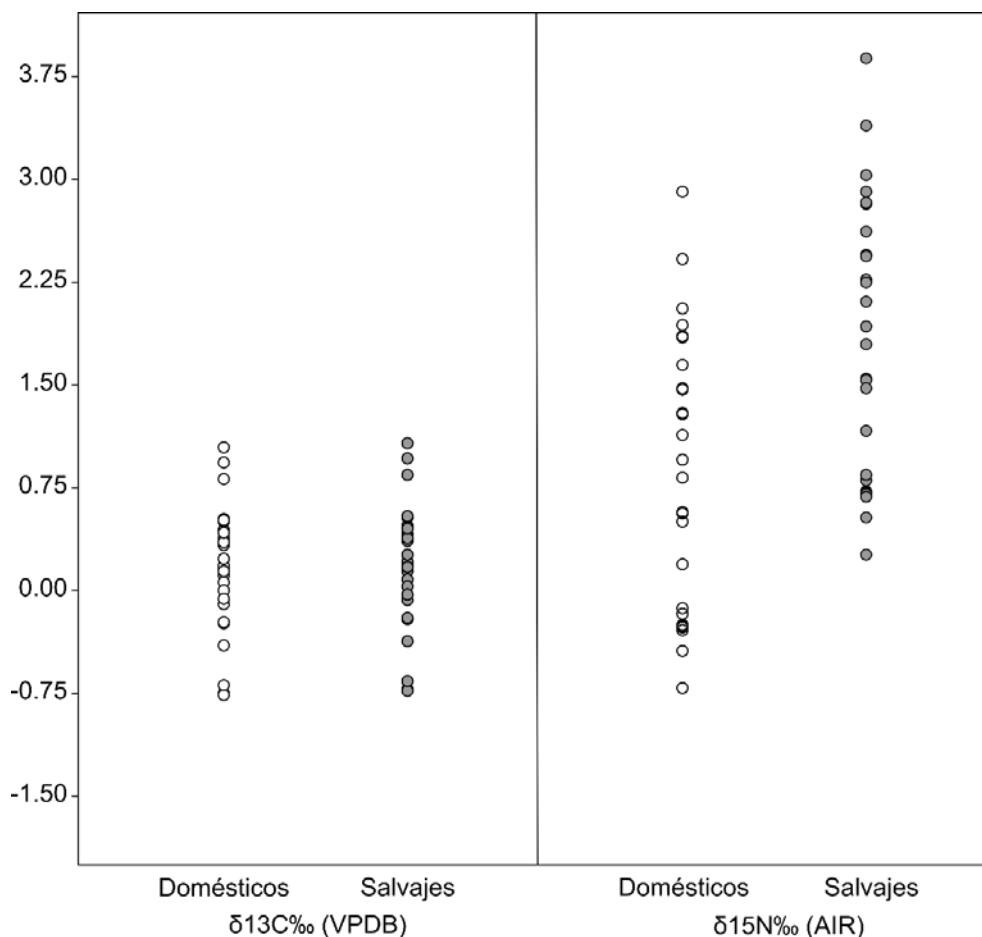


Figura 5.58: Representación de la variabilidad de valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los suidos respecto a los animales domésticos y salvajes

En la Figura 5.67 puede verse la distribución de todas las especies con los dos grupos de suidos identificados. Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de uno de los grupos se sitúan cercanos a la oveja y la cabra, siendo similar a ambas especies (U Mann-Whitney: *Ovis aries*: $p=0,977$; *Capra hircus*: $p=0,791$), mientras que el otro grupo tiene diferencias con estas dos especies (U Mann-Whitney: *Ovis aries*: $p=0,037$; *Capra hircus*: $p=0,033$). Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ muestran mayores diferencias. El grupo 1 tiene valores distintos del resto de las especies salvo los bóvidos ($p=0,75$) y el grupo 2 también tiene valores distintos con todas las especies menos las ovejas ($p=0,62$), las cabras ($p=0,47$) y el corzo ($p=0,10$).

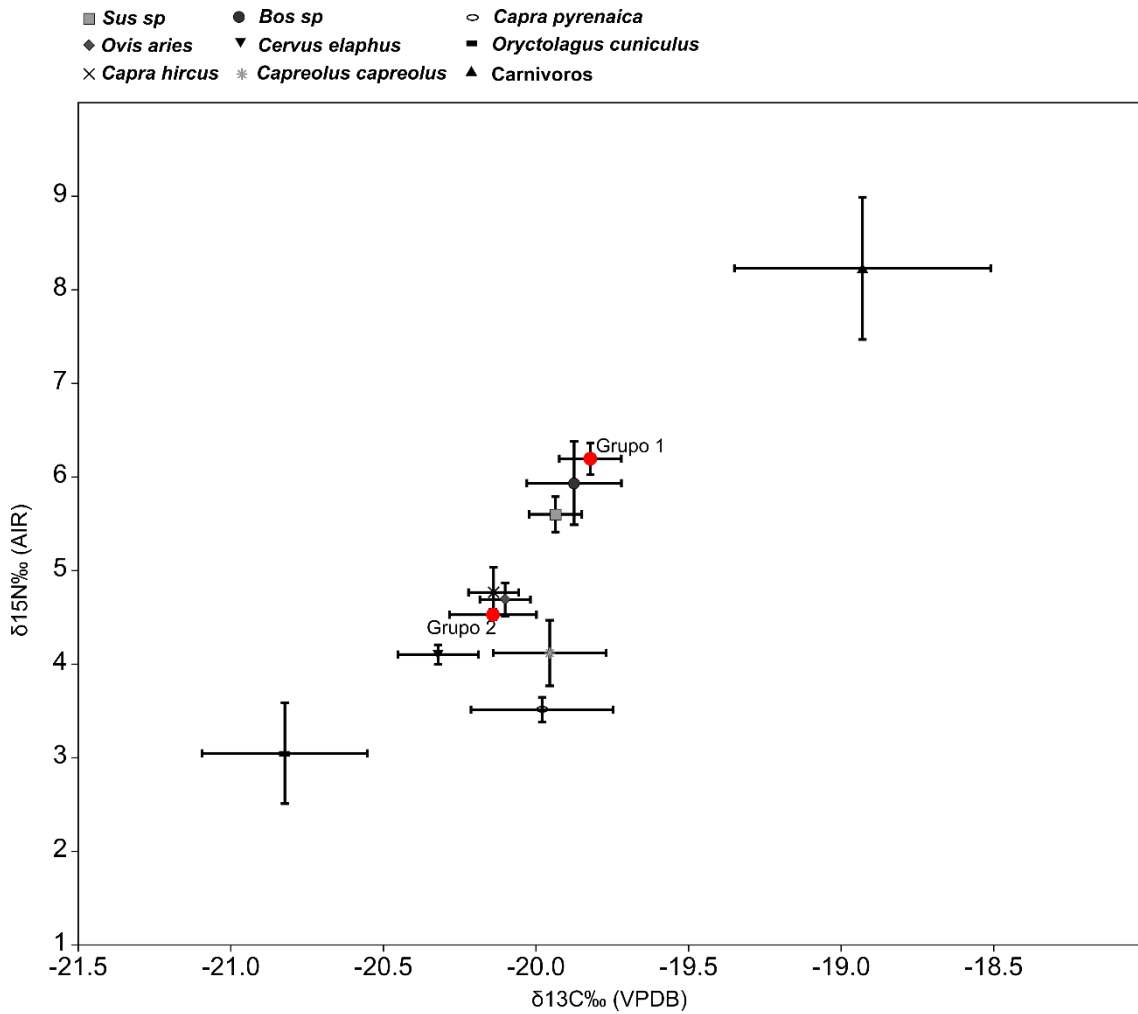


Figura 5.59: Representación gráfica de los resultados de isótopos por especies con los dos grupos de *suidos*

Debido a la escasez de datos en algunas especies como los bóvidos, corzos y carnívoros, se han utilizado los valores obtenidos para estas especies por Villalba-Mouco et al. (2018) en el nivel 1b. En la Figura 5.68 se puede observar como los valores de especies como los carnívoros ($\delta^{13}\text{C}\text{‰}$: +0,210; $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$: -0,998), los corzos ($\delta^{13}\text{C}\text{‰}$: -0,007; $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$: +0,208) o los bóvidos ($\delta^{13}\text{C}\text{‰}$: -0,025; $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$: -0,981) varían levemente. Un buen caso es el de los bóvidos, que en conjunto están menos enriquecidos en $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (-0,981‰) que los dos individuos analizados en nuestro estudio.

S UCT code	Especies	Elemento	Average $\delta^{13}\text{C} \text{‰}$	Average $\delta^{15}\text{N} \text{‰}$	C (%)	N (%)	C: N Elemental
18583	<i>Bos taurus</i>	Calcáneo	19.8	4.4	43	15.6	3.2
18584	<i>Bos taurus</i>	Húmero	19.6	5.1	34.4	11.6	3.5
18544	<i>Capreolus capreolus</i>	Escápula	20.9	4.8	38.9	13.3	3.4
18545	<i>Capreolus capreolus</i>	Astrágalo	19.1	4.7	40.8	14	3.4
18543	<i>Capreolus capreolus</i>	Escápula	19.9	3.9	41.9	14.4	3.4
18586	<i>Meles meles</i>	Radio	18.3	8	43.4	15.6	3.2
18587	<i>Meles meles</i>	Calcáneo	18.3	7.9	42	15.1	3.2
18588	<i>Meles meles</i>	Vertebra	18.1	7.5	42.1	15.2	3.2
18525	<i>Felis silvestris</i>	Ulna	19.1	6.8	42	15	3.3
18526	<i>Felis silvestris</i>	Tibia	18.6	4.7	42.5	15.1	3.3
18527	<i>Felis silvestris</i>	Húmero	19.5	6.5	42.7	15.1	3.3

Tabla 5.98: Resultados del análisis de isotopos del estudio de Villalba-Mouco et al. 2018 utilizados en esta comparación

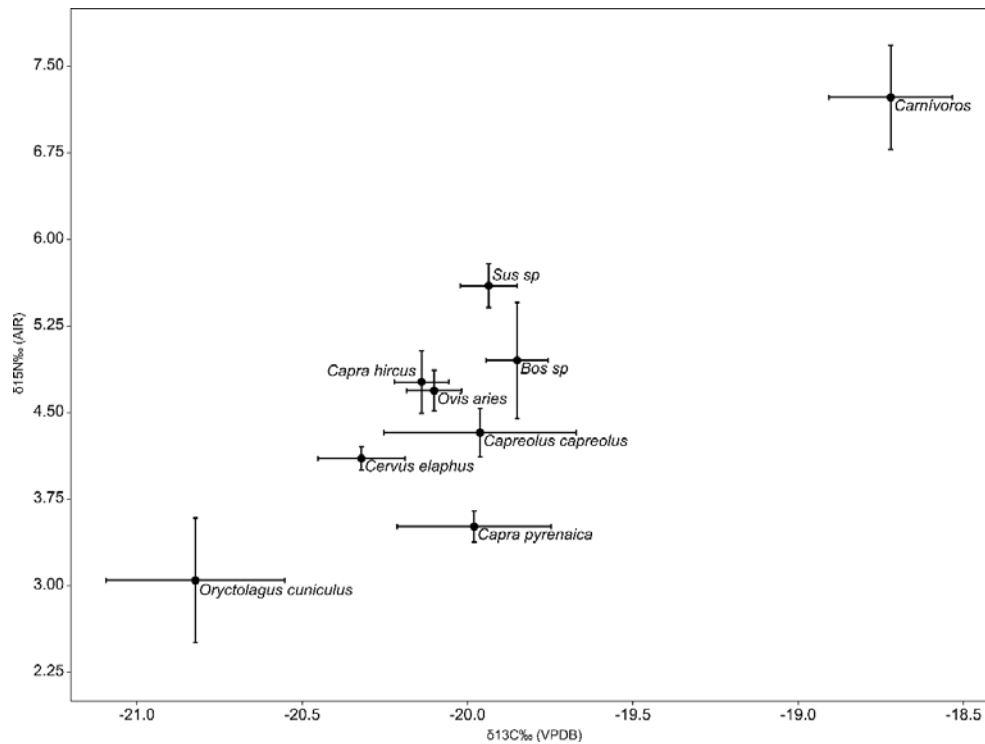


Figura 5.60: Representación gráfica de los resultados de isotopos incluidos los datos de Villalba-Mouco et al. 2018

Se han comparado las medidas de los suidos con los valores de $\delta^{15}\text{N} \text{‰}$ para comprobar si existe algún tipo de relación entre la talla de los animales y sus valores isotópicos. En la Figura 5.61 se puede observar como los especímenes pertenecientes al grupo 2 son de talla grande, mientras entre los pertenecientes al grupo 1 existe mayor variabilidad. Es decir, los valores de $\delta^{15}\text{N} \text{‰}$ son relativamente más elevados en los especímenes de menor talla y a la inversa, más bajos en los especímenes de mayor talla relativa.

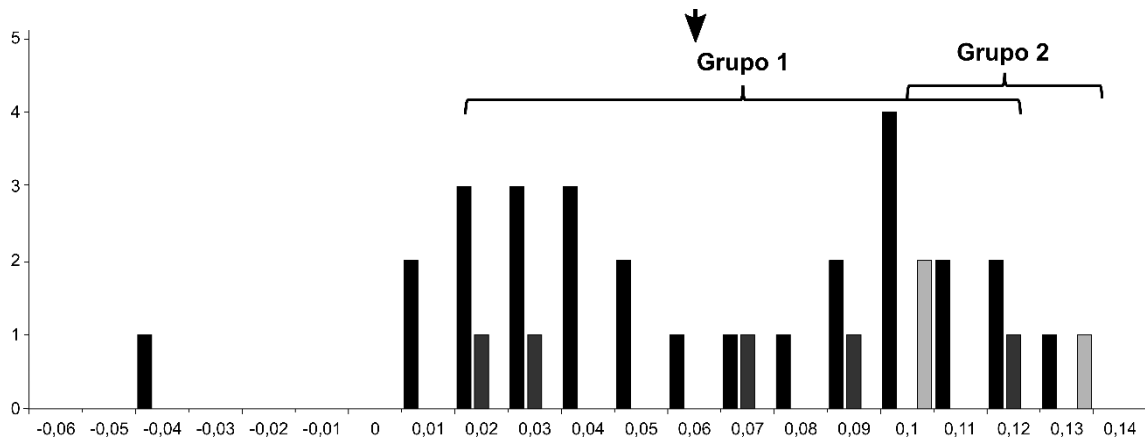


Figura 5.61: Log ratio de los elementos esqueléticos de suido incluidos los muestrados con los dos grupos separados por la alimentación

Con el objetivo de comprobar que esto no depende de la alometría del suido respecto al estándar utilizado para calcular el log ratio, se han comparado las medidas de los huesos muestrados con medidas de otros yacimientos peninsulares, tanto con animales salvajes como con animales domésticos. En el caso de la tibia de suido de Chaves (Fig. 5.62), donde se han detectado los valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, la talla es muy superior a los cerdos domésticos del Neolítico antiguo, e incluso superior a los especímenes salvajes.

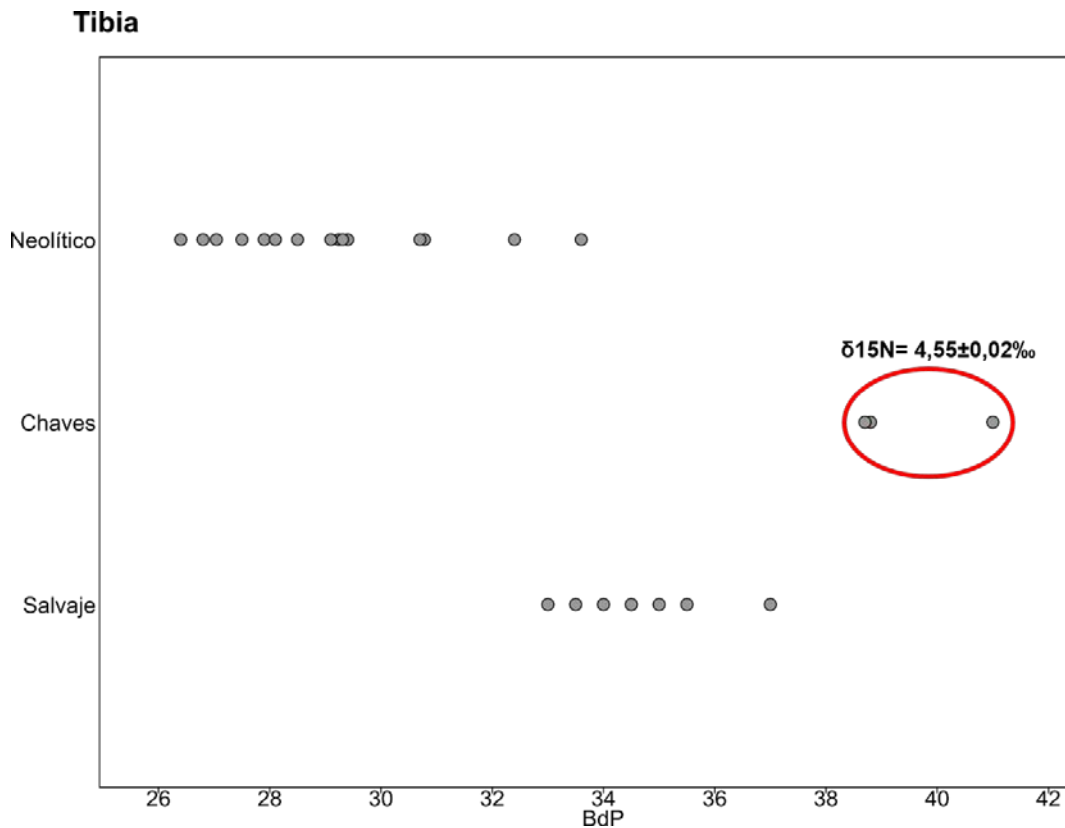


Figura 5.62: Medidas de tibia (BdP) comparada con los cerdos neolíticos y jabalís mesolíticos

Para el húmero (Fig. 5.63), con valores más alto de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, se observa que la talla es mayor que la de los cerdos domésticos del Neolítico peninsular, pero inferior a la de la mayoría de los jabalís peninsulares. Por lo tanto, se observa una diferencia entre los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ y la talla tanto utilizando el log ratio como comparando las medidas con los suidos peninsulares.

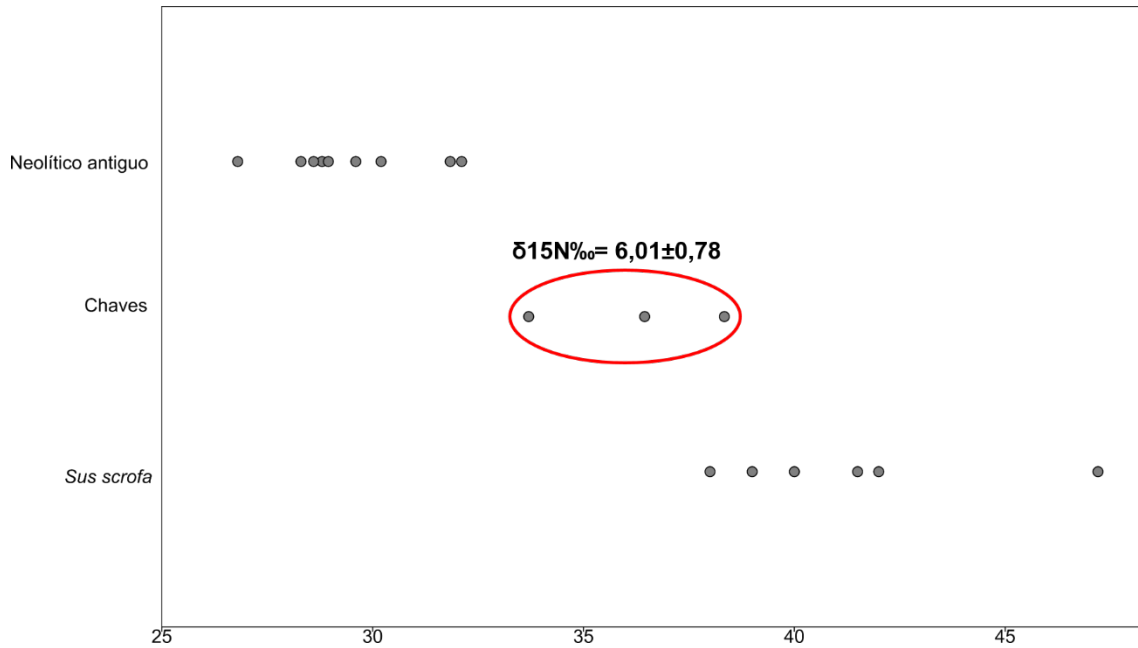


Figura 5.63: Medidas de húmero (Bd) comparada con los cerdos neolíticos y jabalís mesolíticos

Para los dientes se ha utilizado el mismo procedimiento (Fig. 5.64), se han comparado, a partir de la técnica *log ratio*, los dientes del grupo 1 y 2, pero no se observan diferencias significativas en la talla de ambos grupos.

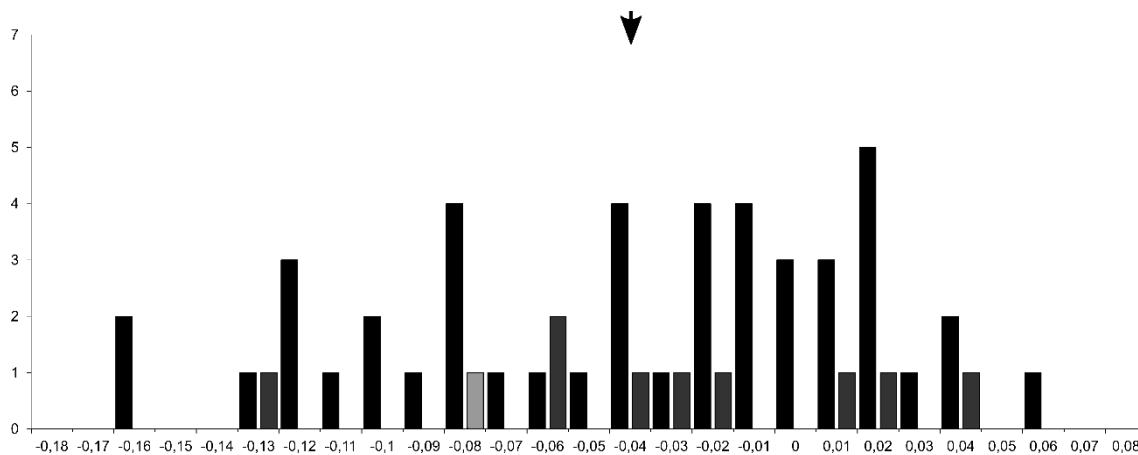


Figura 5.64: Log ratio de los restos dentarios de suido incluidos los muestreados con los dos grupos separados por la alimentación

Los resultados de este análisis de isótopos sobre colágeno aportan varias conclusiones. La primera es que según los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$, todos los herbívoros tienen dietas tipo C3 de ambientes abiertos (Noe-Nygaard et al. 2005, Drucker et al. 2008, Balasse et al. 2016), existiendo escasa variabilidad entre ellos. Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, existen diferencias en las dietas entre los animales domésticos y los salvajes, con un enriquecimiento de nitrógeno de los domésticos respecto a los salvajes. A su vez, los suidos tienen valores de nitrógeno más altos que el resto de especies domésticas analizadas. Los bóvidos presentan también un enriquecimiento, aunque al ampliar la muestra este enriquecimiento es menor. Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ han permitido separar dos grupos dentro de los suidos: uno con una dieta más enriquecida de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (y enriquecida también en $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$) y otro con una dieta similar a la de las ovejas y las cabras. Estos dos grupos tendrían regímenes alimenticios distintos, uno con mayor aportación de proteína animal, siendo omnívoro, y otro con una dieta similar a la de los herbívoros salvajes, una dieta totalmente herbívora. La existencia de dos grupos con regímenes alimentarios distintos puede tener diversas implicaciones el estatus o en la forma de gestión de la alimentación del ganado porcino. Por un lado, puede tratarse de una alimentación distinta de machos y hembras, también puede tratarse de dos formas de gestión, una intensiva, en la que se alimenta a los cerdos con residuos, y otra extensiva, en la que se alimentan de lo mismo que los herbívoros. Por último, puede tratarse de una población doméstica y otra salvaje. Además, se observan diferencias entre las medidas y los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, concretamente se observa una posible relación inversa entre los valores y su talla (¿más pequeños domésticos más grandes salvajes?). Esta hipótesis será contrastada en el capítulo posterior. Esto puede deberse a un estatus “salvaje”-“doméstico” de cada uno de los grupos o a una gestión mixta (intensiva y extensiva) de la especie. Por último, se observan diferencias entre las medidas y los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$, concretamente se observa una relación inversa entre los valores y su talla (¿más pequeños domésticos más grandes salvajes?).

Los suidos en otros sitios mesolíticos y neolíticos del valle del Ebro occidental

Con el objetivo de evaluar la diferencia en la alimentación entre los suidos gestionados por humanos y los que se encuentran en estado salvaje, se han analizado tres yacimientos mesolíticos del valle del Ebro donde la presencia del jabalí está documentada. Se trata de los yacimientos de Zatoya, La Peña y Aizpea.

La cueva de Zatoya se localiza en Abaurrea Alta, dentro del Pirineo navarro, a 900 metros sobre el nivel del mar. Se documenta ocupación desde el 12484-11193 cal BC (Magdaleniense avanzado) hasta el 5774-4611 cal BC (Neolítico antiguo) (Barandiarán y Cava 1989). Además, para este estudio se realizaron dos nuevas dataciones (9116-8615 cal BC y 6223-6074 cal BC (Fig. 5.65). Los resultados obtenidos a partir de los análisis arqueozoológicos muestran como el jabalí aumenta su importancia cuantitativa desde el Magdaleniense (22 restos; 4,6%) hasta el Neolítico antiguo (549 restos; 59,2%). Para este trabajo se muestrearon los restos de *Sus scrofa* recuperados a lo largo de toda la secuencia. Se han analizado un total de 72 muestras, de las cuales, 46 dieron resultado satisfactorio (63,9%). La ratio de C:N de las muestras vario entre 3,2 y 3,4, siempre dentro de los valores propuestos por DeNiro (1985) y Van Klinken (1999). El %C varían entre 43,71% y 31,56%, y el %N varía entre 16,21% y 11,16%, siempre dentro de los valores considerados validos por Ambrose (1990, 1993).

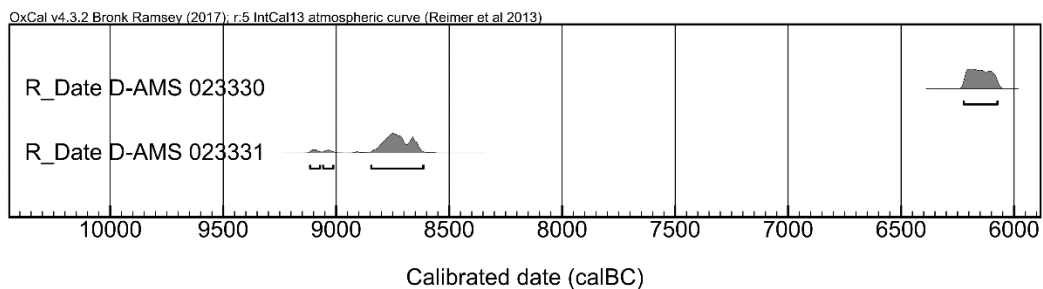


Figura 5.65: Dataciones realizadas en Zatoya para este estudio

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

MUESTRA	NIVEL	ESPECIE	ELEMENTO	d13C	d15N	% C	% N	C:N	Lab
Zatoya 5	IIb	<i>Capra pyrenaica</i>	Mandibula	-20.82	2.59	35.66	13.17	3.2	UAB
Zatoya 6	IIb	<i>Cervus elaphus</i>	Tibia	-21.19	3.39	36.31	13.85	3.1	UAB
Zatoya 7	IIb	<i>Cervus elaphus</i>	Metapodo	-21.54	2.99	36.72	13.23	3.2	UAB
Zatoya 8	b1-2	<i>Sus scrofa</i>	Metacarpo III	-21.25	4.47	36.36	13.68	3.1	UAB
Zatoya 15	II	<i>Sus scrofa</i>	Metacarpo IV	-21.22	4.52	39.18	14.77	3.1	UAB
Zatoya 16	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metatarso III	-21.21	5.42	36.66	13.92	3.1	UAB
Zatoya 17	II	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.97	5.10	38.07	14.37	3.1	UAB
Zatoya 18	II	<i>Sus scrofa</i>	Tibia	-21.37	3.73	36.12	13.61	3.1	UAB
Zatoya 21	II	<i>Sus scrofa</i>	Falange 1	-20.94	5.78	34.12	12.96	3.1	UAB
Zatoya 22	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Falange 2	-21.02	5.58	36.70	13.75	3.1	UAB
Zatoya 23	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-21.09	5.56	37.94	13.89	3.2	UAB
Zatoya 25	Ib	<i>Capra pyrenaica</i>	Metatarso	-20.67	2.81	39.76	14.83	3.1	UAB
Zatoya 26	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Maxilar	-20.80	5.36	38.00	13.66	3.2	UAB
Zatoya 27	II	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-21.52	4.06	33.72	12.22	3.2	UAB
Zatoya 28	II	<i>Bos primigenius</i>	Falange 2	-22.09	5.02	38.99	14.37	3.2	UAB
Zatoya 29	II	<i>Sus scrofa</i>	Falange 1	-21.28	4.71	39.08	14.87	3.1	UAB
Zatoya 30	II	<i>Sus scrofa</i>	Falange 2	-20.90	5.29	43.33	15.27	3.3	UAB
Zatoya 32	II	<i>Capra pyrenaica</i>	Tibia	-20.03	2.18	41.25	14.71	3.3	UAB
Zatoya 34	Ib	<i>Capreolus capreo.</i>	Metacarpo	-20.32	3.66	42.30	14.83	3.3	UAB
Zatoya 35	II	<i>Cervus elaphus</i>	Metacarpo	-20.70	4.53	41.28	15.06	3.2	UAB
Zatoya 37	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Falange 1	-20.72	4.37	41.88	15.45	3.2	UAB
Zatoya 38	II	<i>Meles meles</i>	Mandibula	-19.50	8.00	42.08	15.54	3.2	UAB
Zatoya 40	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.54	5.38	37.07	13.54	3.2	UAB
Zatoya 41	II	<i>Sus scrofa</i>	Falange 2	-20.81	4.82	39.77	14.75	3.1	UAB
Zatoya 44	b1-2	<i>Meles meles</i>	Mandibula	-18.76	9.97	37.89	14.10	3.1	UAB
Zatoya 45	b1-2	<i>Cervus elaphus</i>	Falange2	-20.88	3.96	41.76	15.10	3.2	UAB
Zatoya 46	b1-2	<i>Sus scrofa</i>	Maxilar	-20.32	5.92	37.06	13.43	3.2	UAB
Zatoya 48	b1-2	<i>Sus scrofa</i>	Mandibula	-19.90	5.54	42.47	15.30	3.2	UAB
Zatoya 50	b1-2	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.73	5.73	38.67	14.07	3.2	UAB
Zatoya 51	II	<i>Sus scrofa</i>	Húmero	-20.33	3.04	40.39	14.50	3.2	UAB
Zatoya 52	II	<i>Cervus elaphus</i>	Falange 2	-20.06	2.51	42.55	15.10	3.3	UAB
Zatoya 55	II	<i>Cervus elaphus</i>	Mandibula	-20.43	1.50	43.71	15.57	3.3	UAB
Zatoya 56	II	<i>Sus scrofa</i>	Ulna	-20.58	3.81	38.24	13.67	3.3	UAB
Zatoya 57	II	<i>Cervus elaphus</i>	Metatarso	-20.10	2.74	31.56	11.16	3.3	UAB
Zatoya 59	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.18	5.71	39.30	13.32	3.4	UAB
Zatoya 60	II	<i>Sus scrofa</i>	Falange 1	-20.73	5.42	41.73	14.10	3.5	UAB
Zatoya 61	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metatarso III	-21.03	4.09	41.92	14.74	3.3	UAB
Zatoya 63	a2	<i>Meles meles</i>	Mandibula	-19.09	6.20	43.22	15.63	3.2	UAB
Zatoya 65	a2	<i>Meles meles</i>	Mandibula	-19.46	8.36	42.91	15.09	3.3	UAB
Zatoya 66	II	<i>Cervus elaphus</i>	Ulna	-20.59	2.75	38.76	13.88	3.3	UAB
Zatoya 67	II	<i>Cervus elaphus</i>	Falange 1	-20.62	1.46	42.67	15.50	3.2	UAB
Zatoya 68	II	<i>Sus scrofa</i>	Mandibula	-19.67	4.44	42.46	15.63	3.2	UAB
Zatoya 69	Ib	<i>Meles meles</i>	Húmero	-18.20	9.16	43.61	16.21	3.1	UAB
Zatoya 70	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.92	5.32	41.70	15.23	3.2	UAB
Zatoya 71	Ib	<i>Sus scrofa</i>	Mandibula	-20.17	6.83	42.86	15.52	3.2	UAB
Zatoya 72	Ib	<i>Capreolus capreo.</i>	Radio	-21.70	3.15	43.45	15.67	3.2	UAB

Tabla 5.99: Resultados de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ obtenidos para el jabalí son menos variables que los del resto de ungulados (Tabla 5.100). La media de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ del jabalí es muy similar a la de especies como el ciervo, el corzo y la cabra montés. En cambio, el uro tiene valores más empobrecidos que el jabalí (1,31‰). Esto puede deberse al efecto dosel (*canopy effect*), que afecta a los animales que habitan medios más boscosos (Drucker et al. 2008), aunque la presencia de un solo individuo dificulta su análisis. Los carnívoros tienen valores más enriquecidos que el resto de los ungulados, lo que se debe a la alimentación cárnica de estas especies (Bocherens y Drucker 2003). Solo las diferencias de los carnívoros fueron significativas estadísticamente respecto a todas las especies menos el corzo (Mann-Whitney; jabalí: $p=0,000531$; ciervo: $p=0,003353$; cabra montés: $p=0,03689$; corzo: $p=0,08136$), lo que puede deberse a la escasez de la muestra analizada.

	n	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus scrofa</i>	21	-20.78	0.09	0.461
<i>Bos primigenius</i>	1	-22.09	0	0
<i>Cervus elaphus</i>	9	-20.68	0.16	0.479
<i>Capreolus capreolus</i>	2	-21.01	0.69	0.976
<i>Capra pyrenaica</i>	3	-20.51	0.24	0.420
<i>Meles meles</i>	5	-19.00	0.24	0.540

Tabla 5.100: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$

Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los jabalís presentan menos variabilidad que los de especies como el ciervo y los carnívoros, pero más que el corzo y la cabra montés, donde los especímenes analizados son escasos (Tabla 5.101). La media de los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los ungulados presenta mayor o menos variabilidad dependiendo la especie, mientras el ciervo y la cabra montés tienen valores muy similares, el corzo tiene valores enriquecidos respecto a estas dos especies (0,54‰ con el ciervo y 0,88‰ con la cabra). A su vez, tanto los jabalís como el uro tienen valores más enriquecidos que el resto de ungulados (jabalí: 1,59‰ con el corzo, 2,13‰ con el ciervo y 2,47‰ con la cabra), aunque por debajo de los valores propuestos para el salto trófico (3-5‰; Bocherens y Drucker 2003). Por otro lado, los carnívoros tienen valores más enriquecidos que el resto de especies (3,32-5,81‰), siempre por encima del salto trófico. Estadísticamente, se observan diferencias en los valores de los jabalís respecto al resto de especies y de los carnívoros respecto a todas las especies salvo el corzo.

	n	$\delta^{15}N\text{‰}$		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus scrofa</i>	21	5.00	0.16	0.837
<i>Bos primigenius</i>	1	5.02	0	0
<i>Cervus elaphus</i>	9	2.87	0.34	1.016
<i>Capreolus capreolus</i>	2	3.41	0.26	0.361
<i>Capra pyrenaica</i>	3	2.53	0.18	0.320
<i>Meles meles</i>	5	8.34	0.63	1.416

Tabla 5.101: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{15}N\text{‰}$

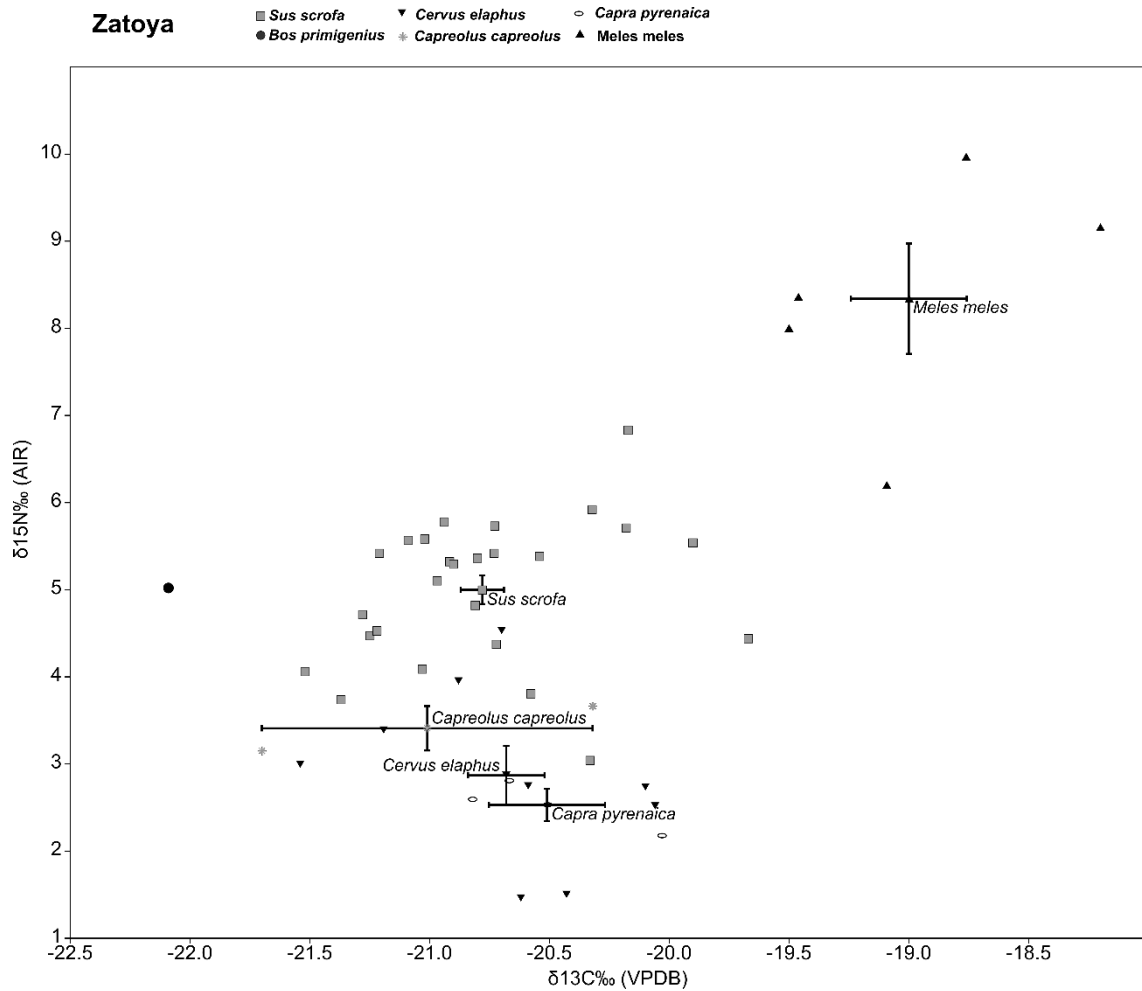


Figura 5.66: Representación gráfica de los resultados de isótopos

Mann-Whitney 15N	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Meles meles</i>
<i>Sus</i>	9.36E-02	0.03603	0.005827	0.000648
<i>Cervus elaphus</i>		0.4094	0.5791	0.003353
<i>Capreolus capreolus</i>			0.1489	0.08136
<i>Capra pyrenaica</i>				0.03689

Tabla 5.102: Test de Mann-Whitney con los resultados de $\delta^{15}N\text{‰}$

Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ muestran una dieta similar de los jabalís respecto al resto de especies de ungulados, lo que sería consecuencia de una alimentación en ambientes similares. El enriquecimiento de entre 1,59‰ y 2,47‰ de los jabalís respecto a los ungulados puede ser debido a la alimentación de esta especie en áreas enriquecidas en nitrógeno (DeNiro y Epstein 1981; Ambrose 1991; Szpak 2014), o lo más probable, por el consumo de proteínas animales, como parte de su dieta omnívora, por parte de los jabalís (Balasse et al. 2016, 2017, 2018; Hamilton y Thomas 2012).

El abrigo de la Peña, en Marañón (Navarra), posee un nivel datado en el 7067-6486 cal BC y atribuido culturalmente al Mesolítico geométrico (Cava y Beriguistain 1991-1992). En él, se documentaron abundantes restos de suidos (40 restos; 21,4%), que pueden corresponder a animales domésticos según Castaños (1991-1992). Se analizaron un total de 19 muestras de las cuales, tan solo 10 dieron resultado satisfactorio (52,6%). La ratio de C:N de las muestras vario entre 3,2 y 3,5, siempre dentro de los valores propuestos DeNiro (1985) y Van Klinken (1999). El %C varían entre 44,32% y 28,05%, y el %N varía entre 15,98% y 9,47%, siempre dentro de los valores considerados validos por Ambrose (1990, 1993).

MUESTRA	NIVEL	ESPECIE	ELEMENTO	d13C	d15N	% C	% N	C:N	Lab
La Peña 73	d	<i>Sus scrofa</i>	Ulna	-20.04	5.52	32.95	11.53	3.3	UAB
La Peña 75	d	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-19.90	4.69	44.32	15.69	3.3	UAB
La Peña 77	d	<i>Sus scrofa</i>	Metapodo	-20.61	3.43	43.31	15.98	3.2	UAB
La Peña 79	d	<i>Sus scrofa</i>	Metacarpo IV	-20.65	4.31	43.72	15.77	3.2	UAB
La Peña 81	d	<i>Capreolus capreolus</i>	Húmero	-20.45	6.17	42.14	15.10	3.3	UAB
La Peña 82	d	<i>Capreolus capreolus</i>	Metatarso	-22.51	3.23	41.59	14.99	3.2	UAB
La Peña 84	d	<i>Cervus elaphus</i>	Falange 1	-20.42	3.92	43.99	15.10	3.4	UAB
La Peña 85	d	<i>Cervus elaphus</i>	Mandíbula	-19.59	4.13	28.05	9.47	3.5	UAB
La Peña 86	d	<i>Vulpes vulpes</i>	Mandíbula	-18.46	6.72	43.23	15.52	3.2	UAB
La Peña 89	d	<i>Felis sylvestris</i>	Húmero	-18.56	7.64	40.11	14.62	3.2	UAB

Tabla 5.103: Resultados de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

La muestra es escasa para todas las especies. Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los suidos son menos variables que los del resto de ungulados (Tabla 5.104). Solamente los carnívoros son menos variables. La media de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los suidos y el ciervo es muy similar entre sí. En cambio, los corzos tienen valores más empobrecidos que estas otras dos especies (1,18‰ para los suidos y 1,48‰ para los ciervos). Esto puede deberse a problemas cuánticos derivados de los pocos efectivos que componen la

muestra, si bien se observa que, en términos absolutos, también puede deberse al efecto dosel (*canopy effect*), que afecta a los animales que habitan medios más boscosos (Rodière et al. 1996; Drucker et al. 2008). Los carnívoros tienen valores más enriquecidos que el resto de los ungulados, lo que se debe a la alimentación cárnica de estas especies (Bocherens y Drucker 2003). Estas diferencias no fueron significativas estadísticamente, lo que puede deberse al escaso número de restos que componen la muestra para cada especie.

	$\delta^{13}\text{C}\text{‰}$		
	Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus sp</i>	-20.3	0.19	0.386
<i>Capreolus capreolus</i>	-21.48	1.03	1.457
<i>Cervus elaphus</i>	-20.01	0.42	0.587
Carnívoros	-18.51	0.05	0.071

Tabla 5.104: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$

Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los suidos son menos variables que los de especies como el corzo y los carnívoros, pero más variables que el ciervo (Tabla 5.105). La media de los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los ungulados es muy similar entre sí, mientras que los carnívoros están enriquecidos entre un 2 y un 3‰, lo que puede ser explicado por el salto trófico entre herbívoros y carnívoros, aunque en especies como el cerdo y el ciervo se encuentra por debajo de los propuestos (3-5‰; Bocherens y Drucker 2003). Estas diferencias tampoco fueron significativas estadísticamente, lo que puede deberse a la escasa muestra de cada especie.

	$\delta^{15}\text{N}\text{‰}$		
	Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus sp</i>	4.49	0.43	0.867
<i>Capreolus capreolus</i>	4.70	1.47	2.079
<i>Cervus elaphus</i>	4.03	0.11	0.148
Carnívoros	7.18	0.46	0.651

Tabla 5.105: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$

Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en los suidos de La Peña son similares a los de las otras dos especies de ungulados, lo que parece indicar que se alimentaron en los mismos ambientes. Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ en los suidos de La Peña también es similar a la de el corzo y el ciervo, estando incluso por debajo que la de los corzos. Esto indica que la

dieta de los suidos fue muy similar a la de los ungulados, estando compuesta principalmente por plantas y, probablemente, sin aporte de proteína animal a la misma.

El abrigo de Aizpea se localiza en el Pirineo navarro, en el término municipal de Arive. Se sitúa a una altitud de 700 metros sobre el nivel del mar. En este yacimiento encontramos un amplio nivel b, que tiene ocupaciones de finales del Mesolítico e inicios del Neolítico (6907-5221 cal BC). En este nivel, el jabalí está representado con 179 restos (20,3%).

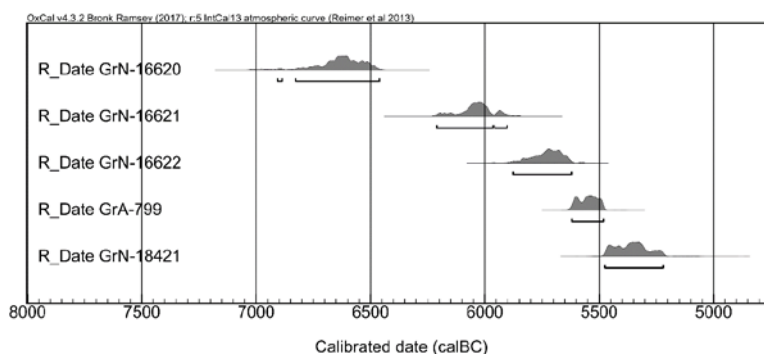


Figura 5.67: Distribución de las fechas C14 del nivel c Aizpea desde el Mesolítico al Neolítico

Se analizaron un total de 25 muestras, de las cuales, 20 dieron resultado satisfactorio (80%). La ratio de C:N de las muestras vario entre 3,2 y 3,4, siempre dentro de los valores propuestos por DeNiro (1985) y Van Klinken (1999). El %C varían entre 44,52% y 36,24%, y el %N varía entre 15,91% y 12,74%, siempre dentro de los valores considerados validos por Ambrose (1990, 1993).

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

MUESTRA	NIVEL	ESPECIE	ELEMENTO	d13C	d15N	% C	% N	C:N	Lab
Aizpea 93	b	Meles meles	Ulna	-19.51	7.95	42.59	15.32	3.2	UAB
Aizpea 94	b	Sus scrofa	Falange 2	-20.94	4.62	41.14	14.51	3.3	UAB
Aizpea 95	b	Capreolus capreolus	Mandíbula	-21.78	4.36	44.50	15.43	3.4	UAB
Aizpea 96	b	Capreolus capreolus	Metatarso	-19.80	4.44	42.90	15.50	3.2	UAB
Aizpea 97	b	Capreolus capreolus	Metapodo	-21.59	3.54	39.52	14.19	3.2	UAB
Aizpea 98	b	Capra pyrenaica	Metatarso	-20.43	3.85	44.21	15.91	3.2	UAB
Aizpea 99	b	Capra pyrenaica	Húmero	-19.78	4.87	41.93	15.41	3.2	UAB
Aizpea 100	b	Capra pyrenaica	Metatarso	-20.10	4.56	40.56	15.13	3.1	UAB
Aizpea 102	b	Cervus elaphus	Falange 1	-20.65	3.02	42.21	15.45	3.2	UAB
Aizpea 103	b	Cervus elaphus	Falange 1	-20.85	4.05	43.91	15.90	3.2	UAB
Aizpea 104	b	Cervus elaphus	Falange 2	-20.70	3.42	43.61	15.48	3.3	UAB
Aizpea 105	b	Bos primigenius	Falange 2	-20.83	5.14	36.98	13.59	3.2	UAB
Aizpea 107	b	Sus scrofa	Húmero	-21.08	4.98	43.39	15.73	3.2	UAB
Aizpea 108	b	Sus scrofa	Falange 2	-20.41	5.05	43.19	15.50	3.2	UAB
Aizpea 110	b	Sus scrofa	Metapodo	-20.76	4.52	36.24	12.74	3.3	UAB
Aizpea 111	b	Sus scrofa	Metacarpo IV	-20.64	4.94	43.00	15.02	3.3	UAB
Aizpea 112	b	Sus scrofa	Falange 1	-20.94	4.54	42.41	15.14	3.3	UAB
Aizpea 113	b	Sus scrofa	Metacarpo	-19.88	11.16	43.84	15.62	3.3	UAB
Aizpea 114	b	Meles meles	Radio	-21.87	11.75	36.90	13.34	3.2	UAB
Aizpea 115	b	Meles meles	Húmero	-18.04	6.24	41.22	14.27	3.4	UAB

Tabla 5.106: Resultados de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

	n	$\delta^{13}C\text{‰}$		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus scrofa</i>	7	-20,66	0,16	0,441
<i>Bos primigenius</i>	1	-20,83	0	0
<i>Cervus elaphus</i>	3	-20,73	0,06	0,104
<i>Capreolus capreolus</i>	3	-21,06	0,63	1,092
<i>Capra pyrenaica</i>	3	-20,10	0,19	0,325
<i>Meles meles</i>	3	-19,81	1,12	1,932

Tabla 5.107: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{13}C\text{‰}$

Los valores de $\delta^{13}C\text{‰}$ de los suidos son más variables que especies como el ciervo y la cabra montés, pero menos que especies como el corzo y el tejón (Tabla 5.107). La media de los valores de $\delta^{13}C\text{‰}$ de los suidos es muy similar a la del resto de ungulados, con una variabilidad de 0,96‰ entre todos ellos. Esto indicaría que se alimentaron en los mismos ambientes. El tejón también tiene valores similares a los de los ungulados, tan solo un poco más enriquecidos (0,29-1,25‰), siempre dentro del enriquecimiento por consumo cárnico (0-2‰; Bocherens y Drucker 2003). Estas diferencias no fueron significativas estadísticamente.

Los valores de $\delta^{15}N\text{‰}$ de los suidos son mucho más variables que los del resto de ungulados (Tabla 5.108). La media de los valores de $\delta^{15}N\text{‰}$ de los jabalís se encuentra más enriquecida que el resto de los ungulados (0,55‰ con el uro, 2,19‰ con el ciervo,

1,58‰ con el corzo y 1,26‰ con la cabra montés). Los carnívoros presentan valores de $\delta^{15}\text{N}$ ‰ enriquecidos respecto a todas las especies (2,87-5,06‰), lo que es debido al salto trófico entre herbívoros y carnívoros (3-5‰; Bocherens y Drucker 2003). Estas diferencias son estadísticamente significativas en el caso de los valores de los jabalís respecto a los valores de los ciervos (Mann-Whitney: $p= 0,0282$) y de los corzos (Mann-Whitney: $p= 0,0282$).

	n	$\delta^{15}\text{N}$ ‰		
		Media	Error estándar	Desviación estándar
<i>Sus scrofa</i>	7	5,69	0,92	2,423
<i>Bos primigenius</i>	1	5,14	0	0
<i>Cervus elaphus</i>	3	3,50	0,30	0,519
<i>Capreolus capreolus</i>	3	4,11	0,29	0,498
<i>Capra pyrenaica</i>	3	4,43	0,30	0,523
<i>Meles meles</i>	3	8,56	1,63	2,820

Tabla 5.108: Resumen estadístico de los resultados de $\delta^{15}\text{N}$ ‰

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ ‰ de los animales muestreados de Aizpea son muy similares entre si. La diferencia entre la especie más enriquecida y la más empobrecida es tan solo de 1,25‰, lo que muestra una alimentación en un ambiente muy similar. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ ‰ de los jabalís son más ricos que los de todas las especies de ungulados salvo el uro. Este enriquecimiento varía entre 0,55 y 1,58‰, pudiendo tener varias explicaciones. Una de ellas es la alimentación en zonas con suelos enriquecidos en nitrógeno (DeNiro y Epstein 1981; Ambrose 1991; Szpak 2014) y la otra es la aportación de proteína animal a la dieta del jabalí, teniendo en cuenta que se trata de una especie omnívora (Balasse et al. 2016, 2017, 2018; Hamilton y Thomas 2012).

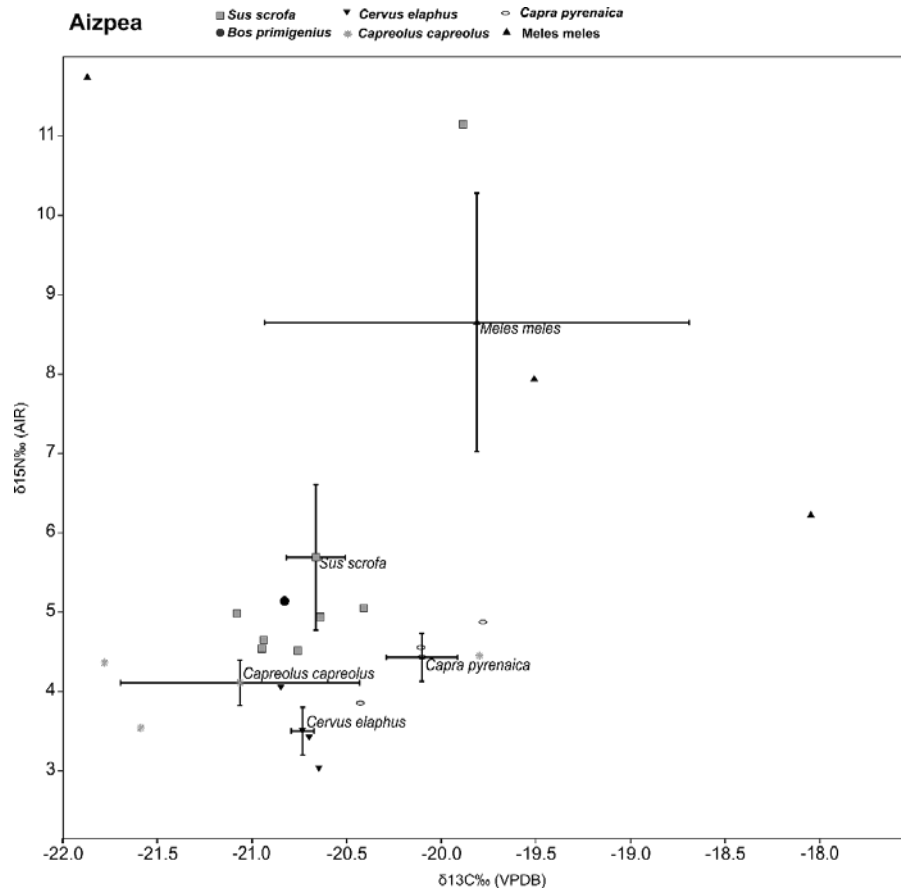


Figura 5.68: Representación gráfica de los resultados de isótopos

5.5 Reproducción y alimentación animal: análisis de isótopos en la bioapatita del esmalte dentario

Se seleccionaron 14 restos dentarios pertenecientes a 12 individuos distintos de oveja, con una edad de entre los 12 y los 72 meses (Tabla 5.109). Todos ellos pertenecientes al nivel 1b salvo el individuo CH Ovis 5, perteneciente al 1a y datado en el 5294-5051 cal BC. Se trata de un total de 8 segundos molares inferiores y 6 terceros molares inferiores. Todos estos restos debían tener la raíz formada, con el límite entre el esmalte y la raíz bien marcado, y un estadio de desgaste no demasiado avanzado.

	NMI	Diente	Lado	Payne clases	Payne edad	Jones clases	Jones edad
CH Ovis 1	103	M2	D	E	24-36m	E1/2	19-36m
CH Ovis 2	115	M2	D	E	24-36m	E3+	22-42m
CH Ovis 3	116	M2	I	EF	24-48m	-	
CH Ovis 4	88	M2	D	D	12-24m	D6+	14-27m
CH Ovis 5	123	M2	D	F	24-36m	F9/10	-
CH Ovis 6	102	M2	D	E	24-36m	E3+	22-42m
CH Ovis 7	109	M2	I	E	24-36m	-	-
CH Ovis 8	107	M2	D	E	24-36m	E1/2	19-36m
CH Ovis 9	127	M3	I	G	48-72m	-	-
CH Ovis 10	119	M3	I	F	36-48m	F5/8	30-54m
CH Ovis 11	121	M3	D	F	36-48m	F9/10	42-66m
CH Ovis 12	125	M3	D	F	36-48m	F9/10	42-66m
CH Ovis 5	123	M3	D	F	36-48m	F9/10	42-66m
CH Ovis 2	115	M3	D	E	24-36m	E3+	22-42m

Tabla 5.109: Muestras analizadas de restos dentarios de oveja

Se realizó un muestreo secuencial en cada uno de los dientes, obteniendo un total de 247 muestras, entre 12 y 22 por cada diente. El tratamiento químico llevado a cabo, como se explica detenidamente en la metodología, ocasionó una pérdida de la muestra de alrededor del 34,7% del peso de la misma. En la Tabla 5.110 se encuentra el resumen de los resultados del muestreo, que pasaran a analizarse por separado en la siguiente sección.

Especímen	n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$				$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$			
		Max	Min	Media	Amplitud	Max	Min	Media	Amplitud
CH Ovis 1	15	-10.940	-11.907	-11.382	0.967	-1.522	-4.937	-3.275	3.415
CH Ovis 2	15	-11.068	-11.511	-11.252	0.443	0.206	-3.988	-2.231	4.194
CH Ovis 3	18	-10.573	-11.452	-11.026	0.879	1.809	-2.156	0.266	3.965
CH Ovis 4	17	-10.766	-11.563	-11.147	0.797	-0.682	-2.729	-1.325	2.047
CH Ovis 5	12	-9.024	-10.206	-9.846	1.182	2.785	-1.880	0.567	4.665
CH Ovis 6	18	-10.382	-11.522	-10.981	1.140	0.082	-3.907	-2.031	3.989
CH Ovis 7	18	-10.553	-11.714	-11.136	1.161	0.359	-2.707	-1.050	3.065
CH Ovis 8	17	-10.391	-11.995	-11.487	1.604	-0.064	-4.522	-2.542	4.457
CH Ovis 9	22	-8.919	-11.579	-10.842	2.660	0.676	-3.643	-1.686	4.319
CH Ovis 10	19	-10.021	-10.939	-10.529	0.918	-0.918	-5.283	-2.716	4.365
CH Ovis 11	19	-10.872	-12.017	-11.331	1.145	-0.792	-3.675	-2.274	2.883
CH Ovis 12	18	-10.811	-11.977	-11.185	1.166	1.339	-3.060	-0.509	4.398
CH Ovis 5	19	-7.670	-10.088	-8.759	2.418	2.384	-3.103	-0.203	5.487
CH Ovis 2	20	-10.741	-11.529	-11.069	0.788	0.472	-3.847	-1.509	4.319
	Min	-11.068	-12.017	-11.487	0.443	-1.522	-5.283	-3.275	2.047
	Max	-7.670	-10.088	-8.759	2.660	2.785	-1.880	0.567	5.487

Tabla 5.110: Resultados de los análisis de isotopos sobre bioapatita

5.5.1 Estacionalidad de la reproducción de las ovejas a través de los isótopos de oxígeno $\delta^{18}\text{O}$

En los segundos molares, la media de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ varía entre 0.567‰ y -2.542‰, los valores mínimos varían entre -1.880‰ y -4.937‰, los valores máximos varían entre 2.785‰ y -1.522‰, y la amplitud de variación entre 2.047‰ y 4.665‰. En los terceros molares, la media de los valores $\delta^{18}\text{O}$ varía entre -0.203‰ y -2.716‰, los valores mínimos varían entre -3.060‰ y -5.283‰, los valores máximos varían entre 2.384‰ y -0.918‰, y la amplitud de variación entre 2.883‰ y 5.487‰.

Tanto en los M2 como en los M3 no hay diferencias significativas entre individuos en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (segundos molares: valor p del test W de Shapiro-Wilk: Mean $p=0.665$; Amp. $p=0.3838$; Max $p=0.5817$; Min $p=0.4965$; terceros molares: valor p del test W de Shapiro-Wilk: Mean $p=0.6801$; Amp. $p=0.09499$; Max $p=0.7188$; Min $p=0.1374$). Cuando todos los valores de oxígeno medidos se analizan con la prueba Kruskal-Wallis se observan diferencias significativas tanto en los valores de los M2 ($p=1.34\text{E-}06$) como en los de los M3 ($p=8.31\text{E-}02$). La prueba estadística Mann-Whitney también muestra diferencias significativas entre individuos tanto para M2 como para M3, como se puede observar en las Tablas 5.113 y 5.114.

Especimen	Diente	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} \text{‰}$			
			Media	Amplitud	Max	Min
CH Ovis 1	M2	15	-3.275	3.415	-1.522	-4.937
CH Ovis 2	M2	15	-2.231	4.194	0.206	-3.988
CH Ovis 3	M2	18	0.266	3.965	1.809	-2.156
CH Ovis 4	M2	17	-1.325	2.047	-0.682	-2.729
CH Ovis 5	M2	12	0.567	4.665	2.785	-1.880
CH Ovis 6	M2	18	-2.031	3.989	0.082	-3.907
CH Ovis 7	M2	18	-1.050	3.065	0.359	-2.707
CH Ovis 8	M2	17	-2.542	4.457	-0.064	-4.522

Tabla 5.111: Resumen estadístico de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en M2

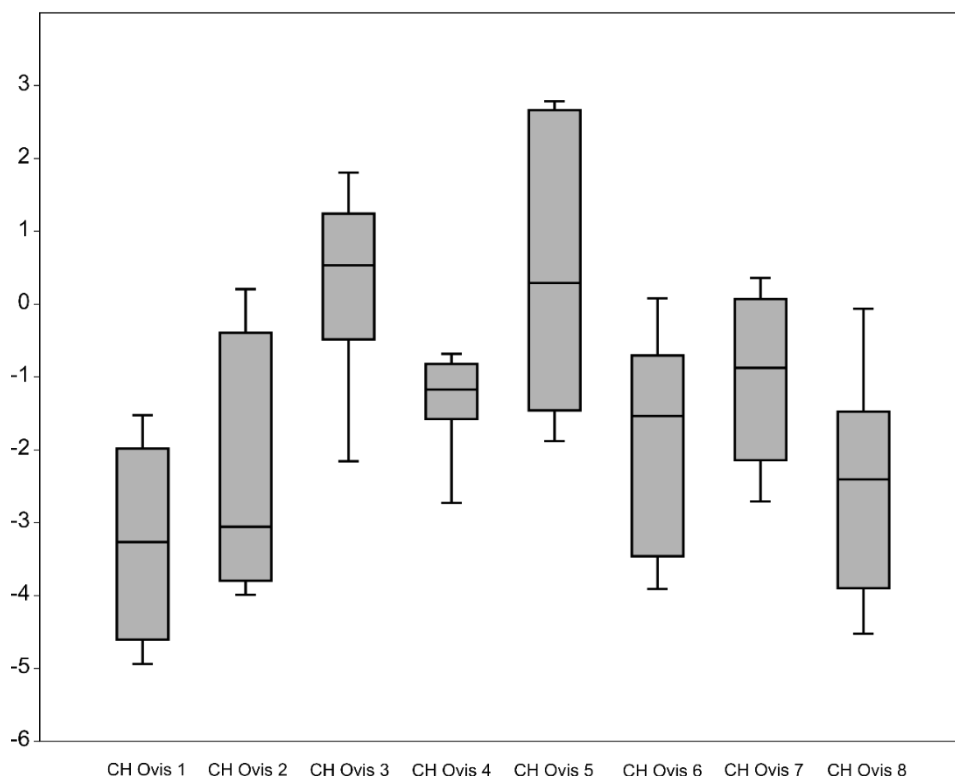


Figura 5.69: Representación gráfica de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en M2

Especimen	Diente	n	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}} \text{‰}$			
			Media	Amplitud	Max	Min
CH Ovis 9	M3	22	-1.686	4.319	0.676	-3.643
CH Ovis 10	M3	19	-2.716	4.365	-0.918	-5.283
CH Ovis 11	M3	19	-2.274	2.883	-0.792	-3.675
CH Ovis 12	M3	18	-0.509	4.398	1.339	-3.060
CH Ovis 5	M3	19	-0.203	5.487	2.384	-3.103
CH Ovis 2	M3	20	-1.509	4.319	0.472	-3.847

Tabla 5.112: Resumen estadístico de los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en M3

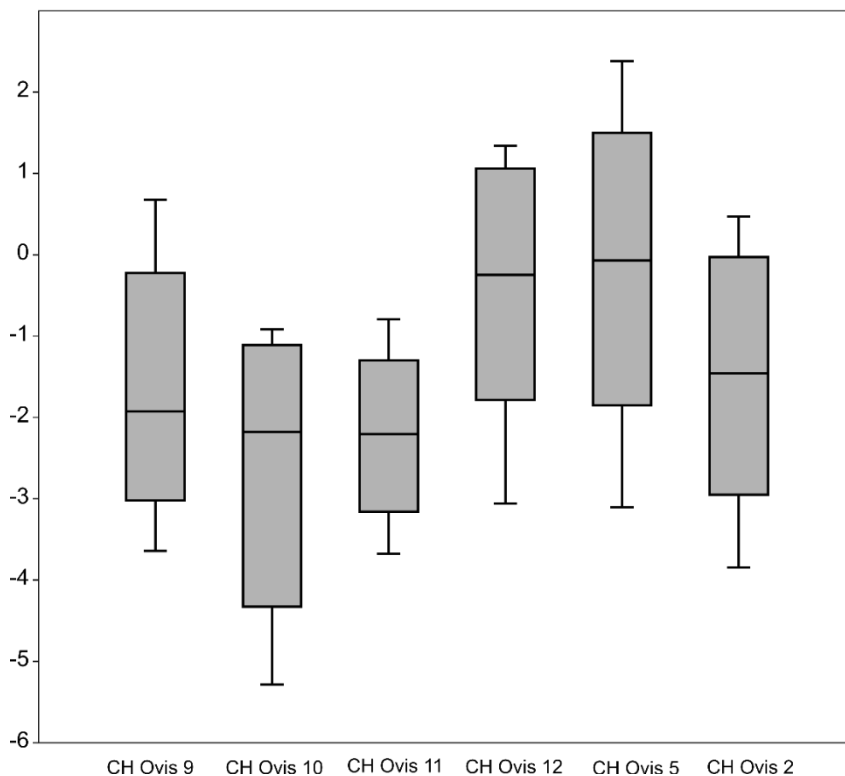


Figura 5.70: Representación gráfica de los valores de $\delta^{18}O$ en M2

M2	CH Ovis 2	CH Ovis 3	CH Ovis 4	CH Ovis 5	CH Ovis 6	CH Ovis 7	CH Ovis 8
CH Ovis 1	0.1249	5.69E-03	2.34E-02	3.02E-05	0.0147	0.0002	0.1623
CH Ovis 2		0.0002	0.1863	0.0023	0.7863	0.0227	0.5711
CH Ovis 3			0.0006	0.5393	7.17E-02	0.0020	1.92E-02
CH Ovis 4				0.0354	0.2283	0.4987	0.0072
CH Ovis 5					0.0028	0.0211	0.0004
CH Ovis 6						0.0354	0.2689
CH Ovis 7							0.0035

Tabla 5.113: Test de Mann-Whitney en M2

M3	CH Ovis 10	CH Ovis 11	CH Ovis 12	CH Ovis 5	CH Ovis 2
CH Ovis 9	0.0733	0.2048	0.01612	0.00796	0.7339
CH Ovis 10		0.6614	0.0007858	0.0007868	0.04164
CH Ovis 11			0.0007037	0.001461	0.09735
CH Ovis 12				0.5333	0.03929
CH Ovis 5					0.0316

Tabla 5.114: Test de Mann-Whitney en M3

Las Figuras 5.69 y 5.70 también muestran una gran variabilidad en los valores de $\delta^{18}O$ tanto entre individuos como en los propios individuos. Mientras algunos

individuos muestran una baja variabilidad (CH Ovis 3, CH Ovis 4), otros muestran una gran variabilidad (CH Ovis 2, CH Ovis 8).

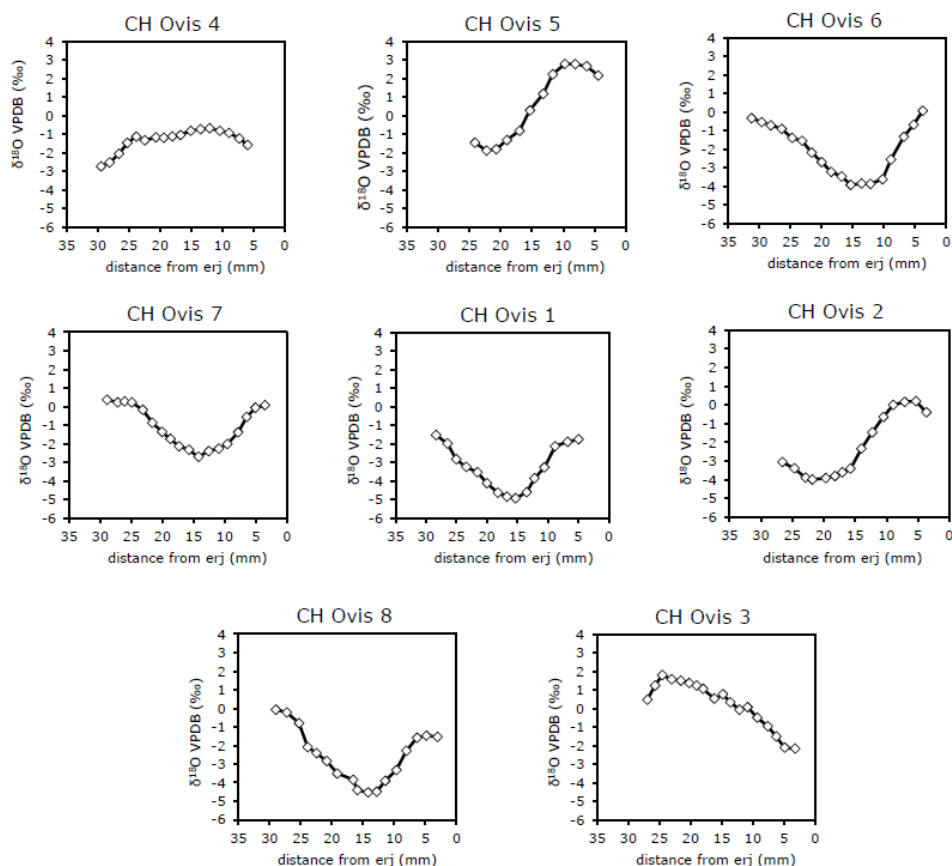


Figura 5.71. Representación gráfica de los valores de $\delta^{18}O$ de M2 por individuos

La mayor parte de los valores de $\delta^{18}O$ ‰ tanto en el M2 como en el M3 muestran un patrón ondulante cercano a una variación sinusoidal, lo que probablemente refleje el ciclo estacional de la composición del agua disponible, marcando los valores más bajos la estación fría y los más altos la estación cálida. Tan solo en los especímenes CH Ovis 3 y CH Ovis 4 los patrones no son ondulantes.

En los segundos molares, los valores mínimos correspondientes a la estación fría se registran a una distancia de la ERJ (enamel-root junction, unión esmalte-raíz) que varía entre 3,27 y 29,5 mm, y los valores máximos correspondientes a la estación cálida se registran a una distancia de la ERJ que varía entre 3,8 y 29,02 mm. En los terceros molares, los valores mínimos correspondientes a la estación fría se registran a una distancia de la ERJ (enamel-root junction, unión esmalte-raíz) que varía entre 13,3 y

29,53 mm, y los valores máximos correspondientes a la estación cálida se registran a una distancia de la ERJ que varía entre 11,81 y 33,52 mm.

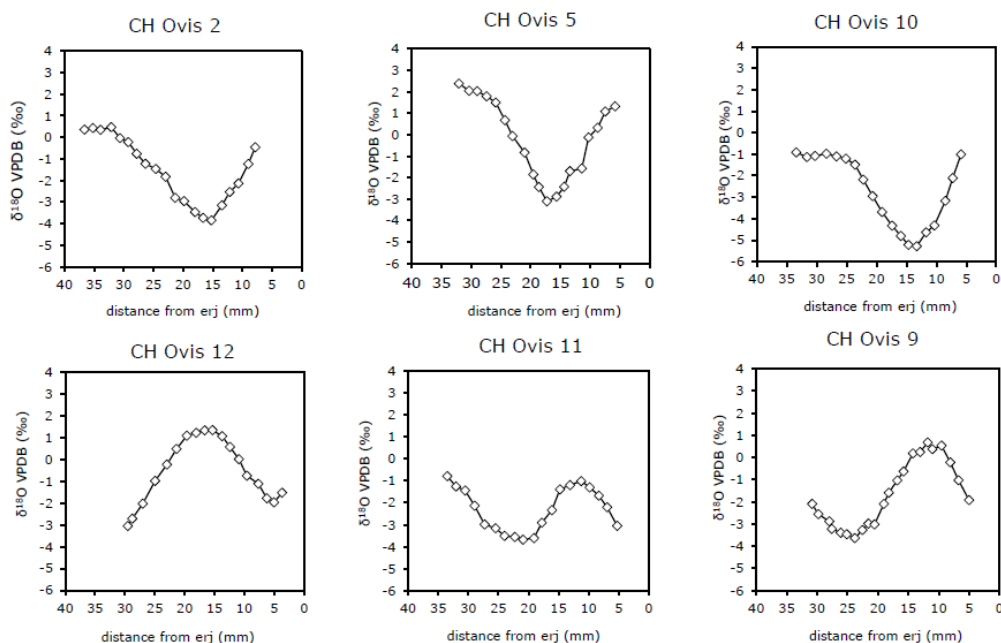


Figura 5.72: Representación gráfica de los valores de $\delta^{18}O$ de M3 por individuos

5.5.2 Modelización reproducción ovejas

Las secuencias de los valores de $\delta^{18}O$ ‰ en los segundos y los terceros molares han sido modeladas siguiendo la función coseno propuesta por Balasse et al. 2012. En la Tabla x se presentan los resultados de los parámetros que mejor se ajustan al modelo para los segundos molares y en la Tabla x los que mejor se ajustan para los terceros. Los primeros cuatro valores son considerados clave para describir las secuencias, fijando el resto de parámetros en 0. Los primeros cuatro valores son: X (período del ciclo en mm, que corresponde con la longitud del diente formado a lo largo de un año), A [= (max-min)/2; amplitud de la señal de isótopo estable medida en el esmalte en ‰], M (media en ‰) y x0 (retardo, es decir, posición en la corona del diente donde $\delta^{18}O$ es la más alta) (Balasse et al. 2012). El ajuste del modelo se estima utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, que en nuestro caso ha dado unos resultados medios de $r=0,985$ para los M2 y $r=0,985$ para los M3 que han mostrado un buen ajuste entre el modelo y el conjunto de datos. Los especímenes CH Ovis 3 y CH Ovis 4 con el M2 y CH Ovis 12

con el M3 han dado unos valores que no se ajustaban al modelo debido a la ausencia de valores mínimos para construir el modelo.

M2	CH Ovis 1	CH Ovis 2	CH Ovis 5	CH Ovis 6	CH Ovis 7	CH Ovis 8	Media
n (modelo)	15	15	12	18	18	17	
X (mm)	29.174	24.800	27.213	25.528	26.199	33.265	27.697
A (‰)	2.159	1.613	2.375	1.749	1.438	2.278	1.935
x0 (mm)	6.220	4.407	7.963	27.676	0.742	31.199	13.035
M (‰)	-2.019	-3.238	0.510	-2.256	-1.055	-2.066	-1.687
p	0	0	0	0	0	0	0.000
xA	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
xB	0	0	0	0	0	0	0.000
b	0	0	0	0	0	0	0.000
x0/X	0.21	0.18	0.29	0.08	0.03	0.94	0.289
coeff. Pearson	0.984	0.994	0.998	0.968	0.983	0.985	0.985

Tabla 5.115: Resultados de la aplicación del modelo en M2

M3	CH Ovis 9	CH Ovis 10	CH Ovis 11	CH Ovis 5	CH Ovis 2	Media
n (modelo)	22	19	19	19	20	
X (mm)	26.177	23.685	21.812	26.995	30.216	25.777
A (‰)	2.056	2.159	1.377	2.478	1.939	2.002
x0 (mm)	11.696	2.699	10.723	2.755	2.073	5.989
M (‰)	-1.623	-3.022	-2.500	-0.172	-1.604	-1.784
p	0	0	0	0	0	0
xA	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
xB	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0
x0/X	0.49	0.10	0.07	0.45	0.11	0.245
coeff. Pearson	0.993	0.989	0.981	0.987	0.983	0.987

Tabla 5.116: Resultados de la aplicación del modelo en M3

La división del retraso, dado por el valor x_0 , y el ciclo anual, dando por el valor X , permite situar a cada espécimen dentro del ciclo anual. Como se puede comprobar en las Figuras 5.73 y 5.74, las asignaciones de cada individuo tanto en los segundos molares como en los terceros se agrupan. Para los segundos molares se observa como el individuo CH Ovis 8 se sitúa en la parte alta del ciclo anual, lo se corresponde con el final del ciclo anterior, por lo que la distancia total es de 0,34 años, lo que se corresponde con aproximadamente 4 meses.

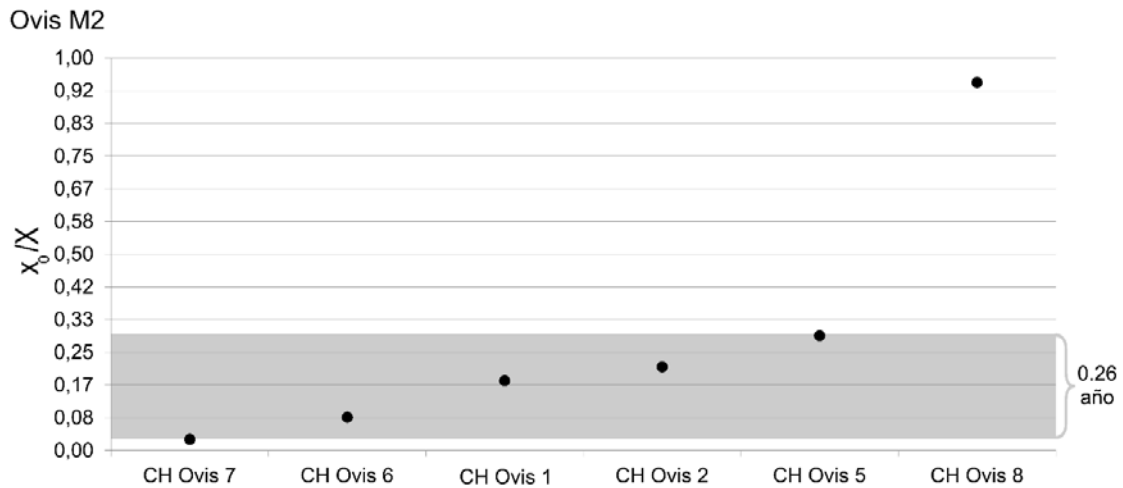


Figura 5.73: Resultados del modelo para M2 (x_0/X representa el periodo normalizado de un año)

Para los terceros molares las asignaciones dan un plazo total de 0,42 años, lo que se corresponde con 5 meses. La variabilidad en la longitud de los ciclos entre los segundos y los terceros molares ya ha sido observada en estudios anteriores (Blaise y Balasse 2011, Tornero et al. 2013). En todo caso, para los terceros molares se observa una brecha entre los individuos CH Ovis 2, 5, 10 y los individuos CH Ovis 9 y 11. La diferencia entre individuos dentro de estos grupos es muy pequeña (0,05 años), pero entre ambos es de 0,33 años, lo que corresponde con 4 meses.

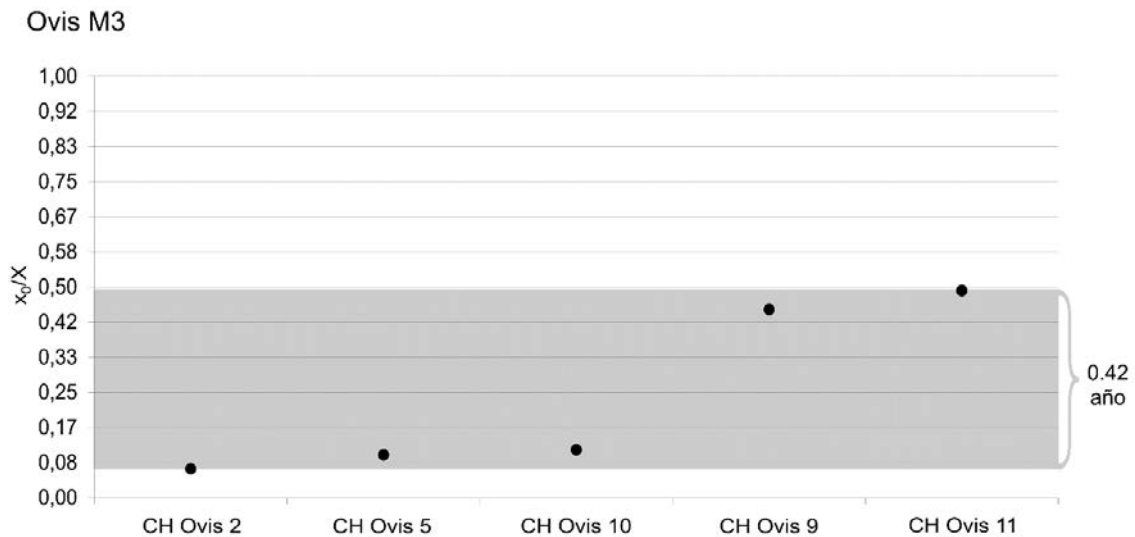


Figura 5.74: Resultados del modelo para M2 (x_0/X representa el periodo normalizado de un año)

5.5.3 Alimentación de las ovejas

En los segundos molares, la media de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ varía entre -9.846‰ y -11.487‰ , los valores mínimos varían entre -9.024‰ y -11.068‰ , los valores máximos varían entre -10.206‰ y -11.995‰ , y la amplitud de variación entre 0.443‰ y 1.604‰ . En los terceros molares, la media de los valores $\delta^{13}\text{C}$ varía entre -8.759‰ y -11.331‰ , los valores mínimos varían entre -7.670‰ y -10.872‰ , los valores máximos varían entre -10.088‰ y -12.017‰ , y la amplitud de variación entre 0.918‰ y 2.660‰ .

Tanto en los M2 como en los M3 no hay diferencias significativas entre individuos en los valores de $\delta^{18}\text{O}$ (segundos molares: valor p del test W de Shapiro-Wilk: Mean $p=0.665$; Amp. $p=0.3838$; Max $p=0.5817$; Min $p=0.4965$; terceros molares: valor p del test W de Shapiro-Wilk: Mean $p=0.6801$; Amp. $p=0.09499$; Max $p=0.7188$; Min $p=0.1374$).

Especimen	Diente	n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} \text{‰}$			
			Media	Amplitud	Max	Min
CH Ovis 1	M2	15	-11.382	0.967	-11.907	-10.940
CH Ovis 2	M2	15	-11.252	0.443	-11.511	-11.068
CH Ovis 3	M2	18	-11.026	0.879	-11.452	-10.573
CH Ovis 4	M2	17	-11.147	0.797	-11.563	-10.766
CH Ovis 5	M2	12	-9.846	1.182	-10.206	-9.024
CH Ovis 6	M2	18	-10.981	1.140	-11.522	-10.382
CH Ovis 7	M2	18	-11.136	1.161	-11.714	-10.553
CH Ovis 8	M2	17	-11.487	1.604	-11.995	-10.391

Tabla 5.117: Resumen estadístico de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en M2

Especimen	Diente	n	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} \text{‰}$			
			Media	Amplitud	Max	Min
CH Ovis 9	M3	22	-10.842	2.660	-11.579	-8.919
CH Ovis 10	M3	19	-10.529	0.918	-10.939	-10.021
CH Ovis 11	M3	19	-11.331	1.145	-12.017	-10.872
CH Ovis 12	M3	18	-11.185	1.166	-11.977	-10.811
CH Ovis 5	M3	19	-8.759	2.418	-10.088	-7.670
CH Ovis 2	M3	20	-11.069	0.788	-11.529	-10.741

Tabla 5.118: Resumen estadístico de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en M3

Entre los resultados, destacan los aportados por el individuo CH Ovis 5 tanto en los segundos como en los terceros molares, que tiene valores muy altos de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ que podrían deberse a momentos de sequedad (Kohn 2010) a la aportación en la dieta de

plantas C4 (< -7,7‰; Balasse et al. 2017), algo poco habitual en el ámbito peninsular durante el Neolítico antiguo (López-Costas y Alexander 2019).

La Figura 5.75 muestra variabilidad en los valores de $\delta^{13}C$ ‰ para los segundos molares, pero dejando a un lado el individuo CH Ovis 5, el resto de individuos tienen valores muy similares que varían entre -11,995‰ y -10,382‰, dentro de un intervalo de 1,613‰. La variabilidad es diversa entre individuos, pero la amplitud máxima dentro de cada individuo no supera los 2‰. El test Mann-Whitney muestra diferencias estadísticas entre individuos.

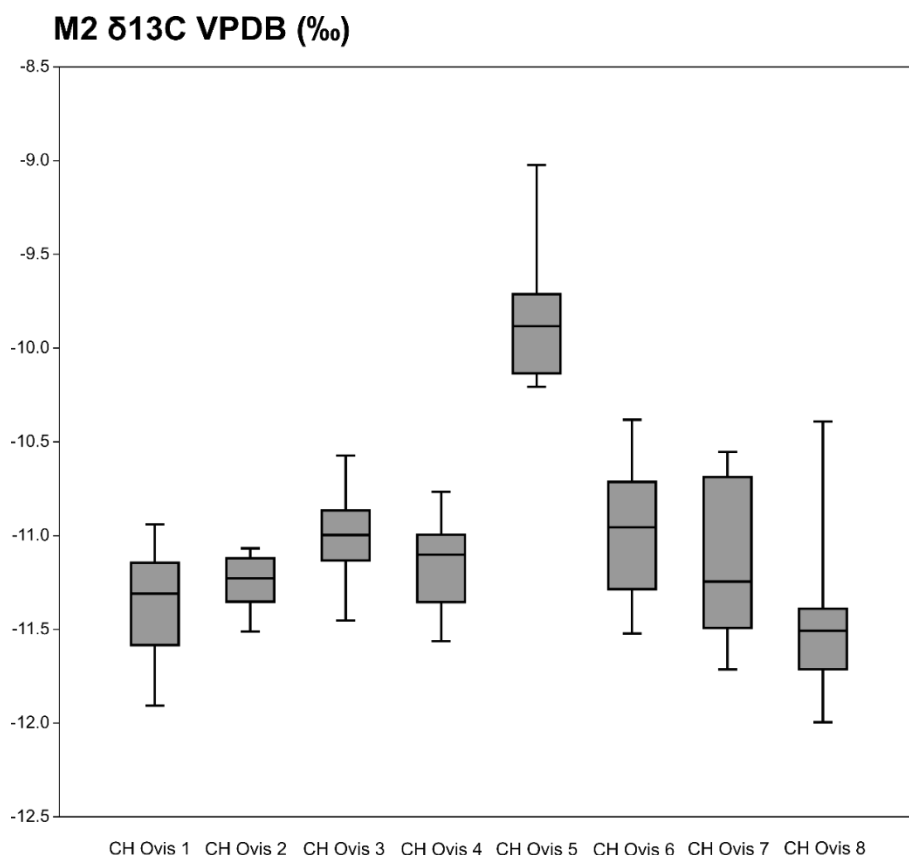


Figura 5.75: Representación gráfica de los valores de $\delta^{13}C$ en M2

M2	CH Ovis 2	CH Ovis 3	CH Ovis 4	CH Ovis 5	CH Ovis 6	CH Ovis 7	CH Ovis 8
CH Ovis 1	0.1985	0.0007235	0.01566	1.26E-02	0.003609	0.1533	0.18
CH Ovis 2		0.002856	0.1127	1.26E-02	0.03146	0.7042	0.002364
CH Ovis 3			0.1249	5.34E-03	0.6127	0.3506	9.19E-02
CH Ovis 4				6.97E-03	0.1511	0.8045	0.0002985
CH Ovis 5					5.34E-03	5.34E-03	6.97E-03
CH Ovis 6						0.3038	0.0003015
CH Ovis 7							0.01271

Tabla 5.119: Test Mann-Whitney de $\delta^{13}C$ en M2

Para los terceros molares, la variabilidad también es alta, aunque si dejamos a parte al individuo CH Ovis 5, el resto de individuos tienen valores muy similares que varían entre -12,017‰ y -8,919‰, dentro de un intervalo de 3,098‰. Aunque este intervalo puede resultar confuso, ya que en propio individuo CH Ovis 9 tiene valores más enriquecidos hacia el final de su secuencia. El test Mann-Whitney muestra diferencias estadísticas entre individuos.

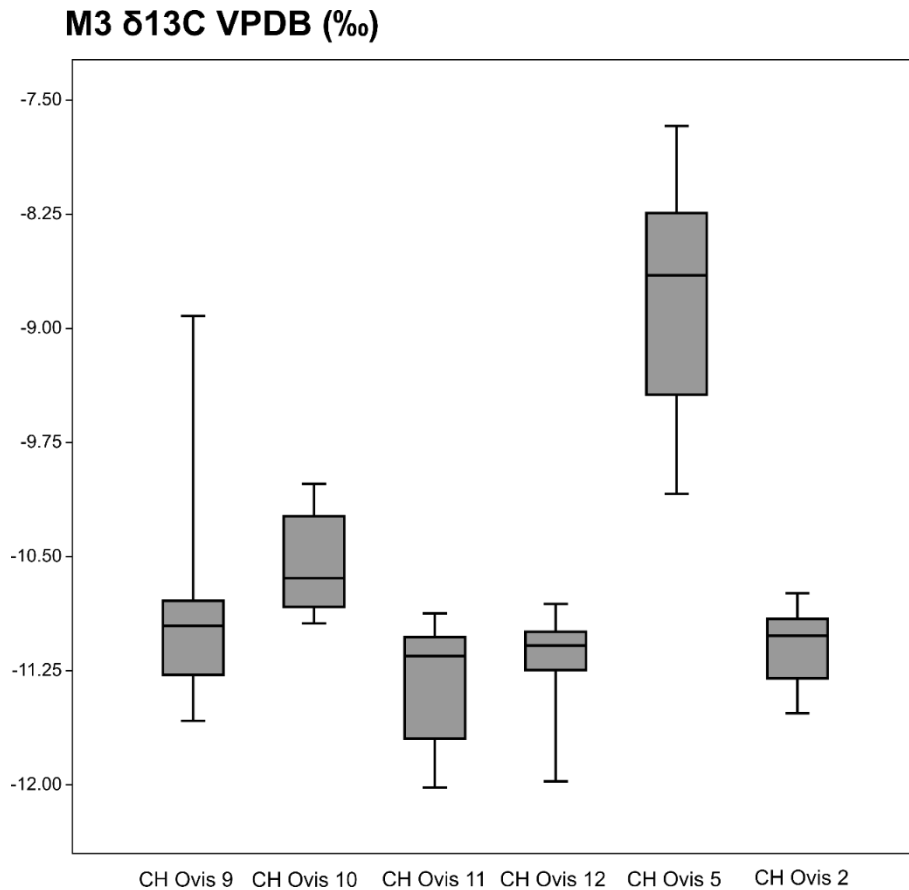


Figura 5.76: Representación gráfica de los valores de $\delta^{13}C$ en M3

M3	CH Ovis 10	CH Ovis 11	CH Ovis 12	CH Ovis 5	CH Ovis 2
CH Ovis 9	0,002127	0,0145	0,1496	3.68E-04	0,5207
CH Ovis 10		3.23E-04	7.89E-04	2.03E-04	2.52E-03
CH Ovis 11			0,3384	1.48E-04	0,01507
CH Ovis 12				2.20E-04	0,1932
CH Ovis 5					1.01E-04

Tabla 5.120: Test Mann-Whitney de $\delta^{13}C$ en M2

La media y el error estándar confirma los datos del box plot, que la dieta no fue muy variable entre las ovejas de Chaves a lo largo de su vida. Este hecho resulta más evidente para los terceros molares que para los segundos.

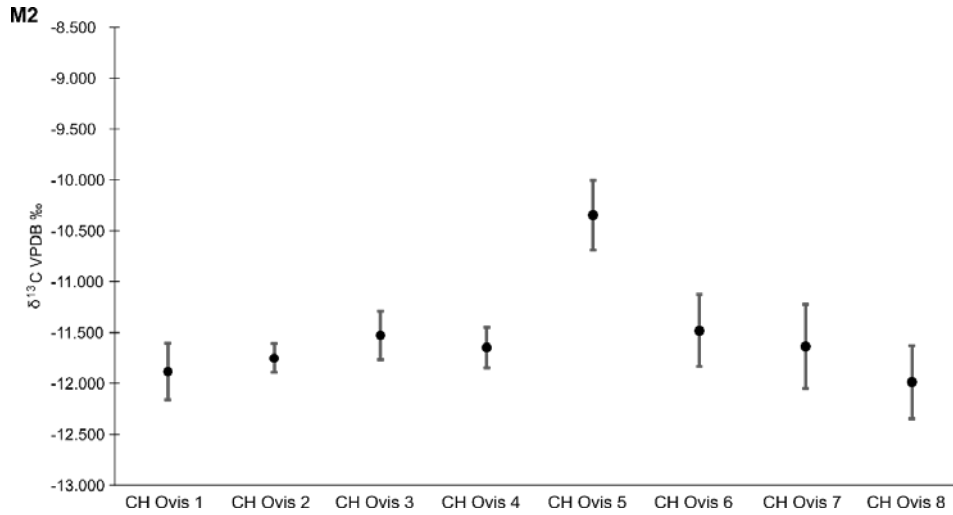


Figura 5.77: Valores $\delta^{13}\text{C}\%$ por individuos en M2

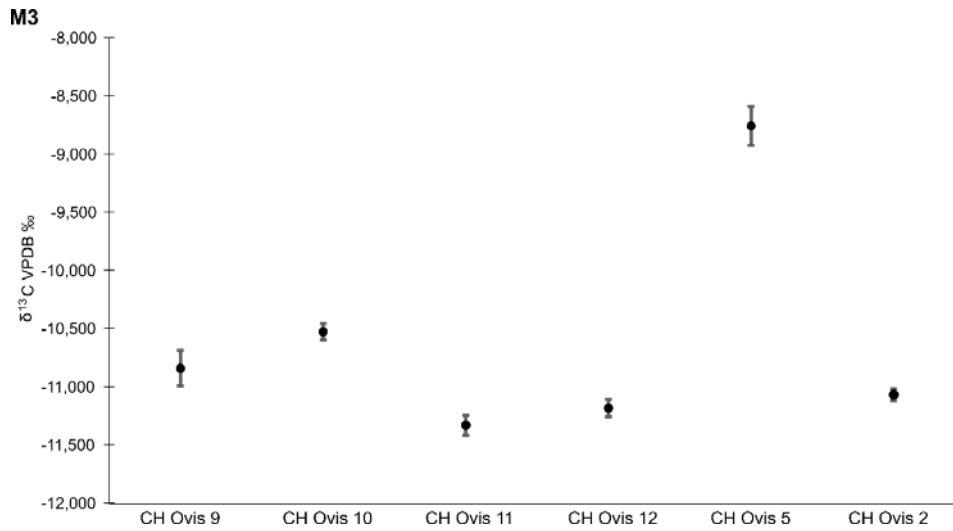


Figura 5.78: Valores de $\delta^{13}\text{C}\%$ por individuos en M3

Pearson	n	r	p
CH Ovis 1	15	-0.22041	0.4299
CH Ovis 2	15	-0.56353	0.028691
CH Ovis 3	18	0.86686	3.24E-02
CH Ovis 4	17	-0.71912	0.0011405
CH Ovis 5	12	0.13248	0.68147
CH Ovis 6	18	-0.90122	3.33E-03
CH Ovis 7	18	0.6975	0.0012914
CH Ovis 8	17	-0.12444	0.63418
CH Ovis 9	22	0.11331	0.61561
CH Ovis 10	19	-0.17385	0.4766
CH Ovis 11	19	-0.47717	0.03884
CH Ovis 12	18	0.62131	0.0059197
CH Ovis 5	19	0.41408	0.077984
CH Ovis 2	20	0.064681	0.78645

Tabla 5.121: Coeficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson es utilizado para medir la correlación entre la secuencia de $\delta^{18}O\%$ y de $\delta^{13}C\%$. En la tabla 5.121, se puede observar como el coeficiente fue aplicado a los diferentes individuos, observando que en individuos como existen correlación tanto positiva (CH Ovis 3, CH Ovis 7, CH Ovis 12) como negativa (CH Ovis 2, CH Ovis 4, CH Ovis 6 y CH Ovis 11). En el resto de los individuos sus secuencias no están correlacionadas.

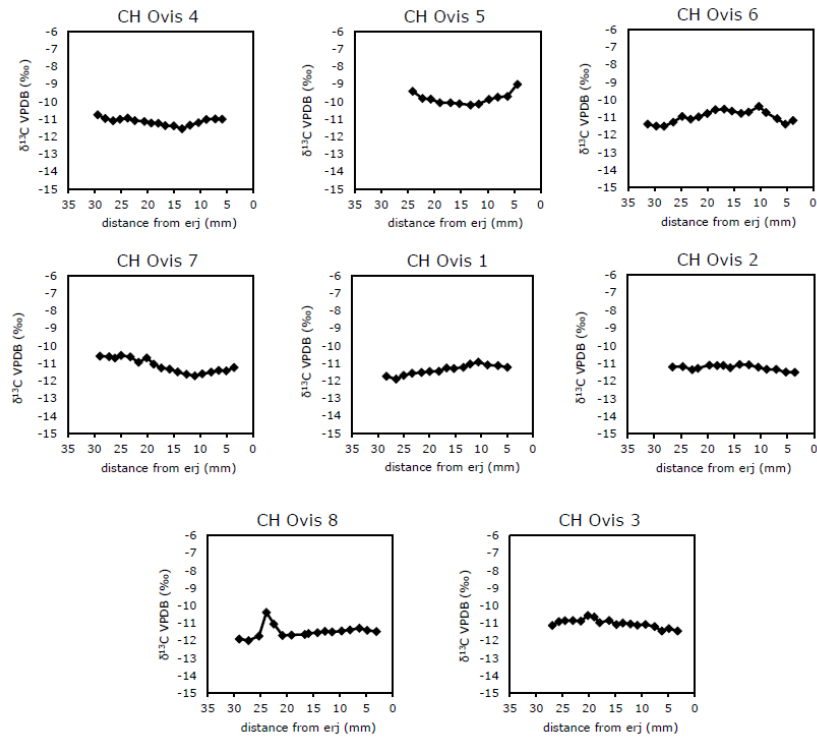


Figura 5.79: Variabilidad de los valores $\delta^{13}C\%$ en M2 por individuos

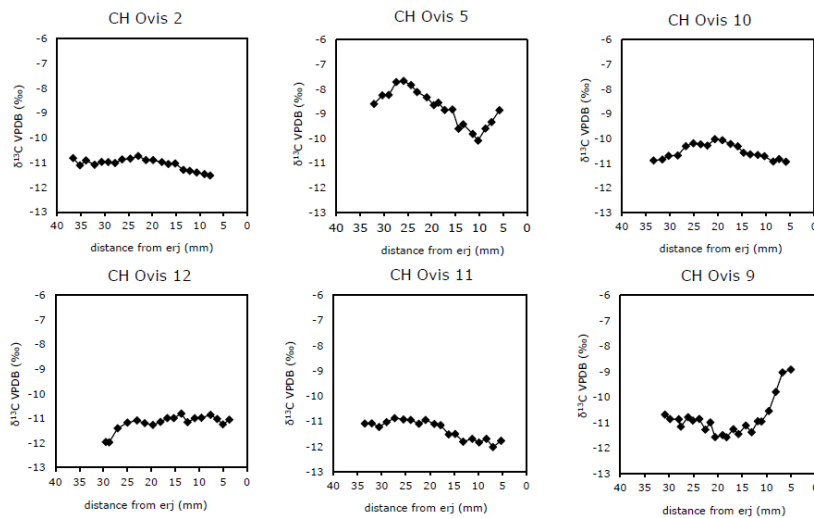


Figura 5.80: Variabilidad de los valores $\delta^{13}C\%$ en M3 por individuos

5.6 Alimentación a partir del microdesgaste dentario

Inicialmente, de Chaves se seleccionó un total de 59 muestras, de las cuales 19 fueron descartadas por problemas tafonómicos siguiendo King et al. (1999). Del total de 40 analizadas (Tabla 5.122), 19 pertenecen a *Ovis aries* (2 de un mismo individuo), 5 a *Bos taurus*, 6 a *Cervus elaphus*, 5 a *Capreolus capreolus* y 5 a *Capra pyrenaica*. Las ovejas se encuentran en diferentes estadios de edad (C=5; D= 2; DE= 1; EF= 9; G= 1; HI= 2).

Especies	N	#P	#S	S/P ratio	%P	%LP	%G	SWS	%CS	%0-17
<i>Ovis aries</i>	19	16	7.5	0.56	66.7	33.2	0	0.2	0	100
<i>Bos taurus</i>	5	11.8	9.5	0.81	55.4	23	20	0.4	20	100
<i>Cervus elaphus</i>	6	15.1	8.2	0.54	64.9	35	0	0.5	17	100
<i>Capreolus capreolus</i>	5	15.1	11	0.71	58.5	34	20	0	0	100
<i>Capra pyrenaica</i>	5	11	12	1.05	48.7	33	0	0	0	80

Tabla 5.122: Resumen estadístico de las microtrazas registradas

Por especies, las ovejas presentan un bajo número de *pits* (Mean= 16) y de estrías (Mean= 7,5). El número de estrías tiene un rango entre 4,5 y 13, mientras que los *pits* entre 8 y 29. En el 80% de los individuos hay más *pits* que estrías. En el rango de grosor de las estrías o SWS (*scratch width score*) predominan las estrías finas en prácticamente todos los individuos salvo en cuatro (C10.40, C3.115, C3.109 y C1.188). Hay menos *pits* grandes (*large pits*, LP) que pequeños. Además, destaca la ausencia de estrías cruzadas (CS) y de depresiones de circunferencia irregular o *gouges* (G). Estos datos sugieren una dieta ramoneadora de esta especie, aunque se han detectado diferencias de alimentación según la edad. En cuanto a las estrías, los animales más jóvenes (estadio C: 6-12 meses, analizados los M1 de todos los individuos menos uno, que se ha analizado en dp4) tienen menos estrías que los adultos (estadio EF: 24-48 meses; estadio GHI: >48 meses) (Kruskal-Wallis: C-EF p= 0,0268; C-GHI p= 0,0236).

Los bóvidos domésticos también están caracterizados por un bajo número de *pits* (Mean= 11,8) y de estrías (Mean= 9,5). Las estrías presentan un rango de valores entre 8 y 10,5, mientras que los *pits* uno entre 8 y 15. Los *pits* son más numerosos que las estrías en el 80% de los individuos. Predominan las estrías finas, aunque en dos individuos hay el mismo número de estrías finas y gruesas. Los *pits* grandes son menos numerosos que los pequeños. Destaca el individuo CH.7C.35, que presenta estrías cruzadas y *gouges*. La dieta de esta especie es ramoneadora.

Entre los animales salvajes, el ciervo también presenta un bajo número de *pits* (Mean= 15.1) y de estrías (Mean= 8,2). Las estrías tienen un rango entre 5 y 13,5, mientras que los *pits* entre 6,5 y 25,5. En el 67% de los individuos hay más *pits* que estrías. Las estrías finas predominan en todos los individuos salvo en el 7D.1B.90, en el que predominan las gruesas. De nuevo, hay menos *pits* grandes que pequeños. Solo uno de los individuos (CH.251) presenta estrías cruzadas. La dieta de esta especie es ramoneadora.

El corzo tiene igualmente un bajo número de *pits* (Mean= 15,1) y de estrías (Mean= 11). Las estrías tienen un rango entre 6 y 16, mientras que los *pits* entre 10,5 y 22. El 60% de los individuos poseen más *pits* que estrías. Las estrías finas predominan sobre las gruesas, que apenas se documentan. Los *pits* grandes son menos numerosos que los pequeños. Uno de los individuos posee *gouges* (659). La dieta de esta especie es ramoneadora.

La cabra montés muestra un bajo número de *pits* (Mean= 11) y de estrías (Mean= 12). Las estrías tienen un rango entre 7 y 19, mientras que los *pits* entre 6 y 20,5. El 67% de los individuos poseen más *pits* que estrías. Las estrías finas predominan sobre las gruesas y los *pits* pequeños sobre los grandes. No se ha detectado estrías cruzadas ni *gouges*. La dieta de esta especie es ramoneadora.

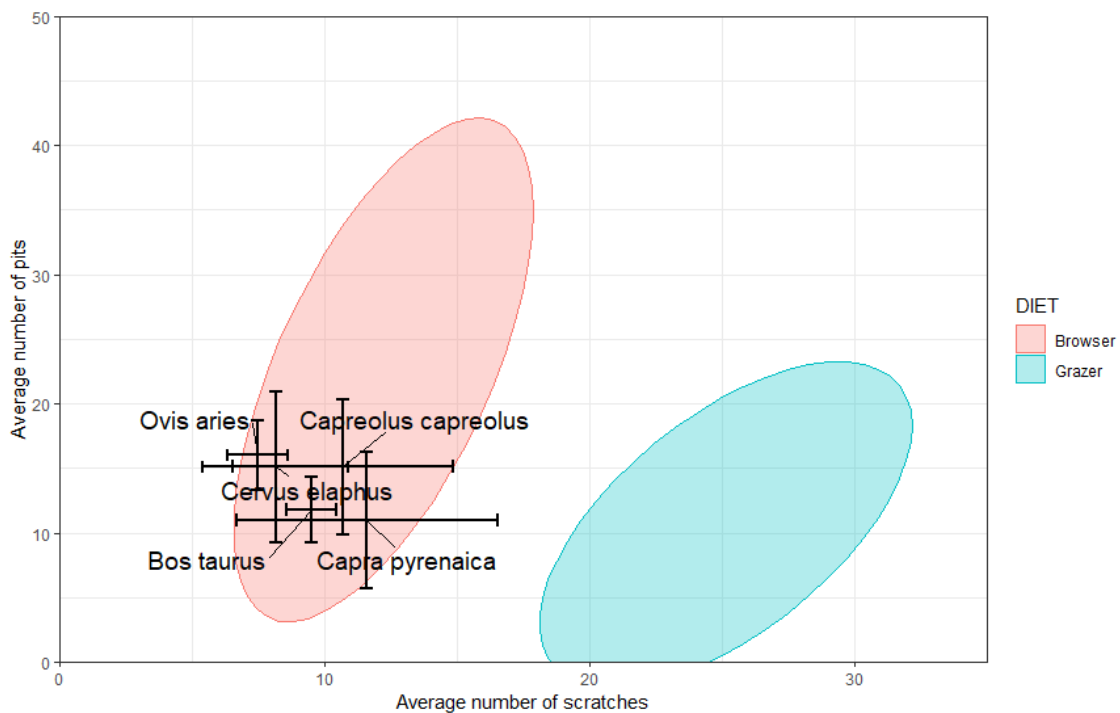


Fig. 5.81: Representación gráfica de las estrías y los pits por especies

En resumen, todas las especies analizadas se caracterizan por unas superficies de esmalte con un bajo número de *pits* (Mean= 13,7, con un rango medio entre 6 y 29) y de estrías (Mean= 9,5, rango entre 4,5 y 19). Los *pits* son más numerosos que las estrías en todas las especies menos en la cabra montés, donde el número es similar. La dieta de estas 5 especies es muy similar entre sí, como demuestran los test estadísticos (Tabla 5.124). La variabilidad de las estrías es mayor entre los animales salvajes que entre los domésticos (Tabla 5.123), mientras que en los *pits* no se observan estas diferencias entre animales salvajes y domésticos. Solo se observan diferencias entre las ovejas más jóvenes y el resto de especies. Las ovejas sacrificadas en el estadio C (6-12 meses) tienen un número de estrías estadísticamente distinto a las ovejas adultas (EF, 2-4 años) y al resto de especies, salvo el ciervo.

CHAVES Microdesgaste	ESTRIÁS			PITS		
	Media	SD	CV	Media	SD	CV
<i>Ovis aries</i>	16	2.52	0.33	7.5	5.81	0.36
<i>Bos taurus</i>	11.8	0.11	0.11	9.5	2.86	0.24
<i>Cervus elaphus</i>	15.1	3.37	0.41	8.2	0.72	0.05
<i>Capreolus capreolus</i>	15.1	4.66	0.44	11	5.87	0.39
<i>Capra pyrenaica</i>	11	5.5	0.47	12	5.93	0.54

Tabla 5.123: Resumen estadístico de los pits y las estrías

Kruskal-Wallis	<i>Bos taurus</i>		<i>Cervus elaphus</i>		<i>Capreolus capreolus</i>		<i>Capra pyrenaica</i>	
	Estriás	Pits	Estriás	Pits	Estriás	Pits	Estriás	Pits
<i>Ovis aries</i>	0.042	0.126	0.68	0.70	0.134	0.88	0.063	0.069
<i>Bos taurus</i>			0.36	0.36	0.91	0.46	0.75	0.4
<i>Cervus elaphus</i>					0.31	0.85	0.14	0.41
<i>Capreolus capreolus</i>							0.53	0.17

Tabla 5.124: Test Mann-Whitney de los pits y estrías por especies. En negrita los resultados significativos ($p < 0,05$)

Estriás Kruskal-Wallis	EF <i>Ovis aries</i>	<i>Bos taurus</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Capra pyrenaica</i>
C <i>Ovis aries</i>	0.02682	0.008408	0.1156	0.01471	0.008408

Tabla 5.125: Test Mann-Whitney de los pits y estrías por especies y clases de edad. En negrita los resultados significativos ($p < 0,05$)

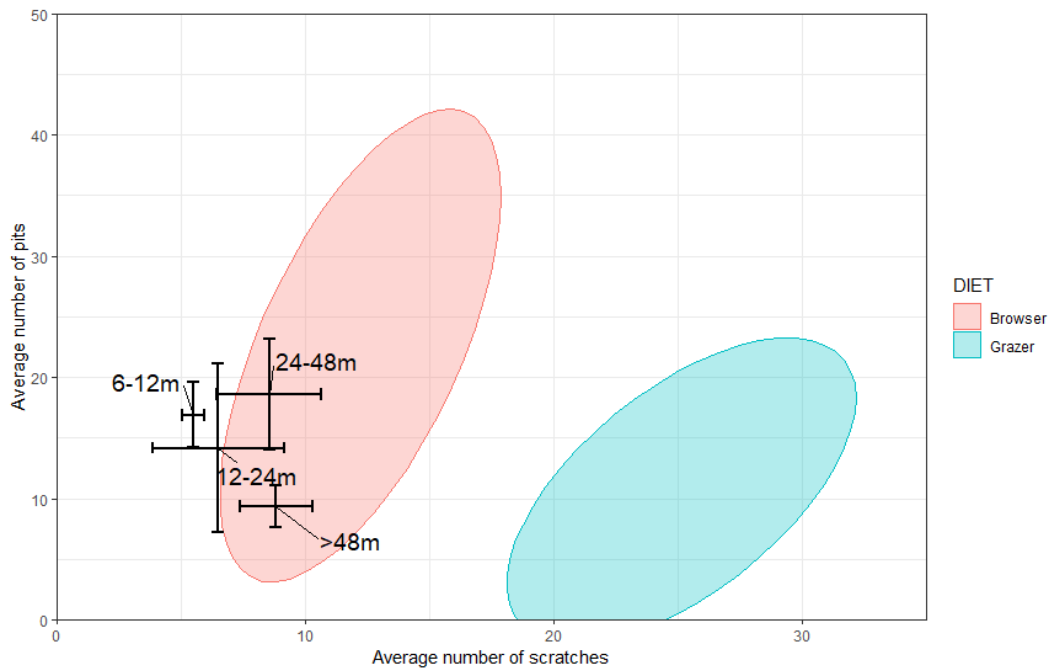


Figura 5.82: Representación gráfica de las estrias y los pits de las ovejas por clases de edad

La dieta de todos los animales analizados es muy similar entre sí, lo que puede deberse a que vivían y se alimentaban en el mismo ambiente. Sólo se observan diferencias en el número de estrias de ovejas y bóvidos domésticos; y una mayor variabilidad de estrias entre los animales salvajes frente a los domésticos, lo que puede deberse a que la dieta de los animales domésticos este más controlada por los humanos. Este tipo de dieta se clasificaría como ramoneadora, especializada en hojas y arbustos poco abrasivos (Solounias y Semprebon 2002). Mainland (1998, 2003, 2006) ha demostrado que la alimentación en los animales domésticos es más difícil de caracterizar que la de las especies salvajes, debido a una mayor cantidad de variables a tener en cuenta, como el uso de forraje. Por esa razón, no puede descartarse una alimentación a base de gramíneas para los animales domésticos aquí analizados, pero la similitud de las trazas de desgaste entre los animales domésticos y los salvajes (por ejemplo, ovejas y ciervos) nos lleva a pensar en una alimentación también ramoneadora para los animales domésticos. Lo que sí que se puede afirmar con seguridad es la existencia de una cubierta vegetal amplia, ya que la ausencia de estrias permite descartar la inclusión en la alimentación de elementos del suelo (Mainland 2003). Estos resultados muestran coherencia con los datos antracológicos, que revela un paisaje boscoso dominado por bosques de pinos y bosques mixtos con robles acompañados de arbustos mediterráneos (*Arbutus unedo*, *Fabaceae* y *Phillyrea/Rhamnus*) (Alcolea et al. 2017), y con los análisis polínicos, que muestra un paisaje formado por un bosque ligeramente abierto

(AP 40-60%) dominado principalmente por pinos (López-García 1992; López García y López Sáez 2000). El bajo número de *pits*, que estarían relacionados con los niveles de arena y polvo sobre las hojas consumidas (Semprebon and Rivals, 2007), apunta también a un clima no muy seco, lo que guarda coherencia con las características del clima del área durante el Holoceno medio, caracterizado por una cierta humedad y frecuentes precipitaciones, y por inviernos cálidos, con la consecuente expansión de los *warm-loved* taxones vegetales (Montes et al. 2015; González-Sampériz et al. 2017).

También resulta interesante la alimentación diferenciada de las ovejas más jóvenes, entre los 6 y los 12 meses, que sugiere la diferencia observada en sus estrías. Aunque es cierto que la muestra de cada categoría de edad es pequeña, sí que parece indicar una tendencia a una alimentación menos abrasiva entre las ovejas jóvenes. Esta tendencia a una alimentación más seleccionada para animales jóvenes ha sido también observada en los estudios de microdesgaste realizados en Cova del Frare y La Draga (Merino 2016). La diferencia puede deberse a una gestión distinta de los animales jóvenes por parte de los humanos, quizá dándoles forraje, pero también podría deberse a una alimentación más selectiva por parte de los propios individuos, buscando los jóvenes los brotes más tiernos, mientras que los adultos aceptarían una mayor variedad.

5.7. Presiones selectivas y mutaciones: análisis genético de los bóvidos del Pirineo (cuevas de Chaves y Moro de Olvena)

En el contexto de un estudio más amplio sobre la domesticación, expansión y evolución del ganado bovino en Europa, fueron analizadas, por el equipo de *Épigénome et paléogénome del Instituto Jacques Monod*, bajo la supervisión de Eva-Maria Geigl; muestras de bóvidos tanto de la cueva de Chaves como de la cueva del Moro de Olvena. El objetivo de este estudio fue documentar evaluar la variabilidad genética en el marco de una misma población de esta especie a escala peninsular, con especial atención al área pirenaica.

Se analizaron un total de 13 muestras, 11 de Chaves y 2 de Olvena, que son presentadas en la Tabla 5.126. El periodo incluido va del Neolítico antiguo a la Edad del Bronce. Para la cueva de Chaves se muestrearon restos de ambos niveles, ya que los del nivel cardial más antiguo, (1b) eran escasos. En Olvena se seleccionaron dos muestras que se dataron directamente por AMS por acompañarse de cerámicas impresas de filiación neolítica, pero en contextos revueltos y/o sospechosos de haber sufrido intrusiones. Los

restos fueron muestreados en el *Laboratori d'Arqueozoologia de la Universitat Autònoma de Barcelona* y analizados por el equipo de *Épigénome et paléogénome del Instituto Jacques Monod*, bajo la supervisión de Eva-Maria Geigl.

Código	Sitio	Nivel	Elemento	Haplogrupo	Periodo	Datación cal BC
MO32	Moro de Olvena	MO-c5 (intrusión) Sala Inferior	Radio	T3	Bronce Medio	1881-1691
OV546	Moro de Olvena	OV-revuelto Sala Superior	Húmero	T3	Neolítico final-Calcolítico	3090-2915
CH16	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH48	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH15	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH67	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH386	Chaves	1a	Metacarpo	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH57	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH98	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH266	Chaves	1a	Húmero	T3	Neolítico antiguo	5300-4990
CH19	Chaves	1b	Mandíbula	T3	Neolítico cardial	5600-5300
CH83	Chaves	1b	Metacarpo	T3	Neolítico cardial	5600-5300
CH71	Chaves	1b	Radio	T3	Neolítico cardial	5600-5300

Tabla 5.126: Muestras analizadas de ADNm

Los resultados remitidos por Eva-Maria Geigl revelaron que los bovinos analizados tienen un origen calificado como Cercano Oriente, y que, además, el haplogrupo mitocondrial T3 (originario de Anatolia) fue predominante durante el Neolítico antiguo de Chaves (11 casos de 11). Además de que entre los animales de Chaves apenas existen diferencias genéticas, no se observaron mutaciones entre ellos. Así, la diversidad de haplogrupos mitocondriales durante el Neolítico antiguo en el noreste de España (Chaves incluido) parece ser directamente comparable a la que se encuentra actualmente en Europa. Aunque también se encontró que el T3 es prevalente en otras partes de Europa occidental (no publicado), la diversidad de haplogrupos parece ser menor en el noreste de España. Los dos individuos de Olvena, algo más recientes, también pertenecen al haplogrupo T3.

Se ha tratado de comparar los resultados genéticos con la biometría, ya que la mayor parte de los restos analizados habían sido medidos. Se han comparado los húmeros tanto de Chaves como de Olvena, para poder identificar cómo se correlacionan las presiones selectivas fenotípicas y genéticas. En la Figura 5.83 se observa que la mayoría de los húmeros de Chaves se agrupan por tamaño, siendo muy similares entre sí. En cambio, uno de ellos tiene menor talla que el resto, aunque genéticamente sean muy similares.

También resulta llamativa la similitud, teniendo incluso una talla superior, del húmero de Olvena con los de talla más grande de Chaves.

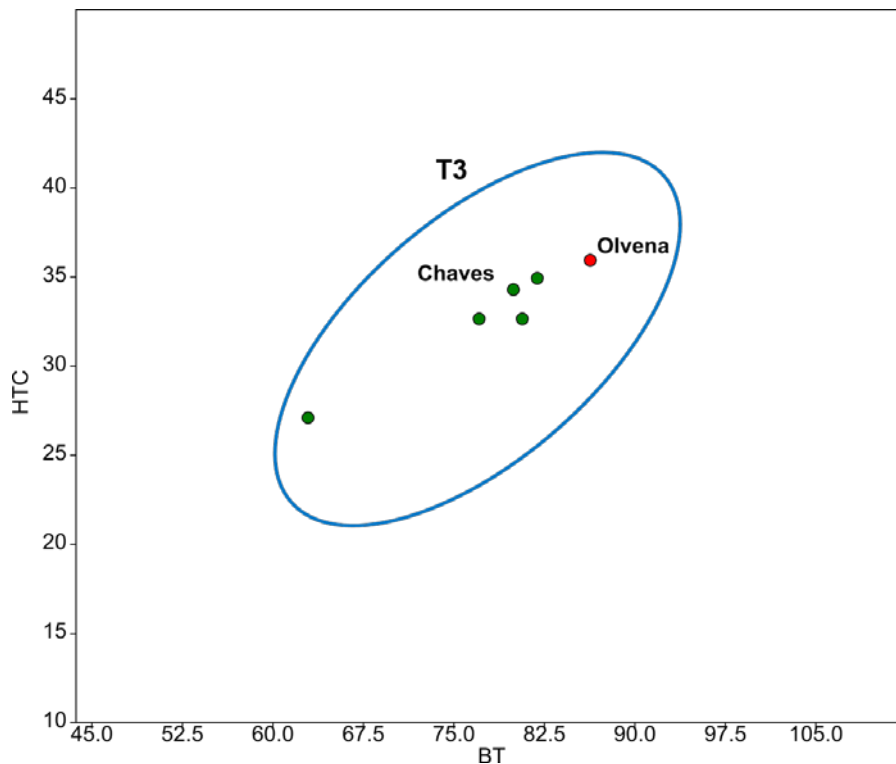


Figura 5.83: Medidas de los húmeros de *Bos taurus* muestreados

Lo mismo se observa en la Figura 5.84, donde se comparan todas las medidas de los huesos muestreados a partir de la técnica *log ratio* (Meadow 1999). La talla de los bóvidos de Chaves y Olvena son similares salvo para el caso de dos individuos, cuya talla es mucho menor. Estas diferencias permiten concluir que la complejidad de las presiones es mayor de lo que se podía pensar, pudiendo existir diferencias y/o falta de correlación entre los cambios morfológicos detectados y los cambios genéticos.

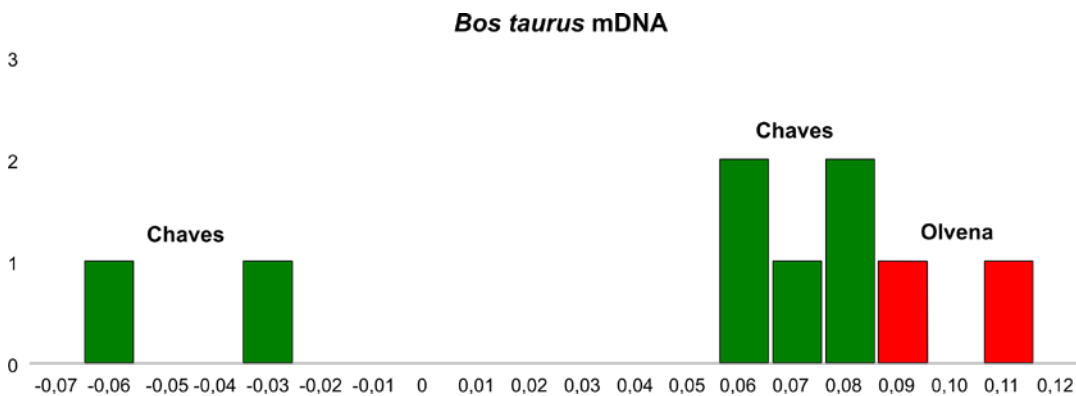


Figura 5.84: Log ratio con las medidas de los restos muestreados

6. DISCUSIÓN

El apartado de discusión integra la interpretación de los resultados obtenidos de cada uno de los yacimientos estudiados. La discusión se ha organizado teniendo en cuenta la dinámica registrada para cada una de las primeras especies domesticas documentadas en la zona de estudio, atendiendo a los nuevos datos aportados acerca de su gestión y características. Finalmente, esta integración ha permitido profundizar en los modelos explicativos propuestos sobre la dinámica de neolitización en los Pirineos centrales y el papel que en la misma jugaron las estrategias ganaderas, evaluando sus repercusiones a nivel económico y social.

6.1. Domesticación y ganadería inicial del ganado porcino

6.1.1 Cria y explotación cárnica de los suidos

El estudio de la domesticación y la ganadería inicial del ganado porcino en la Península Ibérica es complejo debido a la presencia del agriotipo salvaje y a la caza del mismo por las sociedades de cazadores-recolectores. Esto hace que sea difícil diferenciar entre animales domésticos y salvajes a partir de los restos de fauna, mucho más si tenemos en cuenta que existieron una gran variedad de relaciones potenciales entre grupos humanos y poblaciones de suidos más allá de la dicotomía tradicionalmente establecida entre caza y ganadería (Evin et al. 2015). Además, los restos de cerdo son escasos a inicios del Neolítico en la Península Ibérica. Tan solo 15 yacimientos superan los 100 restos identificados y con una abundancia relativa media de alrededor del 10% de los ungulados (Saña et al. en prensa). Chaves es una excepción, junto a los yacimientos de Zatoya (Altuna y Mariezkurrena 2001) y La Draga (Saña 2011), en los que se ha documentado una mayor abundancia relativa de restos de suidos para cronologías correspondientes al Neolítico antiguo. En el valle del Ebro, el jabalí era una especie connummente cazada por parte de los cazadores-recolectores durante el Holoceno, con una representación media del 7,4%, alcanzando porcentajes mayores en sitios como Kanpanoste (34%) (Castaños 1998), La Peña (26%) (Castaños 1992) y Aizpea (20,9%) (Castaños 2001).

La explotación del cerdo en Chaves, caracterizada a partir del perfil de mortalidad, muestra un predominio de los animales jóvenes (0-12 meses), con un especial dominio de los individuos perinatales y de los destinados al consumo entre los 8 y los 12 meses,

siendo escasos los individuos que superan los 3 años de edad. Este perfil puede explicarse por una caza especializada en los animales jóvenes, que son los más numerosos (Fernández-Llario 2017) o por una gestión ganadera en la que la mayoría de los animales son sacrificados antes de haber alcanzado el óptimo cárnico. La ausencia de animales adultos y la presencia de animales muy jóvenes hace más probable que el perfil se deba a una explotación ganadera. En el marco de las estrategias implementadas en la ganadería de cerdos, a partir de los estudios etnográficos realizados sobre la gestión del cerdo en diferentes partes del Mediterráneo (Albarella et al. 2007; Albarella et al. 2011; Halstead y Isaakidou 2011a; Hadjikoumis 2012) han mostrado variaciones en la edad de sacrificio relacionadas con el tipo de explotación llevada a cabo. La ganadería extensiva se caracteriza por un sacrificio de los cerdos entre los 12 y los 24 meses, mientras que la ganadería intensiva se caracteriza por la explotación de individuos más jóvenes, ya que engordan más rápido al estar controlada su alimentación (Hadjikoumis 2012). El perfil de mortalidad de los cerdos de Chaves, con individuos sacrificados mayoritariamente entre los 8 y los 12 meses de edad, puede deberse a este tipo de explotación intensiva con una alimentación consistente en residuos de las actividades humanas en la que los cerdos se sacrifican antes porque probablemente hayan engordado con mayor rapidez. Además, se documenta la presencia de un mayor número de hembras (10:6 en restos dentarios), lo que puede relacionarse con la selección de hembras reproductivas y el sacrificio de las descartadas.

Otro aspecto que permite pensar en que se trata de animales domésticos es el número de animales muertos a las pocas semanas de vida o incluso antes de nacer (14%). Esto bien puede deberse al sacrificio de animales muy jóvenes, antes incluso de ser destetados, lo que la etnografía ha observado en explotaciones del Mediterráneo (Albarella et al. 2011), o debido a la mortalidad neonatal de esta especie, que puede ir desde el 5 al 20% de los individuos (Mellor y Stafford 2004). Además, la presencia de animales muertos tan jóvenes puede implicar la cría de esta especie en la propia cueva o al menos de las hembras embarazadas o que han parido recientemente.

En resumen, de acuerdo con los datos demográficos en Chaves se documenta la gestión ganadera de los suidos, descartando la caza de, al menos, una parte de ellos. Siguiendo distintos modelos etnográficos, la gestión parece ser de tipo intensivo, se crían los cerdos en la propia cueva, por lo que alcanzan en menor tiempo un tamaño adecuado para su consumo y se sacrifican para la obtención de carne tierna (Blaise 2009), dejando tan solo

unos pocos individuos con finalidad reproductiva. Esto podría implicar un intenso control de la demografía del rebaño, controlando estrechamente el número de efectivos. El sacrificio de más hembras implicaría una preocupación porque el rebaño no creciera más de la cuenta.

6.1.2 Variabilidad física de las poblaciones de suidos explotadas

La existencia de escenarios complejos para la domesticación y la ganadería inicial del cerdo lleva a adoptar enfoques que van más allá de considerar únicamente la dicotomía salvaje-doméstico, contemplando diferentes grados de intensidad de la relación entre los suidos y las sociedades humanas (Balasse et al. 2018). Evin y otros (2015) plantean cinco categorías que rompen con esta dicotomía: salvaje, cautivo, doméstico, híbrido y feral. La biometría es tradicionalmente el principal método utilizado para distinguir entre diferentes tipos de poblaciones. Estos estudios permiten reconstruir, en algunos casos, las dinámicas de domesticación y de adopción de las especies domésticas. En la última década se han realizado estudios enfocados en el análisis de la domesticación del cerdo en la Península Ibérica (Hadjikoumis 2010) y de las diferencias entre animales salvajes y domésticos a partir de la biometría (Altuna y Mariezkurrena 2011). Recientemente se ha publicado un trabajo que trata de reconstruir la historia de los suidos en la Península Ibérica a partir de la biometría desde hace 10.000 años hasta 800 (Navarrete y Saña 2017). En este trabajo, se plantea una mayor variabilidad de las estrategias de gestión de los cerdos durante el Neolítico antiguo, lo que puede estar relacionado con diferentes formas de adopción e integración de esta especie a la economía doméstica.

En el área prepirenaica, los jabalíes constituyen una parte importante de la dieta de las sociedades de cazadores-recolectores holocenas. En sitios como Esplugón, Peña 14 o Forcas II se encuentran entre las especies con mayor abundancia relativa. Durante el Neolítico antiguo, los suidos continúan teniendo un papel relativamente importante en la caza y en la ganadería. El mejor ejemplo de ello es la cueva de Chaves, donde los suidos están entre las principales especies representadas. Esta población ha sido comparada con la representada en otros sitios de la Península Ibérica, tanto correspondientes a cronología Mesolítica, como del Neolítico antiguo, Calcolítico y de la Edad del Bronce, con el fin de caracterizar los diferentes procesos de gestión y selección ganadera de esta especie.

Los restos dentarios de los suidos de Chaves se han comparado con las poblaciones representadas en otros yacimientos del Neolítico antiguo del área noreste de la Península

(La Draga, Saña 2011; Reina Amalia, Navarrete en preparación; Caserna de Sant Pau, Colominas et al. 2008; y cova del Frare, Navarrete 2017) (Figura 6.1). Se han comparado por separado las medidas de los dientes y del esqueleto postcraneal siguiendo otros estudios (Albarella et al. 2005; Rowley-Conwy et al. 2012a; Navarrete y Saña 2017) utilizando la técnica log ratio (Meadow 1999) y utilizando las medidas publicadas por Albarella y Payne (2005) como referencia. El tamaño de los dientes de los suidos de Chaves (SD= 0,056) es mucho más heterogéneo que el del resto de sitios, sobre todo La Draga (SD= 0,026) y Reina Amalia (SD= 0,027), que son los que cuentan con un número de medidas más alto (Tabla 6.1). Los suidos de Chaves (Media= -0,038) son significativamente similares a los de Reina Amalia (Mann-Whitney test: $p= 0,292$) y a los de Caserna de Sant Pau (Mann-Whitney test: $p= 0,183$), pero son significativamente más pequeños que los cerdos domésticos de La Draga (Media= 0,06; Mann-Whitney test: $p= 0,001$) y cova del Frare (Mann-Whitney test: Media= 0,01; $p= 0,049$).

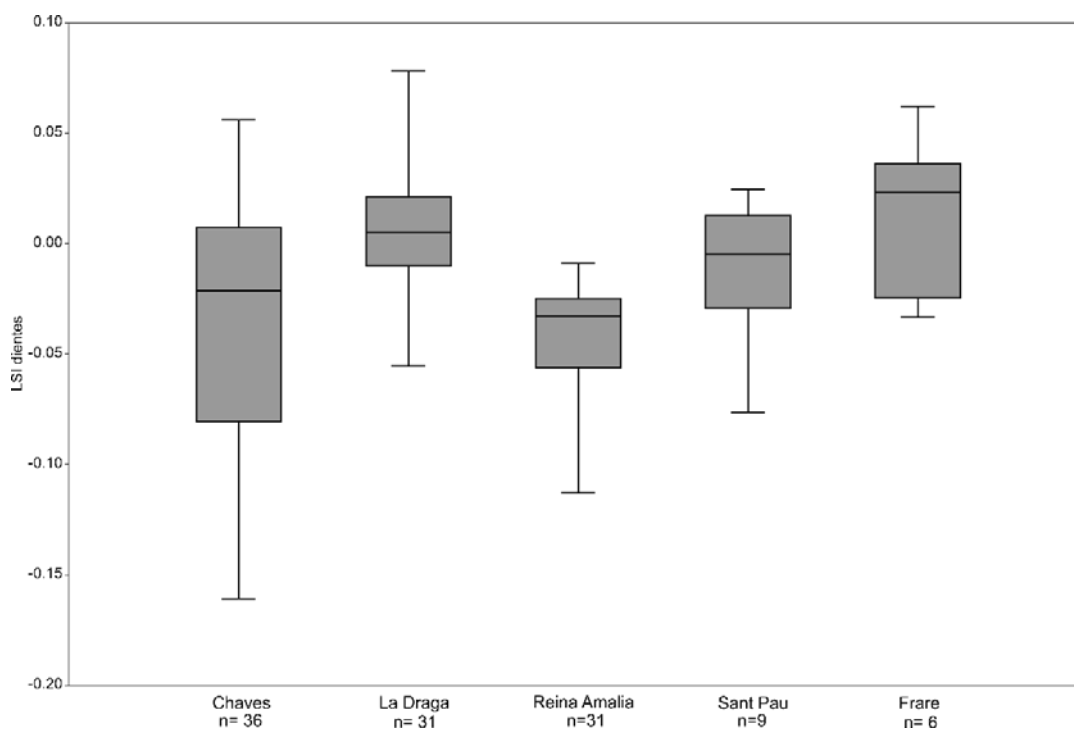


Figura 6.1 Biometría de los restos dentarios de Chaves comparada con otros yacimientos neolíticos del noreste peninsular

BIOMETRÍA DIENTES Mann-Whitney	La Draga	Reina Amalia	Sant Pau	Cova del Frare
Chaves	0.001	0.292	0.183	0.049
La Draga		0.000	0.257	0.918
Reina Amalia			0.002	0.004
CSP				0.517

Tabla 6.1 Test Mann-Whitney para la biometría de los restos dentarios. En negrita las diferencias significativas

De igual forma que con los dientes, las medidas de los restos correspondientes a diversos elementos del esqueleto postcranial de los suidos de Chaves se han comparado con otros yacimientos del Neolítico antiguo de la Península (La Draga, Saña 2011; Reina Amalia, Navarrete en preparación; cova Fosca, (Llorente 2015); La Vaquera, (Morales y Martín 2003); Cendres, (Iborra y Martínez-Valle 2009); Sarsa, (Boessneck y Von den Driesch 1980); Or, (Pérez-Ripoll 1980), con jabalíes del Mesolítico en el Valle del Ebro y con Arene Candide (Rowley-Conwy 1997), yacimiento del Neolítico antiguo de Liguria en el que se ha debatido si los suidos son salvajes o domésticos (Rowley-Conwy 1997; Sorrentino 1999; Albarella 2006a, b) (Figura 6.2). La talla del esqueleto postcranial de los suidos de Chaves (Media= 0,062, SD= 0,043) es más elevada que la de la mayor parte de los cerdos domésticos de cronologías correspondientes al neolítico antiguo en la Península Ibérica, incluso que la de los jabalíes de cova Fosca (Llorente 2015) (Media= 0,03, SD= 0,104). Tan solo los jabalíes del Mesolítico en el valle del Ebro y los suidos de Arene Candide tienen una talla similar a los suidos de Chaves (Tabla 6.2). Estadísticamente, la diferencia entre la talla de los suidos de Chaves y de la mayoría de los yacimientos peninsulares es significativa (Tabla 6.3), existiendo similitud tan solo entre los jabalíes de Chaves (Mann-Whitney test: $p= 0,606$) y Arene Candide ($p= 0,8206$). La población es más homogénea que la de otros sitios como Reina Amalia (SD= 0,075) o La Draga (SD= 0,063), que presentan mayor variabilidad, pero más variable que otras como Or (SD= 0,028), Cendres (SD= 0,031) o Lameiras (SD= 0,027), que presentan una variabilidad menor.

BIOMETRÍA DIENTES	Chaves	Reina Amalia	La Draga	Fosca	Vaquera	Cendres	Sarsa	Or	Lameiras	Jabalí	Arene Candide
N	28	39	74	21	10	9	10	17	15	12	14
Media	0.062	-0.044	-0.037	-0.030	0.015	-0.031	-0.014	-0.018	0.004	0.071	0.062
SD	0.043	0.075	0.063	0.104	0.027	0.031	0.028	0.028	0.027	0.031	0.051

Tabla 6.2 Resumen estadístico biometría de los restos dentarios de Chaves comparada con yacimientos neolíticos peninsulares

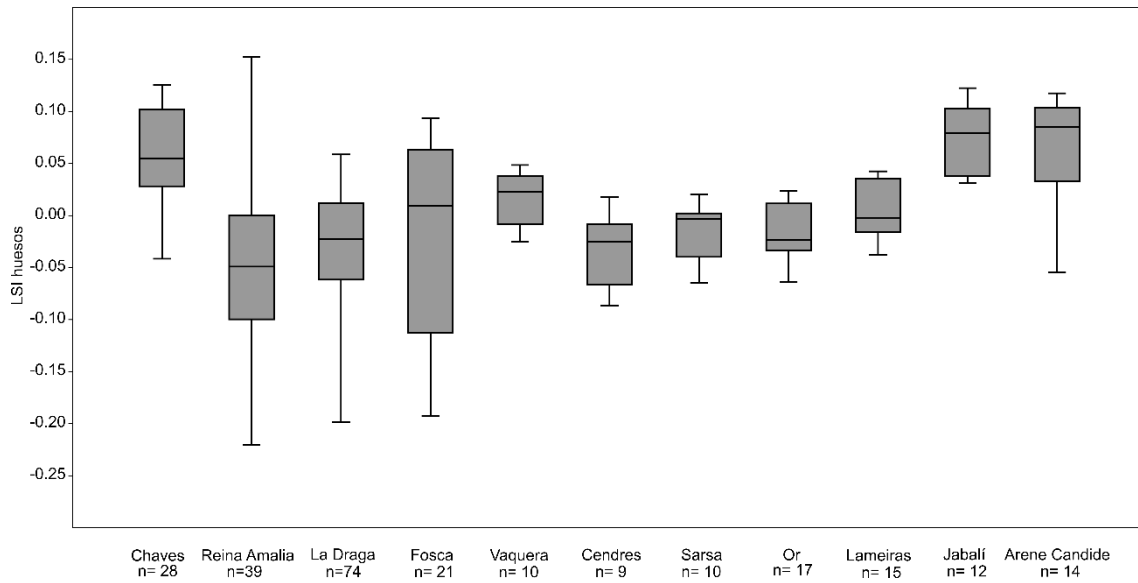


Figura 6.2 Biometría de los restos esqueléticos de Chaves comparada con otros yacimientos neolíticos peninsulares

BIOMETRÍA DIENTES	Reina Amalia	La Draga	Fosca	Vaquera	Cendres	Sarsa	Or	Lameiras	Jabalí	Arene Candide
Chaves	0.000	0.000	0.002	0.005	0.000	0.027	0.001	0.000	0.606	0.821
Reina Amalia		0.211	0.438	0.005	0.398	0.080	0.044	0.003	0.014	0.037
La Draga			0.349	0.005	0.770	0.373	0.511	0.008	0.000	0.002
Fosca				0.800	0.635	0.767	0.747	0.974	0.004	0.008
Vaquera					0.005	0.076	0.010	0.405	0.002	0.011
Cendres						0.153	0.306	0.008	0.000	0.001
Sarsa							0.744	0.233	0.087	0.001
Or								0.059	0.007	0.000
Lameiras									0.000	0.002
Jabalí										0.898

Tabla 6.3 Resumen estadístico biometría de los restos dentarios de Chaves comparada con yacimientos neolíticos peninsulares

Como ya se había destacado en la presentación de los resultados, se observan diferencias en la talla de los restos dentarios y los del esqueleto postcranial de Chaves al situarlos en el contexto del Neolítico. Mientras los dientes presentan una talla menor que la registrada en otros yacimientos neolíticos como La Draga o Caserna de Sant Pau, los huesos de esta especie recuperados en el yacimiento de Chaves presentan una talla relativamente más elevada que la documentada en estos yacimientos y en otros de cronologías similares (La Draga, Reina Amalia, cova Fosca, La Vaquera, Cendres, Sarsa, l'Or y Lameiras), a excepción de los jabalíes mesolíticos y de Arene Candide. Mientras que, a partir de los dientes, la mayor parte de la población de suidos representada en Chaves podría considerarse doméstica, a partir de los huesos toda la población podría considerarse salvaje. Esta divergencia puede tener varias explicaciones. Por un lado, esta alometría

podría explicarse como una selección humana. Los grupos humanos llevaron a cabo presiones selectivas sobre los rebaños animales que pudieron provocar cambios alométricos en las poblaciones de cerdos desde inicios del Neolítico. La mayor parte de las características derivadas del estado doméstico, lo que ha venido a llamarse el “síndrome de domesticación” (Wilkins et al. 2014), afectan al cráneo, por lo que no sería descartable. Otra explicación para esta diferenciación podría ser la pertenencia de estos elementos esqueléticos a diferentes individuos de distintas edades, algo que parece poco probable ya que esta divergencia sería evidente dentro de los propios grupos de dientes y de huesos analizados. Además, esta característica de los suidos de Chaves también se observa en otros yacimientos de esta cronología (5600-4500 cal BC), como es el caso de los de Arene Candide (Albarella et al. 2006), en los cuales los dientes también presentan una talla inferior que el resto del esqueleto. Por lo tanto, parece que las poblaciones de suidos a inicios del Neolítico presentaban una fuerte alometría entre el esqueleto postcranial y el propio cráneo, posiblemente provocado por las presiones selectivas llevadas a cabo por las poblaciones humanas durante el proceso de domesticación. Esto resulta llamativo, ya que se ha demostrado que los dientes descienden de tamaño más lentamente porque son menos plásticos (Payne y Bull 1988).

Para Arene Candide, se ha debatido sobre el estatus salvaje (Rowley-Conwy 1997) o doméstico (Sorrentino 1999) de los suidos. Albarella et al. (2006b) plantean varias hipótesis para explicar la elevada talla relativa de los suidos del yacimiento: que sean totalmente salvajes, que sean totalmente domésticos o que fueran criados de forma extensiva, por lo que se cruzaron con los jabalíes locales. Para Chaves se pueden plantear las mismas alternativas, además de la presencia, dentro de esta población, de animales domésticos y salvajes. Lo que parece claro es que los suidos de Chaves son de mayor talla y robustez que la mayoría de los cerdos domésticos del neolítico peninsular, pero que su dentición tiene un tamaño similar. Un estudio reciente sobre la historia de las poblaciones de suidos durante el Holoceno (Navarrete y Saña 2017) ha mostrado como la mayor variabilidad dentro de las poblaciones de jabalí y de cerdo se dieron entre el 5700 y el 3500 cal BC, coincidiendo con la domesticación y/o la adopción de las especies domésticas. Esta variabilidad se observa al comparar los suidos de inicios del Neolítico, entre los que hay diferencias estadísticas significativas (Tabla 6.3), que atestiguan la complejidad del proceso de domesticación y/o adopción del cerdo en la Península Ibérica, y la variedad de escenarios diferentes que pueden darse. Los resultados obtendidos a partir

de los análisis de ADN antiguo muestran esta dificultad. La mayoría de estudios genéticos han descartado la existencia de una domesticación local en Europa, aunque existen otros estudios que si que plantean la domesticación local (Vai et al. 2015). En todo caso, los primeros han permitido documentar la gestión y la selección genética de estos animales, que fueron hibridados con los jabalíes europeos hasta desaparecer la huella genética de su origen oriental (Larson et al. 2005; Larson et al. 2007; Frantz et al. 2015, 2019). Esta posibilidad ha sido planteada por Hadjikoumis (2011) para explicar la talla de los suidos de Chaves.

6.1.3 Gestión del ganado porcino: la alimentación

Como se ha demostrado en el apartado anterior, interpretar la variabilidad documentada en la talla de los cerdos a inicios del Neolítico es un aspecto complejo, sobre todo en sitios como Chaves. La aplicación de análisis de isótopos estables para estudiar la dieta puede contribuir a contrastar la gestión bajo control intencionado (Balasse et al. 2018).

Los valores isotópicos registrados en los restos de cerdos pueden deberse a factores biológicos, ambientales o sociales. Para analizar qué factores han influido en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ obtenidos, se plantean tres hipótesis: La primera es que los valores obtenidos se deban a las características del medio en las que se han criado estas especies. La segunda es que sea una elección llevada a cabo por la propia especie a la hora de seleccionar el alimento, ya que es una especie omnívora. La tercera, y última, es que los valores puedan explicarse por factores sociales como las distintas técnicas de gestión ganadera implementadas.

La primera de las hipótesis, que se deban a una posible alteración de los valores de carbono y nitrógeno provocada por el medioambiente en el que se encuentra el sitio de Chaves, puede contrastarse a partir de la comparación con los valores de otros sitios del Valle del Ebro (ambiente similar) y de la costa catalana (diferentes características). Se han comparado los valores de todas las especies de cada uno de los yacimientos analizados (especies salvajes, las especies domésticas y los suidos).

La comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ para todas las especies analizadas de los distintos yacimientos permiten situar a Chaves entre los yacimientos con los valores medios de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ más altos, solo superados por Can Sadurní, y de los valores medios de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ más bajos, por debajo de otros yacimientos neolíticos como La Draga, Reina Amalia o cova del Frare.

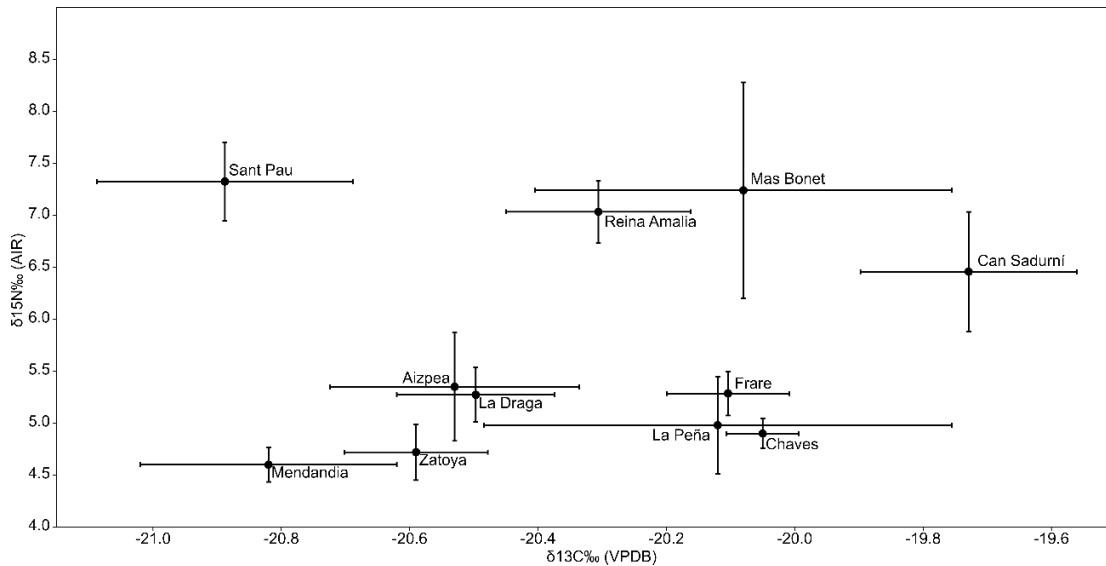


Figura 6.4 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de todas las especies por yacimientos

Comparando las especies salvajes, se observan diferencias en los valores entre sitios (Figura 6.5), sobre todo en los valores de $\delta^{13}C$ ‰, que son más altos en Chaves respecto al resto de sitios, siendo el yacimiento más alejado de la media (-20,66‰). En cambio, los valores de $\delta^{15}N$ ‰ de Chaves se sitúan cerca de la media (3,89‰) de todos los yacimientos, por debajo de otros sitios como La Draga, Mendandia o Aizpea.

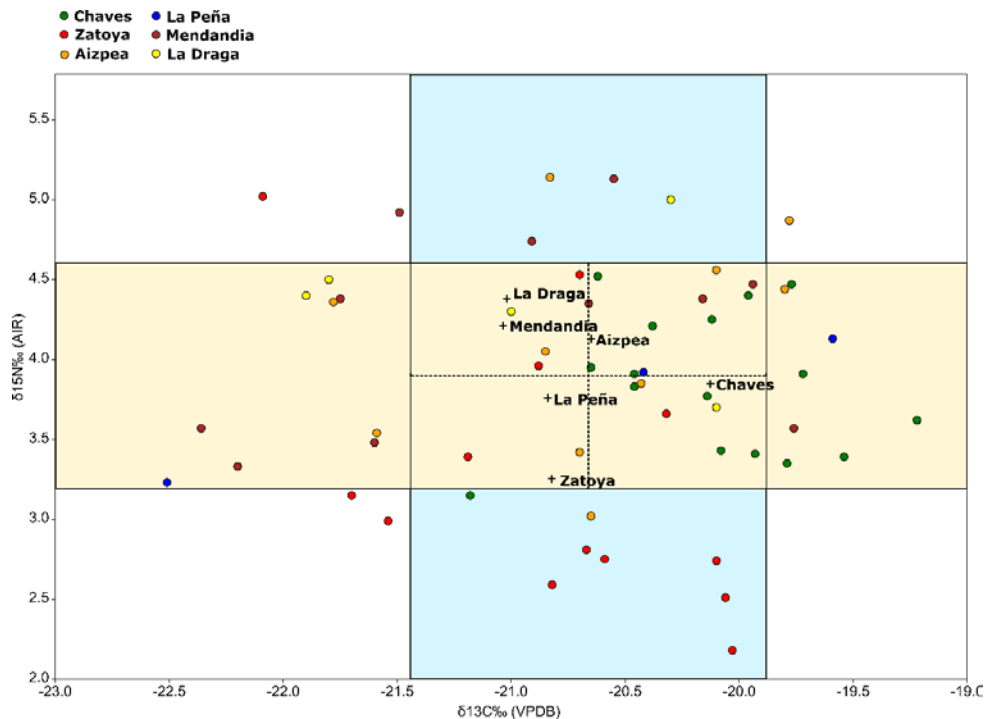


Figura 6.5 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de todas las especies salvajes por yacimientos

Al comparar las especies domésticas, se observa que Chaves se sitúa dentro de la desviación estándar del total de los sitios (Figura 6.6), con valores de $\delta^{13}C$ ‰ por encima

y $\delta^{15}\text{N}\%$ por debajo de la media, con yacimientos como Sant Pau o La Draga, que se sitúan fuera de la desviación estándar de $\delta^{15}\text{N}\%$ y de $\delta^{13}\text{C}\%$ respectivamente.

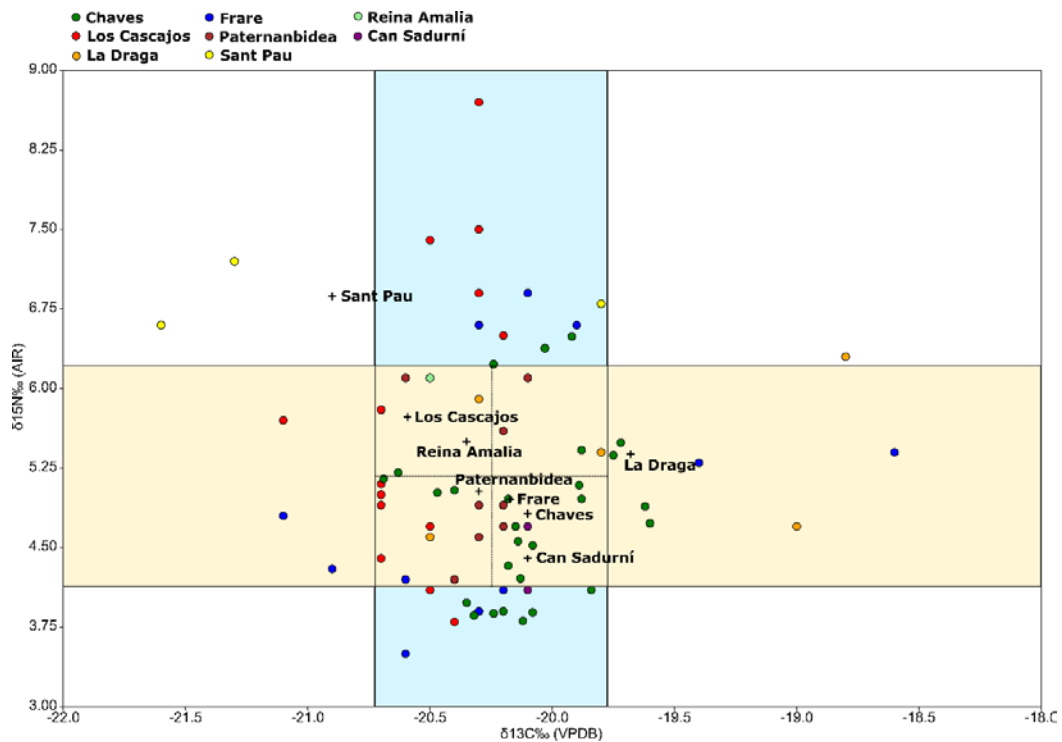


Figura 6.6 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las especies domésticas por yacimientos

Además, se han comparado las distintas especies tanto domésticas como salvajes con otros yacimientos de cronologías similares (Figura 6.7). Las ovejas y las cabras de Chaves tienen valores más enriquecidos de $\delta^{13}\text{C}\%$ que los del resto de yacimientos salvo las ovejas de La Draga. En cuanto a los valores de $\delta^{15}\text{N}\%$, apenas se observan grandes diferencias entre yacimientos, tan solo Los Cascajos, Pixarelles y las ovejas de cova del Frare tienen unos valores más altos. Otro aspecto a resaltar es la uniformidad observada en la dieta de ovejas y cabras en Chaves, frente a otros sitios como La Draga y cova del Frare, que tienen mayor diferencia en la dieta entre ambas especies.

Los bóvidos tienen valores de $\delta^{13}\text{C}\%$ enriquecidos respecto al resto de yacimientos, como La Draga, Mendandia o Paternanbidea (Figura 6.8). En cuanto a los valores de $\delta^{15}\text{N}\%$, los de los bóvidos de Chaves se sitúan por debajo de la mayoría de los animales domésticos, pero por encima de los uros de Mendandia.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

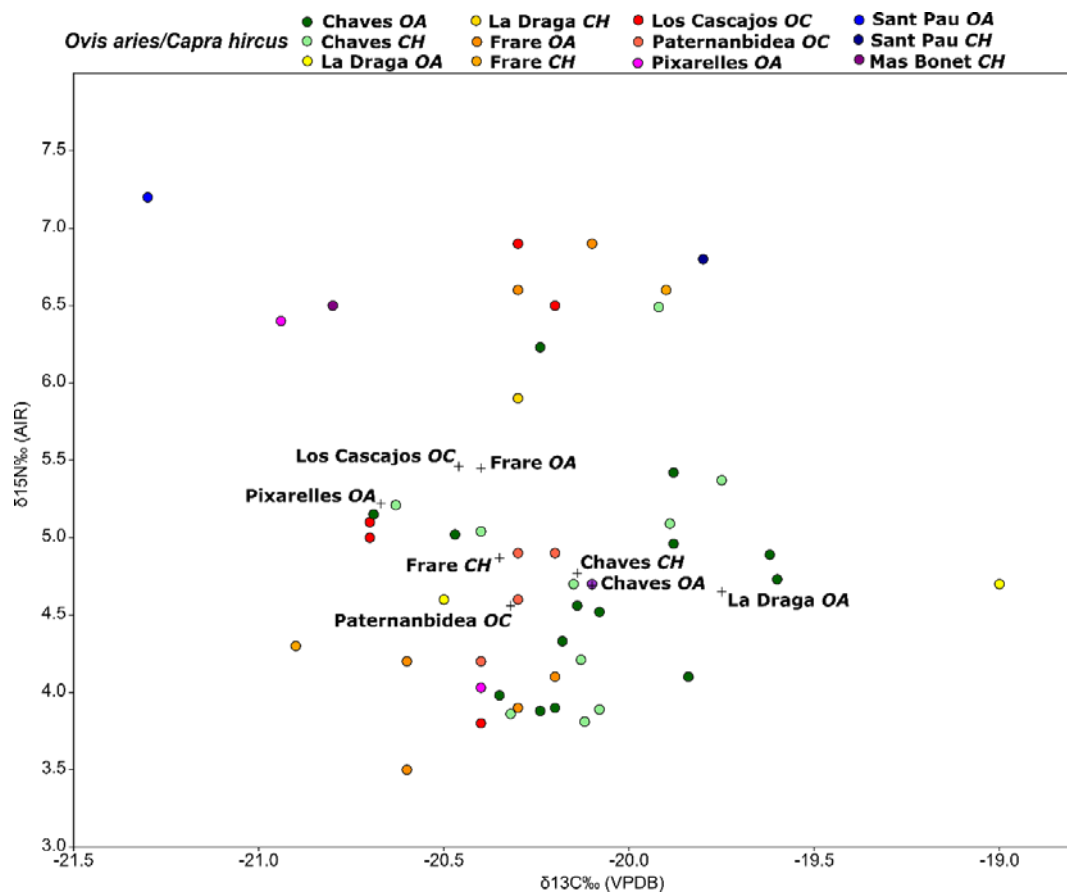


Figura 6.7 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de las ovejas y las cabras por yacimientos

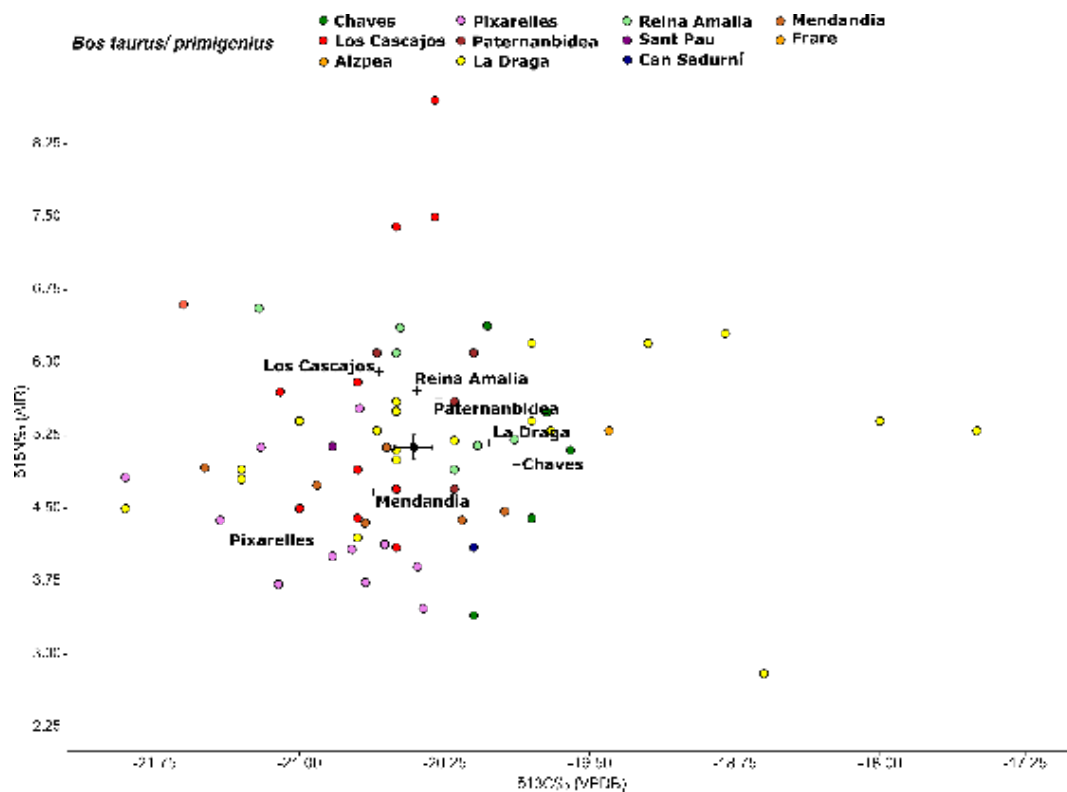


Figura 6.8 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de los bóvidos por yacimientos

Los ciervos de Chaves tienen valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ más altos que yacimientos como Aizpea, Zatoya y Mendandia, pero por debajo de La Peña y el Frare (Figura 6.9). Además, los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ son más altos en Chaves respecto a otros yacimientos como Mendandia, Aizpea y Zatoya.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los corzos de Chaves son más altos que el resto de yacimientos con los que se comparan como La Peña, Zatoya y Aizpea (Figura 6.10). En cambio, los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ son similares a todos estos yacimientos.

La cabra montés de Chaves tiene valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ más altos que la de otros yacimientos como Aizpea, La Draga o Zatoya, pero los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ para esta especie se sitúan por debajo de La Draga y Aizpea (Figura 6.11).

Por último, los carnívoros tienen valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ similares a los de yacimientos como La Peña, Zatoya y Mendandia, siendo más ricos que otros yacimientos como La Draga o Aizpea. Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de los carnívoros de Chaves son más bajos que los de otros yacimientos como Aizpea, Zatoya o La Draga (Figura 6.12).

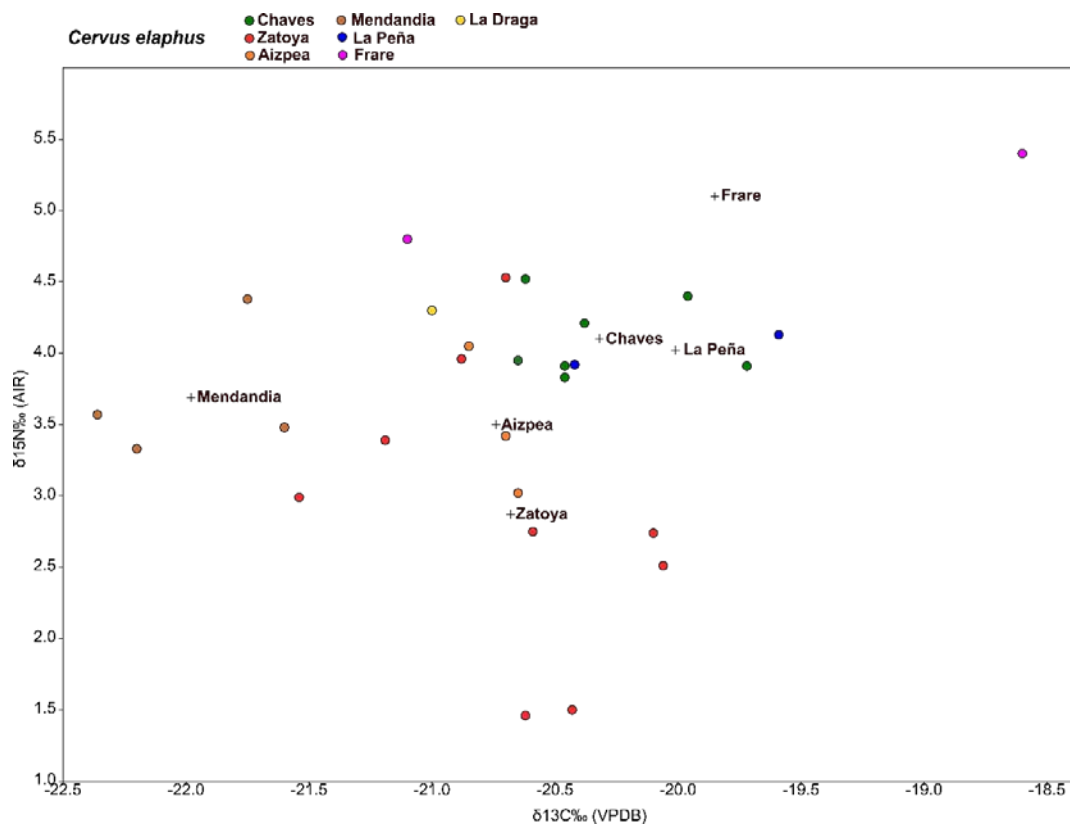


Figura 6.9 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los ciervos por yacimientos

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

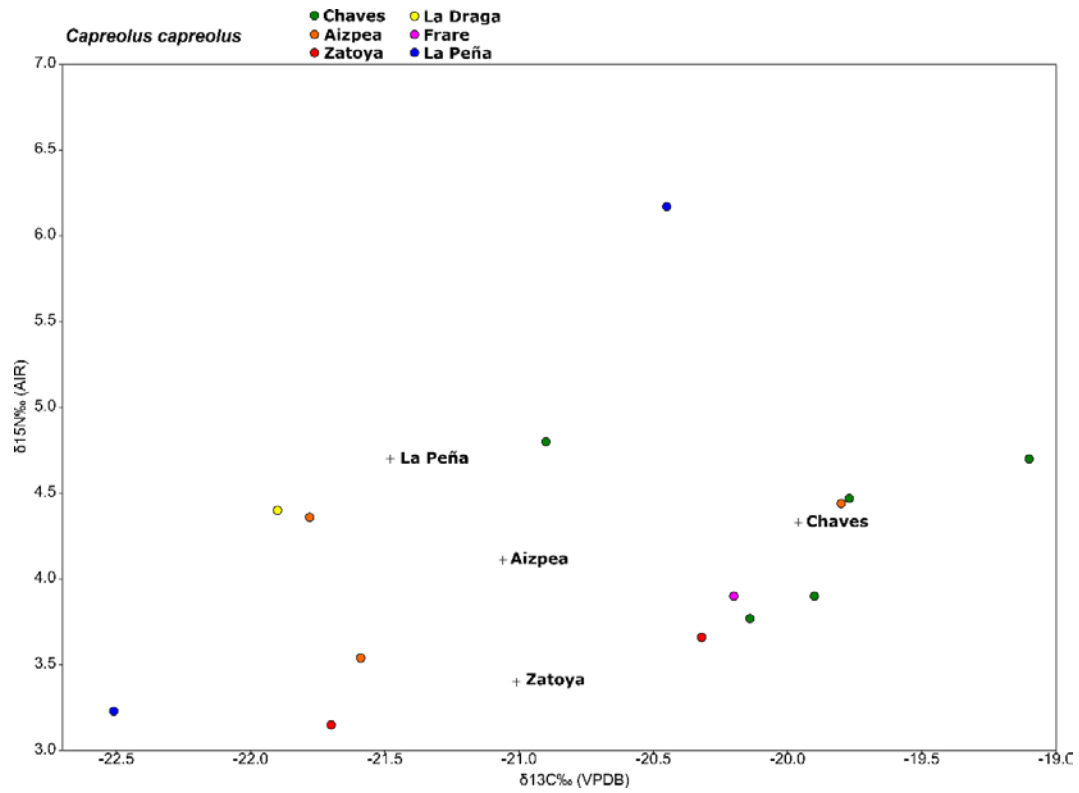


Figura 6.10 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de los corzos por yacimientos

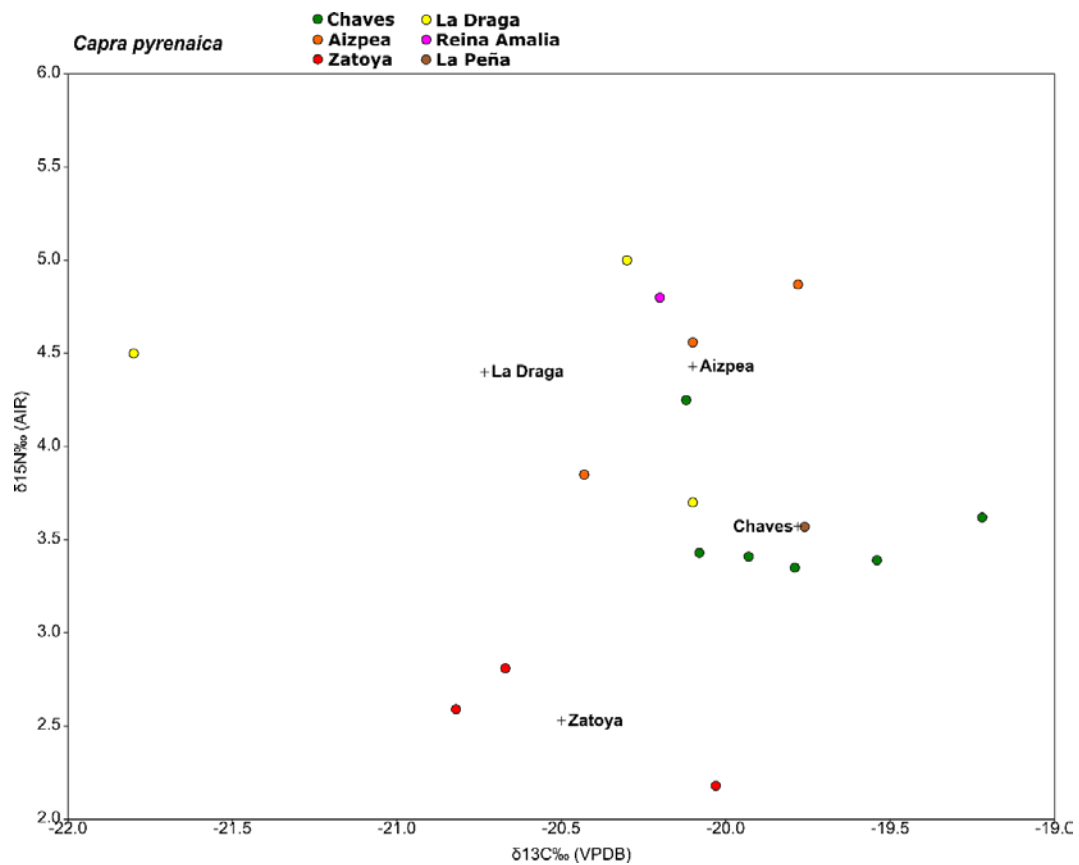


Figura 6.11 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de las cabras montesas por yacimientos

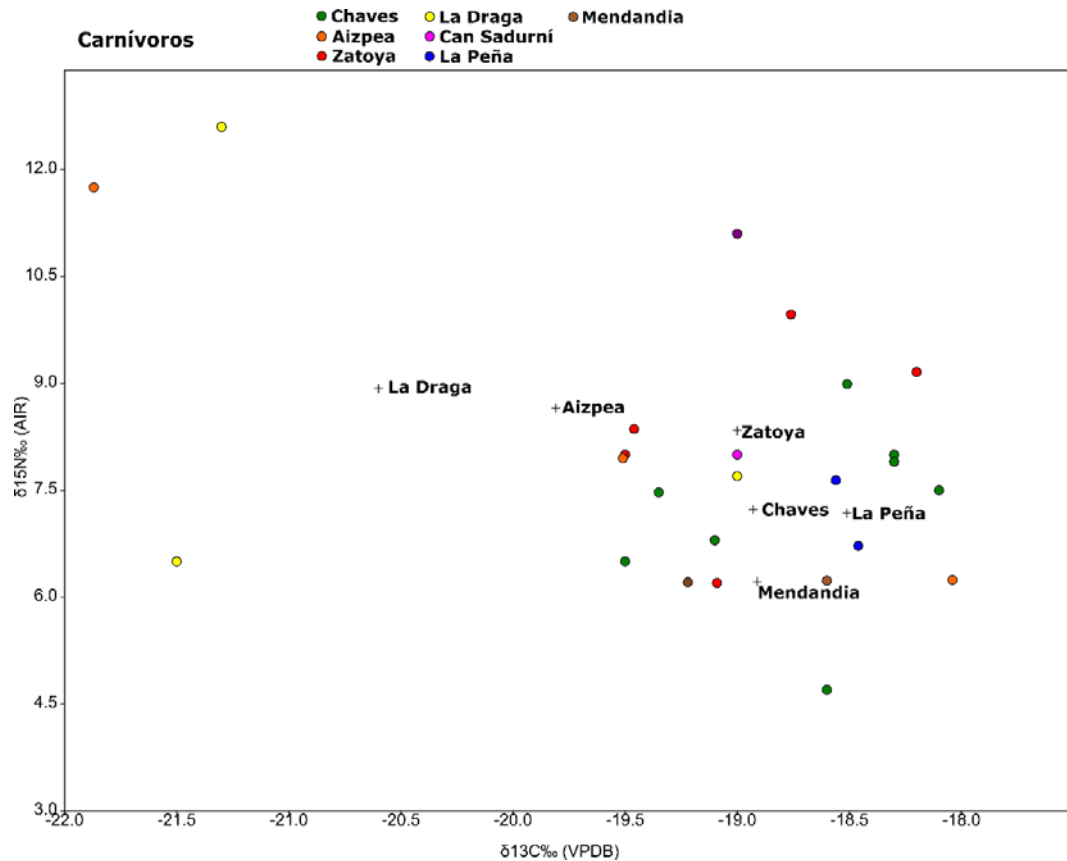


Figura 6.12 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los carnívoros por yacimientos

Con los datos existentes, parece poco probable que los valores isotópicos observados en los suidos de la Chaves puedan ser explicados únicamente por influencia medioambiental. Se observan valores altos de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ respecto al resto de yacimientos, pero para todas las especies, lo que puede deberse a la configuración del paisaje, posiblemente más abierto que el del resto de yacimientos (Noe-Nygaard et al. 2005, Drucker et al. 2008, Balasse et al. 2016). Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ no son discordantes para los herbívoros respecto al resto de yacimientos con los que se comparan, tanto de ambientes costeros como montañosos, por lo que parece que el medio no es el único parámetro que influye en los mismos.

Si se descarta al medio como único condicionante, puede plantearse la posibilidad de que los valores sean en parte representativos de la dieta del animal. Pero la dieta puede ser de origen natural, porque los animales se encuentran lejos de la influencia humana, o artificial, porque están bajo la gestión ganadera de la sociedad. La interpretación de la dieta de los suidos a partir de los valores isotópicos se basa en la idea de que, debido al comportamiento oportunista de los cerdos, el grado de contribución de proteínas animales puede reflejar el grado de control y el tipo de gestión ganadera llevada a cabo (Balasse et

al. 2015, 2016, 2018; Fuller et al. 2012; Halley y Rosvold, 2014; Hamilton y Thomas 2012; Hammond y O'Connor 2013; Madgwick et al. 2012; Müldner y Richards 2005, Navarrete et al. 2017).

Para contrastar la segunda y la tercera hipótesis, se va a analizar el tipo de dieta de los cerdos de Chaves comparada con otros yacimientos tanto con poblaciones totalmente salvajes (Zatoya, Aizpea, La Peña y Mendandia), con una gestión extensiva (La Draga, cova del Frare) o con una gestión en el asentamiento (Reina Amalia, Caserna de Sant Pau) (Navarrete et al. 2017). Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los suidos de Chaves son más altos que para el resto de yacimientos con los que comparamos. La media de valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ documentada para los suidos está por encima de la media de todas las especies del yacimiento (+0,114‰) y de los herbívoros del mismo (+0,173‰). Esto puede deberse, al medioambiente abierto en el que se alimentaron estos animales, pero pueden existir otras explicaciones alternativas. Hamilton et al. (2009) realizaron diversas propuestas para la interpretación de los valores altos de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ en el Neolítico de Gran Bretaña. La primera de ellas es la existencia de diferentes fisiologías digestivas entre los rumiantes y los suidos, pero esta hipótesis es poco probable porque, aunque es cierto que la diferencia de fisiologías digestivas entre especies puede alterar los valores isotópicos (por ejemplo: Sponheimer et al., 2003a, b; Darr y Hewitt, 2008; Halley et al., 2010, Nardoto et al., 2006), estas diferencias no se observan en otros yacimientos como La Draga, donde los valores de los herbívoros y los cerdos son muy similares (Navarrete et al. 2017). Otra propuesta es el aporte marino a la dieta, que es del todo improbable debido a la situación de la cueva de Chaves, en el Prepirineo central, muy lejos de las costas cantábrica y mediterránea. Los autores también proponen el consumo de plantas tipo C4, algo que resulta poco probable ya que no se han detectado este tipo de plantas en la Península Ibérica (López-Costas y Alexander 2019). Otro planteamiento de estos autores es el consumo de elementos de bosque como los hongos, que pudieron enriquecer la dieta en valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$. Esta hipótesis, aunque no se puede descartar del todo, parece poco probable debido a que el enriquecimiento en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ es observado en todas las especies respecto al resto de yacimientos de cronología neolítica (5600-4500 cal BC). Por último, los autores (Hamilton et al. 2009) realizan dos planteamientos que parecen los más probables. El primero de ellos es el consumo de residuos domésticos que tienen valores más bajos. La alimentación de los cerdos con residuos de actividades y consumo humano es una práctica habitual en la ganadería porcina que puede enriquecer los valores

de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ (Hamilton et al. 2009). Para comparar, contamos con el análisis isotópico realizados sobre los restos humanos de Chaves (Villalba-Mouco et al. 2018), que muestran un enriquecimiento de carbono (Media= $-19,00\pm 0,46$) relacionado con el consumo de carne. Este enriquecimiento también se observa en otros yacimientos del mismo periodo en el Valle del Ebro (Fernández-Crespo et al. 2019). El último planteamiento nos remite a nuestro planteamiento inicial, la cría de estas especies en un medio más abierto. La comparación de todas las especies ha permitido mostrar la existencia de un medio más abierto en Chaves que en otros yacimientos del neolítico antiguo. Sin embargo, el enriquecimiento que presentan los cerdos respecto a la media obtenida para el conjunto y de los herbívoros permite plantear la cría de esta especie en medios más abiertos que para el resto de especies. Este hecho tiene implicaciones en la forma de gestión de esta especie, ya que permite considerar poco probable la alimentación en medios boscosos como se realiza en la ganadería tradicional mediterránea una parte del año (Halstead y Isaakidou 2011b; Hadjikoumis 2012) y como se ha planteado para La Draga o cueva del Frare (Navarrete et al. 2017).

Los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ que presentan los restos de suidos de Chaves están enriquecidos respecto a los animales herbívoros del sitio. Respecto a los salvajes el enriquecimiento es del $1,75\text{‰}$ y respecto a los domésticos es de $0,78\text{‰}$. Este enriquecimiento puede tener varias explicaciones, puede deberse a un consumo de proteínas animales o al efecto de las prácticas humanas sobre el suelo y las plantas. Las prácticas agrícolas y ganaderas pueden alterar los valores de nitrógeno, afectando a los valores de la cadena trófica. El uso de fertilizantes, el cultivo de quema y rastrojo, y el arado alteran los valores de nitrógeno del suelo, mientras que el pasto intensivo y el uso de forraje puede alterar los valores en los animales (Szpak 2014). Para comprobar si el enriquecimiento puede explicarse por las prácticas ganaderas se puede comparar la dieta de los herbívoros salvajes y los domésticos. A diferencia de los suidos, que son omnívoros, los herbívoros comparten la dieta, a no ser que las sociedades humanas cambien su dieta a partir de la gestión del ganado (Goude y Fontugne 2016). Para el caso de Chaves, los animales domésticos tienen un enriquecimiento en sus valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ del $+0,97\text{‰}$ que parece deberse a la intervención humana. El uso de estiércol en los cultivos parece la explicación más plausible. Distintos estudios (Bogaard et al. 2007; Fraser et al. 2011) han probado como el uso de estiércol en los cultivos enriquece los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de las plantas y de los animales que las consumen. Estos mismos autores han demostrado el uso del

estiércol como fertilizante a inicios del Neolítico en Europa (Bogaard et al. 2013). Existen varias explicaciones para este efecto estiércol en los animales domésticos, es posible que los herbívoros domésticos consumieran subproductos agrícolas como forraje o que los propios animales pastaran en los campos de cultivo tras la cosecha.

En todo caso, aunque es posible que los suidos también se vieran afectados por este efecto del estiércol, el enriquecimiento de +0,78‰ entre los herbívoros domésticos y los suidos puede deberse a un aporte de proteína en la dieta. A pesar de que el enriquecimiento no supera el salto trófico propuesto entre el 3 y el 5‰ (Ambrose 2002; Bocherens y Drucker 2003; Hedges y Reynard 2007), sí que parece que hubo aportación de proteínas animales en la dieta. De todas formas, tampoco se puede descartar un mayor consumo de subproductos agrícolas, siendo el efecto del estiércol el que explica este enriquecimiento en los valores. Aceptando cualquiera de las dos hipótesis, parece claro que existe un control social de los suidos de Chaves, ya que la dieta, tanto si tiene aportación de proteínas procedentes de desechos humanos, como efecto del estiércol, esta mediatizada por la intervención humana intencionada. Estos datos concuerdan con los datos arqueozoológicos, que permiten documentar una explotación intensiva para la carne de los cerdos a partir del perfil de mortalidad y una cría de los animales en el interior de la propia cueva, como indican los restos de especímenes perinatales presentes en el yacimiento.

Teniendo en cuenta el contexto peninsular, se documenta que la dieta de los suidos de Chaves es similar a la de los cerdos de cova del Frare, con valores más altos de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ que los jabalíes de Zatoya, Aizpea y Mendandia y que los cerdos domésticos de La Draga, Reina Amalia y Caserna de Sant Pau, y más bajos de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ que Reina Amalia y Caserna de Sant Pau. Estadísticamente, los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de Chaves son significativamente similares a los de cova del Frare (Mann-Whitney U test: $p= 0,279$) y Reina Amalia ($p= 0,072$), mientras que los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ son significativamente similares a los de cova del Frare ($p= 0,894$) y Aizpea ($p= 0,283$). Por tanto, la dieta de los suidos de Chaves es más rica en nitrógeno que la de los jabalíes del valle del Ebro y los cerdos criados de forma extensiva (*free-range*) de La Draga (Navarrete et al. 2017) y más pobre que la de los cerdos criados en un régimen intensivo (*home-range*) de Reina Amalia y Caserna de Sant Pau (Figura 6.13).

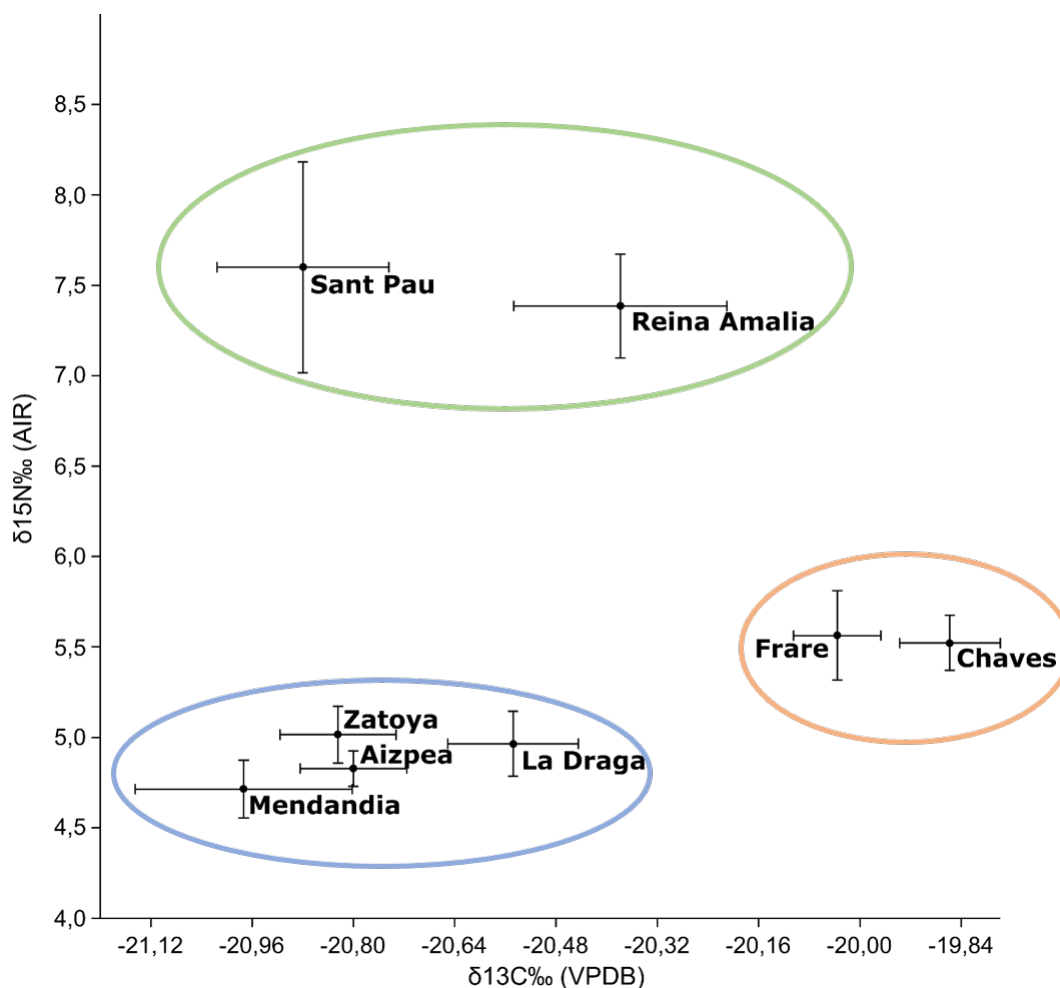


Figura 6.13 Valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de los suidos por yacimientos

Esta situación intermedia de los suidos de Chaves puede ser explicada por la existencia de dos grupos de suidos con dietas distintas. Mientras uno de los grupos (Grupo 1: media= $6,196\text{‰} \pm 0,718$) tiene valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ más enriquecidos que los herbívoros salvajes ($+2,348\text{‰}$) y domésticos ($+1,380\text{‰}$), el otro (Grupo 2 media= $4,529\text{‰} \pm 0,175$) tiene valores más bajos para los domésticos ($-0,287\text{‰}$) y levemente más altos para los salvajes ($+0,681\text{‰}$). Estos dos grupos muestran una aportación distinta de proteínas a su dieta. El Grupo 1 tiene valores más altos. El Grupo 2 tiene valores similares, incluso por debajo, a los herbívoros domésticos, con un enriquecimiento respecto a los herbívoros salvajes similar al de otros yacimientos como La Draga. Además, resulta destacable que los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ también son diferentes entre sí, aunque sin significancia estadística, con un enriquecimiento del Grupo 1 de alrededor del $0,319\text{‰}$ respecto al Grupo 2. Esta diferencia en la aportación de carbono y nitrógeno a la dieta puede tener implicaciones sociales. El enriquecimiento de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ y $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ suele relacionarse con un mayor consumo de proteína de origen animal, lo que implicaría un mayor control humano sobre la alimentación del ganado porcino y una gestión de tipo intensivo (Balasse et al. 2015,

2016, 2018; Fuller et al. 2012; Halley y Rosvold, 2014; Hamilton y Thomas 2012; Hammond y O'Connor 2013; Madgwick et al. 2012, Navarrete et al. 2017). Al contrario, unos valores bajos de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ suelen relacionarse con alimentación más herbívora y una gestión más extensiva. Por lo tanto, siguiendo estos modelos, los valores isotópicos mostrarían como el Grupo 1 tuvo una gestión intensiva a nivel local y el Grupo 2 una mayor libertad de alimentación. Tampoco se puede descartar que el Grupo 2 corresponda a animales totalmente salvajes. Estos especímenes con valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ más bajos que los domésticos y más altos que los salvajes pueden corresponder a animales salvajes con una dieta omnívora o estar gestionados de forma extensiva y con acceso a estiércol/desechos humanos que han enriquecido los valores de nitrógeno.

La comparación entre biometría y análisis isotópicos pretendía arrojar luz a estas diferencias en las dietas entre suidos. Aunque la comparación con los dientes no aportó datos significativos, sí que lo hizo con el esqueleto postcraneal. Para estos, los valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ se encontraban en los especímenes de mayor talla, que podrían corresponderse con jabalíes, aunque también hay especímenes con valores altos de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ (pertenecientes al Grupo 1) y una talla similar a los del Grupo 2. Esto puede deberse a que estos individuos de mayor talla son animales totalmente salvajes, pero la existencia de individuos de menor talla con valores bajos indica que este fenómeno es más complejo e implica un rango de opciones mayor que el contemplado por la clásica dicotomía salvaje/doméstico, pudiendo existir elementos híbridos o diferentes regímenes alimenticios para animales domésticos.

6.1.4 Domesticación y ganadería inicial de cerdos en los Pirineos centrales

Como hemos visto a lo largo de esta sección, la domesticación y/o adopción del cerdo en la Península Ibérica es un asunto de gran complejidad, con una gran variedad de factores implicados en el proceso. La presencia abundante del jabalí en la Península Ibérica antes del Neolítico, sus características biológicas y la existencia, según los estudios etnológicos y arqueológicos, de una gran variedad de modalidades de gestión (Dwyer 1996; Evin et al. 2015) son algunas de las dificultades a las que nos enfrentamos a la hora de analizar este proceso. El análisis biométrico ha sido la principal herramienta utilizada por los arqueozoólogos (Rowley-Conwy et al. 2012b), permitiendo identificar una gran variabilidad en la talla de los suidos a inicios del Neolítico peninsular (Navarrete y Saña 2017). En algunas ocasiones, pero, esta herramienta no permite identificar la existencia

de poblaciones con una relación distinta con los humanos. Por lo tanto, es fundamental el uso de otros enfoques para analizar la dinámica del proceso.

Para el caso de Chaves, se han utilizado distintos enfoques que han mostrado esta complejidad. El análisis de las estrategias de explotación ha mostrado la existencia de una explotación de los cerdos entre los 8 y 12 meses para obtener carne, lo que según distintos modelos etnográficos se ha ligado a una ganadería de tipo intensivo que busca el engorde rápido. La presencia de elementos perinatales en el propio yacimiento refuerza la hipótesis de este tipo de gestión controlada de los cerdos, lo que se correspondería con un estatus doméstico de los animales. El análisis biométrico muestra la gran complejidad del estudio de las presiones selectivas de los suidos en el Neolítico antiguo en la Península Ibérica. Si los análisis a gran escala (Navarrete y Saña 2017) ya mostraban la gran variabilidad de las estrategias de gestión en el Neolítico antiguo, el estudio particular de la cueva de Chaves permite confirmar esta variabilidad. La existencia de una alometría significativa entre los dientes y el resto del esqueleto, y las diferencias de talla del esqueleto postcraneal respecto al resto de cerdos de inicios del Neolítico permite plantear la existencia de hibridación con los jabalíes locales, lo que ya había sido planteado por otros autores (Hadjikoumis 2011). Por último, el análisis de isótopos de colágeno sobre los suidos de Chaves permite plantear la gestión humana de una parte de los suidos, siendo alimentados por residuos de las actividades antropicas.

6.2 Adopción de la oveja: modalidades, implicaciones sociales y económicas

6.2.1 Estrategias de explotación y producción del ganado ovino

La oveja es la especie más importante de la cabaña ganadera del Neolítico antiguo en la Península Ibérica (Liesau y Morales 2012; Saña 2013; Saña et al. en prensa). Junto a la cabra, domina los espectros faunísticos de toda la Península. Solo ambas especies son secundarias, respecto al ganado vacuno, en yacimientos al aire libre como Los Cascajos (Altuna y Mariezkurrena 2009) o Plansallosa (Saña 1998). Siempre que ha sido posible separarlas, en la mayoría de los yacimientos de cronología neolítica (5600-4500 cal BC), la oveja es más abundante que la cabra. Tan solo en sitios como cova del Frare (Navarrete 2017) o cova del Vidre (Saña et al. in press), la cabra es más importante cuantitativamente que la oveja. Estas dinámicas se observan también en el área prepirenaica. La oveja es la especie principal del rebaño doméstico en sitios como Chaves y Puyascada, siendo 4

veces más abundante que la cabra en ambos sitios. Esta tendencia es común en la mayoría de los yacimientos de inicios del Neolítico antiguo.

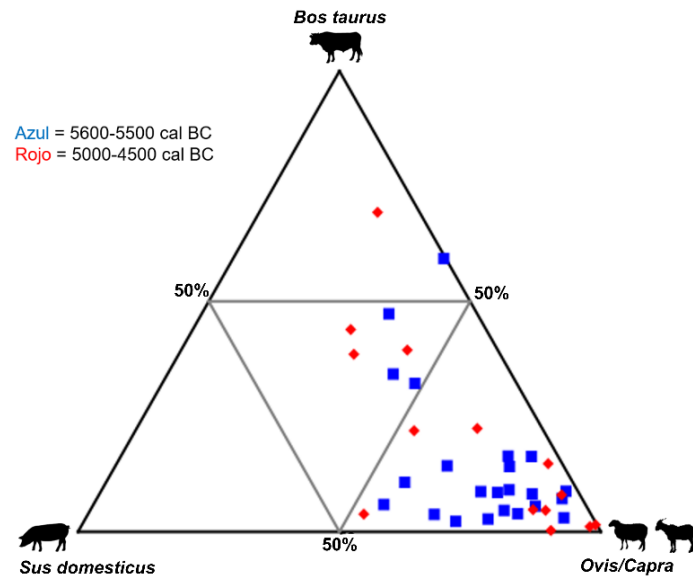


Figura 6.14 Representación de la cabaña ganadera durante el Neolítico antiguo (5600-4500 cal BC) de la Península Ibérica



Figura 6.15 Representación de las ovejas y las cabras en el Neolítico antiguo de la Península Ibérica (5600-4500 cal BC)

La explotación ganadera tanto de la cueva de Chaves como de la Espluga de la Puyascada fue polivalente. Así lo demuestran tanto los histogramas de edad como el análisis de correspondencias comparando ambos yacimientos con otros del Neolítico antiguo del sur de Francia. En Chaves se observa una explotación mixta de carne y leche, similar a la de yacimientos como Grotte Lombard o Barret de Lioure (Gerbault et al. 2016). Por un lado, se puede observar la explotación de la carne en el momento del máximo rendimiento del animal, entre los 12 y los 24 meses. Además de la carne, la leche también es explotada, con un importante número de animales abatidos entre los 24 y 48 meses, cuando las hembras reducen su rendimiento, y en los primeros 6 meses de vida, después de que los

machos son destetados (Helmer y Vigne 2004; Blaise 2006; Vigne y Helmer 2007; Helmer et al. 2007). Tan solo se observa la existencia de un mayor número de individuos sacrificados a partir de los 72 meses, lo que puede corresponderse con la explotación de las fibras o bien para la reproducción. En Puyascada, se da un tipo de explotación similar a la de Chaves, con explotación de la carne en el momento de máximo rendimiento, entre los 12 y los 24 meses. Además, se observa el sacrificio entre los 24 y los 72 meses, lo que lleva a plantear una posible explotación de la leche.

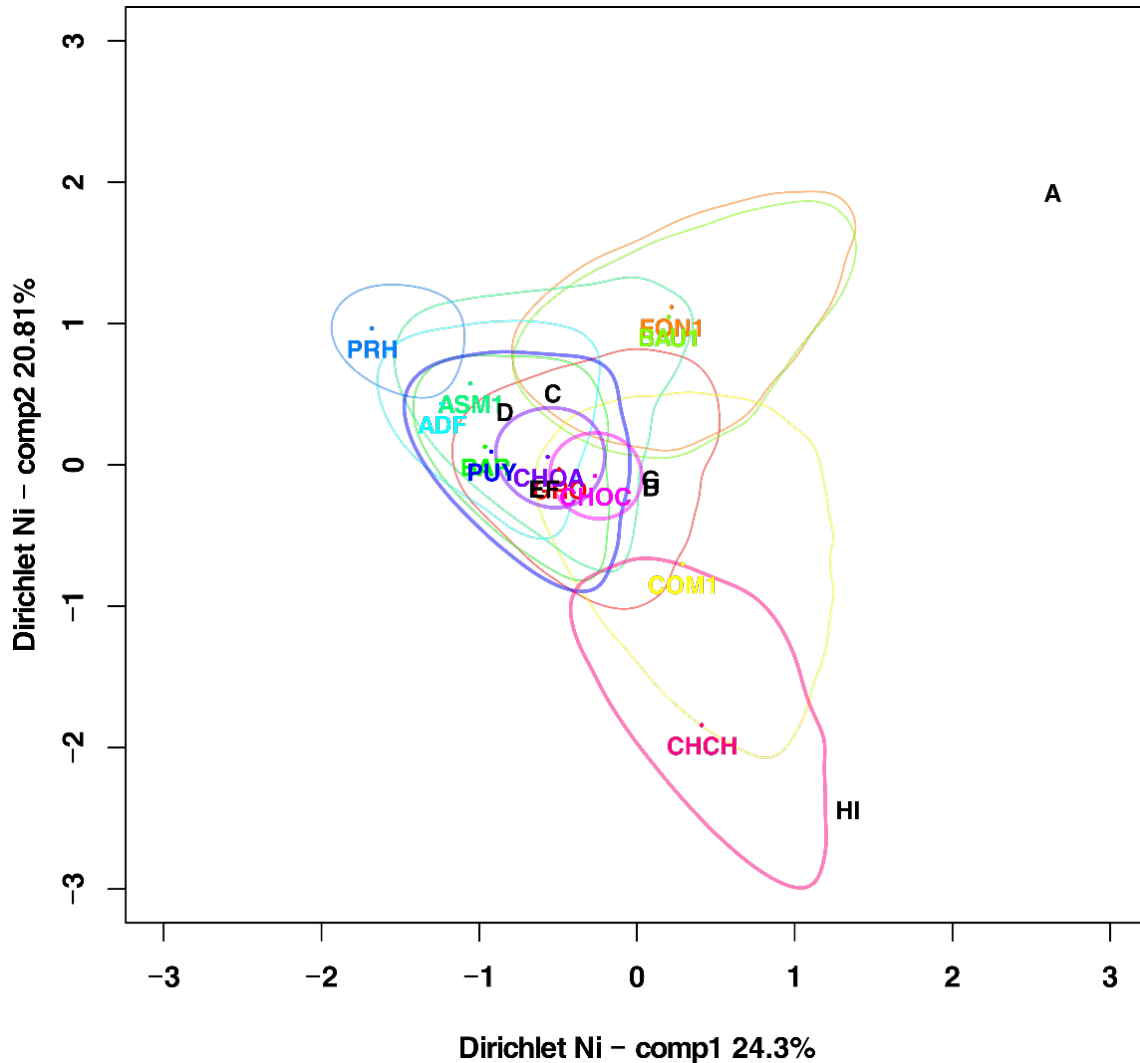


Figura 6.16 Análisis de correspondencias y estimaciones de la densidad del núcleo de los 12 distribución por edad en el momento de la muerte de los yacimientos del Neolítico antiguo en la Península Ibérica y Francia (CHOA-Chaves Ovis aries; CHCH-Chaves Capra hircus; CHOC-Chaves Ovis/Capra; PUY-Puyascada; GRO-Grotte Lombard; FON1-Font Juvenal I; COM1-Combe Obscure c6; BAU1-Baume Oulen c6; BAR-Barret Lioure; ASM1-Abri Saint Mître I; ADF-Fraischamp II c3; PRH-Pont de Roque-Haute) (véase Gerbault et al. 2016)

Está claro que durante el Neolítico antiguo la carne es el principal producto explotado en todos los yacimientos peninsulares. En algunos casos como Cova Fosca (Llorente 2015), Cendres (Iborra y Martínez-Valle 2009) o El Mirador (Martín 2015) esta tendencia está más acentuada. A pesar del dominio cárnico, la leche también parece un producto importante en sitios como Chaves, Sarsa (Boessneck y Von den Driesch 1980), La Draga (Saña 2011), Or (Pérez Ripoll 1980) o Can Sadurni (Saña et al. 2015). Además, la explotación láctea ha sido confirmada a través de los análisis de residuos en yacimientos como Cova de l'Or (Martí Oliver et al. 2009), Can Sadurni (Debono Spiteri et al. 2016) o Reina Amàlia (Breu 2015). La explotación lechera de las ovejas pudo ser importante a inicios del Neolítico, aunque esto no ha sido probado hasta la fecha desde la arqueozoología, debido a las propias limitaciones que tiene la identificación de la producción láctea a través de los histogramas de edad (Halstead 1998) y a que todavía no ha podido identificarse la especie de la que proceden los ácidos lácteos que se encuentra en los residuos. A la espera de resultados sobre estos análisis en el ámbito peninsular, planteamos que la oveja pudo ser una especie importante en la explotación láctea por su importancia cuantitativa a inicios del Neolítico, los datos que indican los histogramas de edad y por la fisiología de la propia especie. La oveja es la especie que menos leche aporta entre las especies domesticas (McClure 2013), pero su leche es la más rica en grasa y contenidos sólidos (Dahl y Hjort 1976; Alston-Mills 1995; Redding 1981), por lo que sería útil para producir productos derivados (Degen 2007). La elaboración de productos lácteos derivados debió ser clave entre las primeras comunidades ganaderas, ya que el alelo de persistencia de la lactasa no estaba presente en estas primeras poblaciones (Roffet-Salque et al. 2017). Resulta más complejo detectar la explotación de fibras para el Neolítico antiguo. Las ovejas neolíticas serían similares a su agriotipo salvaje, por lo que no podría explotarse la lana (Ryder 1992). Por esta razón, durante el Neolítico, la explotación no debió ser sistemática, siendo casi imposible de detectar a partir de los perfiles de mortalidad (Helmer y Vigne 2004). Para la Península, no hay testimonios directos, tan solo se puede plantear su explotación en determinados yacimientos como La Draga (Diego et al. 2018), Cendres, Or, Vidre o Sant Pau.

YACIMIENTO	ESPECIE	FECHA cal BC	CARNE	LECHE	FIBRAS	REFERENCIA
Chaves 1b	<i>Ovis aries</i>	5614-5478	X	X		Este estudio
Sarsa	<i>Ovis/Capra</i>	5533-5377	X	X		Boessneck y Driesch 1980
Cendres	<i>Ovis aries</i>	5486-5469	X	?		Iborra y Martínez-Valle 2009
Fosca	<i>Ovis aries</i>	5477-5318	X	?		Llorente 2015
Or	<i>Ovis/Capra</i>	5470-5323	X	X		Pérez-Ripoll 1980
El Mirador	<i>Ovis aries</i>	5460-5300	X			Martín 2015
Can Sadurní NAC	<i>Ovis aries</i>	5465-5310	X	X		Saña <i>et al.</i> 2015
Caserna Sant Pau	<i>Ovis aries</i>	5371-5204	X	X		Colominas <i>et al.</i> 2008
La Draga	<i>Ovis aries</i>	5325-5076	X	X	?	Saña 2011
Trocs I	<i>Ovis/Capra</i>	5315-5215	X	?		Rojo <i>et al.</i> 2013
Vidre	<i>Ovis aries</i>	5295-5020	X	?		Saña <i>et al.</i> en prensa
Puyascada	<i>Ovis/Capra</i>	5219-5055	X	X		Este estudio
Can Sadurní NAE	<i>Ovis aries</i>	5000-4600	X	?		Saña <i>et al.</i> 2015

Tabla 6.4 Productos explotados de las ovejas (y los ovicápridos) en el Neolítico antiguo de la Península Ibérica

La gestión ganadera de Chaves y Puyascada es similar entre sí. En ambos sitios observamos una ganadería intensiva de pequeña escala (Bogaard 2004; Antolín et al. 2014), donde la cabaña ganadera estaba especializada en la oveja. Los animales se explotaban para diferentes usos, entre ellos la explotación sistemática de la leche, como muestran los histogramas de edad, y los animales se guardaban cerca del asentamiento, como indica la presencia de un buen número de restos fetales y neonatos. Este tipo de gestión ganadera sería complementaria con la agricultura, como indican los testimonios indirectos (Domingo 2014; Mazzucco et al. 2015; Alcolea et al. 2017), y debió ser común en el Neolítico antiguo tanto en las tierras bajas (Antolín et al. 2014) como en las altas (Antolín et al. 2018). Parecen descartadas prácticas de ganadería nómada o trashumante, ya que Chaves y Puyascada no muestran ocupaciones estacionales. Esto contrasta con la funcionalidad estacional atribuida a Puyascada (Rodanés y Ramón 1995; Utrilla y Baldellou 1996). La ausencia de picos de mortalidad y la presencia de animales neonatales, que suelen nacer en tierras bajas, no corresponde con el modelo de ocupación estival relacionado con la trashumancia (Barker et al. 1991). Estos datos coinciden con un asentamiento con cierta estabilidad y continuidad como señalan Mazzucco et al. (2013) y con otros yacimientos de montaña de la zona como Coro Trasito (Antolín et al. 2018) y Els Trocs (Rojo et al. 2013), y con los datos arqueobotánicos de distintos yacimientos de montaña de oriente peninsular (Antolín et al. 2018).

La adopción de la oveja en la Península Ibérica se caracteriza por su rapidez. Entre el 5600 y el 5400 cal BC la especie ha sido adoptada en todos los territorios peninsulares (Fig. 6.17). En la cueva de Chaves, la oveja se adopta entre el 5616-5481 cal BC

(Baldellou 2012), prácticamente al mismo tiempo que en la costa, como observamos en Guixeres de Vilobí (5644-5491 cal BC, Oms et al. 2014), cueva de en Pardo (5619-5488 cal BC, Soler et al. 2014), Nerja (5616-5481 cal BC, Aura Tortosa et al. 2013), Cendres (5546-5374 cal BC, (Bernabeu y Molina 2009), El Barranquet (5607-5367 cal BC; (Bernabeu et al. 2009), la Sarsa (5533-5377 cal BC, García-Borja et al. 2012) o l'Or (5484-5376 cal BC, García-Borja et al. 2011). Incluso en la costa atlántica de la Península, la oveja se adopta al mismo tiempo, como es el caso de Lameiras (Davis y Simões 2016; Davis et al. 2018).



Figura 6.17 Fechas de adopción de las ovejas en la Península Ibérica

Esta rapidez podría explicar la homogeneidad documentada en la talla de la especie en los primeros momentos de la adopción. Los análisis biométricos muestran que los rebaños iniciales eran muy similares entre sí, lo que puede deberse a diversas razones. La primera de ellas es que se vieron sometidos a las mismas presiones selectivas por parte de los grupos humanos (Zohary et al. 1998). Esto iría en consonancia con la rapidez de su adopción y podría responder a una alta relación genética entre las primeras poblaciones de oveja, que tendría el mismo origen. Otra hipótesis es el uso de la oveja como producto de intercambio y su circulación entre los asentamientos. El valor del animal doméstico reside en mantenerlo vivo y en condiciones para reproducirse (Saña 1999), por lo que podría ser un buen elemento para el intercambio tanto entre comunidades ganaderas como

entre ellas y grupos de cazadores-recolectores (Russell 2017). Las redes de intercambio existieron en el Valle del Ebro durante el Mesolítico y el Neolítico (Montes y Alday 2012). Por ello, la homogeneidad en la talla de la especie puede deberse a que fuera un producto de intercambio entre diferentes grupos, manteniendo uniforme el aspecto físico de la especie. Por último, mencionar que la variabilidad medioambiental que presenta la Península Ibérica no tiene correlato con las características físicas de las ovejas a inicios del Neolítico.

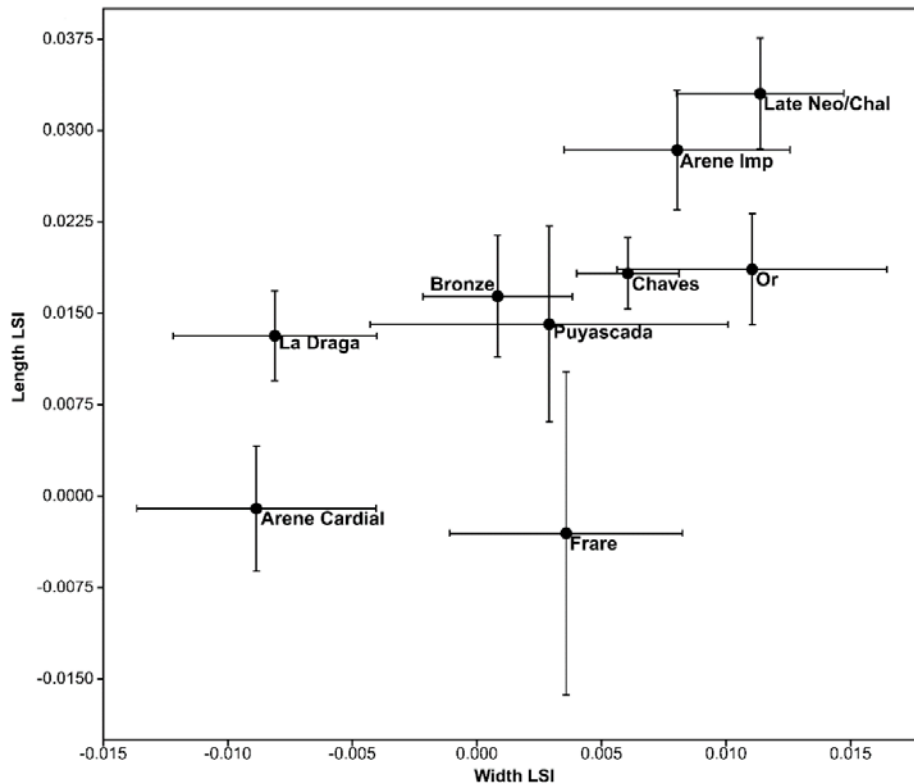


Figura 6.18 Comparación biométrica de las ovejas en distintos yacimientos del Neolítico antiguo, en el Neolítico final/Calcolítico y en el Bronce

Los datos disponibles por el momento, como es el caso de la rapidez de la adopción, la homogeneidad de los rebaños de diferentes zonas geográficas y su similitud con las ovejas correspondientes a ocupaciones de la fase *impressas* del yacimiento de Arene Candide, permiten plantear una adopción rápida de rebaños con una importante unidad genética, y posiblemente, relacionados con la zona de Liguria.

Se detectan dos fases en el proceso de adopción, por un lado, una fase inicial, arriba comentada, en la que las poblaciones son muy homogéneas tanto en la costa como en el interior, y una fase posterior en la que las poblaciones se vuelven más heterogéneas entre los sitios, como es el caso de La Draga (SDwidths= 0.024; SDlengths= 0.017) y el Frare

(SDwidths= 0.023; SDlengths= 0.037), aunque mantienen la heterogeneidad interna, como indica la desviación estándar de los diferentes yacimientos. La tendencia, conforme avanza el Neolítico, es a aumentar la talla, pero manteniendo una cierta homogeneidad hasta el Calcolítico (SDwidths= 0.032; SDlengths= 0.031) y la Edad del Bronce. Aunque la oveja pudo tener problemas para adaptarse al nuevo medio, como se ha planteado para otras regiones de Europa (Ethier et al. 2017), parece que en el caso de la península Ibérica no los tuvo. Otro de los aspectos que podrían indicar esta falta de adaptación es la muerte perinatal. Los abortos son comunes y suelen provocarse por causas infecciosas o por una mala alimentación de la madre (Roger 2008). La presencia de restos de ejemplares neonatos puede tener causas diversas. La muerte de corderos (*lamb losses*) es muy común en los rebaños actuales (15-20%) (Roger 2008). Las causas pueden ser hipotermia, desnutrición materna, *mismothering*, infecciones o lesiones (Mellor y Stafford 2004). La adaptación al medio y una buena alimentación de la madre son claves para la supervivencia de las crías (Mellor y Stafford 2004). En Chaves, la mortalidad perinatal no supera a la mortalidad perinatal media de esta especie, que alcanza hasta el 30% en los individuos fetales y entre el 15 y el 20% en los neonatos (Blaise 2006; Roger 2008). A falta de contrastar con otro tipo de estudios, parece que la adopción de la oveja no generó problemas de adaptación al nuevo medio. Esto puede deberse a las características del clima del área durante el Holoceno medio, caracterizado por una mayor humedad, con mayor número de precipitaciones, y por inviernos cálidos, con la expansión de las *warm-loved* taxones vegetales (Montes et al. 2016; González-Sampériz et al. 2017), lo que podría ser favorable para las ovejas, procedentes del ámbito mediterráneo.

A nivel regional, la oveja es rápidamente adoptada en el Prepirineo, como lo observamos por las fechas de radiocarbono de Chaves sobre restos de esta especie (5614-5478 cal BC, 5482-5375 cal BC). Varios siglos después de las primeras ovejas datadas en Chaves, encontramos esta especie en sitios de alta montaña como Puyascada, Trocs, Coro Trasito o Cueva Colomera, o en sitios del Prepirineo como Rambla 1n o Paco Pons. En el valle del Ebro, encontramos también en estos momentos restos de oveja en sitios como Los Cascajos. Los datos obtenidos apuntan que pudo ser que la oveja se expandió por toda la región pirenaica a partir de la cueva de Chaves, como lo demuestra la similitud biométrica de las ovejas de Chaves y Puyascada, aunque sería necesario ampliar este estudio a otros sitios de la región para comprobar esta hipótesis.

6.2.2 Estacionalidad de la reproducción del ganado ovino

El control de la reproducción por parte de las sociedades humanas es fundamental, permitiendo controlar el tamaño del rebaño y facilitando el trabajo de gestión del mismo, permitiendo alargar los periodos reproductivos y una movilidad estacional de los rebaños. La modelización de los valores de $\delta^{18}O\%$ siguiendo el modelo planteado por Balasse et al. (2012) ha permitido medir la distancia total entre los nacimientos de 0,34 años para los segundos molares y 0,42 años para los terceros, lo que correspondería a 4 y 5 meses respectivamente. Por lo tanto, parece que el periodo de los nacimientos es mayor que el de 1 a 2 meses que se produce hoy en día en los muflones europeos (Hafez 1952; Pfeffer 1967; Garel et al. 2005), el que se produce en los capridos peninsulares (Santiago-Moreno et al. 2006; Alados y Escós 2012; Pérez-Barbería et al. 2017) y el observado en las ovejas del Próximo Oriente en el octavo milenio a. C. (Tornero et al. 2016). Sin embargo, es más corto que el observado en las razas mejoradas actuales (Hafez 1952) y en las razas mediterráneas como la Rasa Aragonesa (Forcada et al. 1992), autóctona de las mismas latitudes que Chaves.

La longitud del periodo de reproducción de las ovejas de Chaves ha sido comparada con la del único yacimiento de la Península, y situado en la misma latitud (42°N), del que se conocen los datos, se trata de la cueva de l'Avellaner (Tornero et al. en prensa), situada en La Garrotxa y datada en el inicio del quinto milenio BC. En este sitio, se ha detectado la existencia de dos periodos distintos de nacimiento de las ovejas a partir de los segundos molares. El primer grupo tiene los nacimientos agrupados 0,1 años (1,2 meses) y el segundo grupo se agrupa 0,28 años (3,36 meses). Ambos grupos se separan 0,24 años entre ellos (casi 3 meses). Según estos datos, parece que los nacimientos de cueva l'Avellaner se encuentran más distanciados que los de Chaves, al menos a partir del segundo molar.

Si se tienen en cuenta los referenciales modernos (Carmejane: Blaise y Balasse 2011; Rousay: Balasse et al. 2012, Kemenez: Tornero et al. 2013), de fecha de nacimiento conocida, se puede observar como los nacimientos de Chaves se agrupan en el invierno y a inicios de primavera, mientras que en l'Avellaner, un periodo de nacimiento es el invierno y los inicios de la primavera y el otro a finales del verano e inicios del otoño. En todo caso, el uso de estos referenciales para las latitudes de la Península Ibérica es problemático, ya que se han realizado sobre ovejas actuales situadas en latitudes más altas que las de Chaves y l'Avellaner (Carmejane: 44°N; Rousay: 59°N; Kemenez: 48°N).

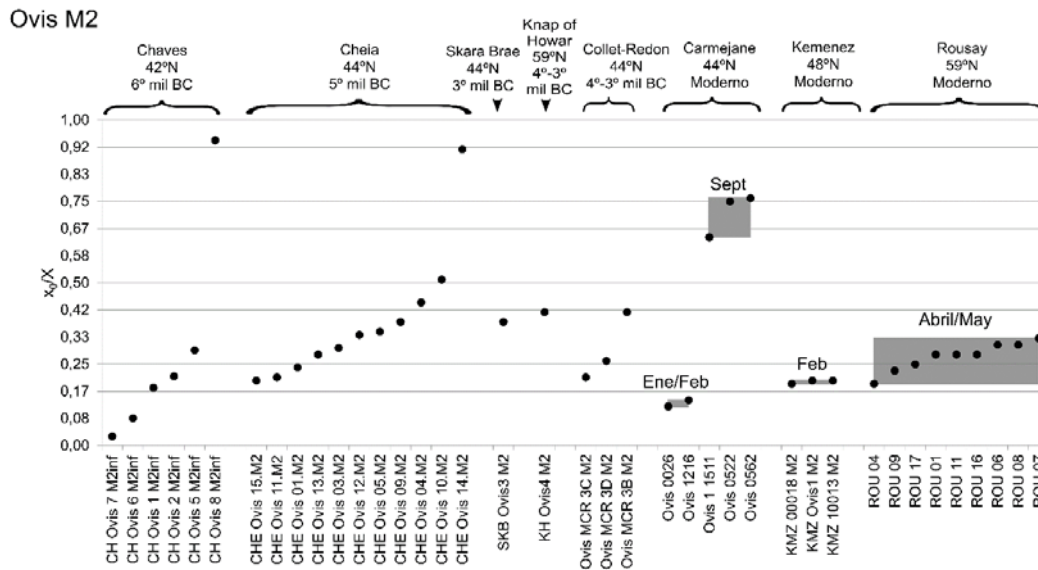


Figura 6.19 Resultados de la normalización de la posición en la corona M2 del valor más alto $\delta^{18}O$ (x_0), utilizando el período (X) del ciclo. Comparación de los conjuntos de datos arqueológicos con los modernos conjuntos de referencia (Balasse et al. 2017a)

La situación latitudinal del yacimiento parece un elemento clave para la estacionalidad de la reproducción. Para ello, se ha comparado con otros sitios de Europa de entre el sexto y el tercer milenio BC (Balasse et al. 2017). En las figuras 6.19 y 6.20 se pueden observar las diferencias entre los sitios. Parece que es en Chaves donde los nacimientos se dan antes dentro de un ciclo anual, frente a otros sitios como Knap of Howar (Balasse et al. 2006; Balasse y Tresset 2009) o Skara Brae (Balasse et al. 2017), situados en latitudes más altas (59°N), pero similar a otros sitios como Alsóyék (Balasse et al. 2017), Cheia (Torneró et al. 2013) o Collet-Redon (Blaise y Balasse 2011), situadas en latitudes cercanas (44-46°N). Esta variación del periodo de los nacimientos parece estar relacionada con la latitud, ya que la reproducción de las ovejas viene inducida por el fotoperiodo (Chemineau et al. 2008, Balasse et al. 2017a).

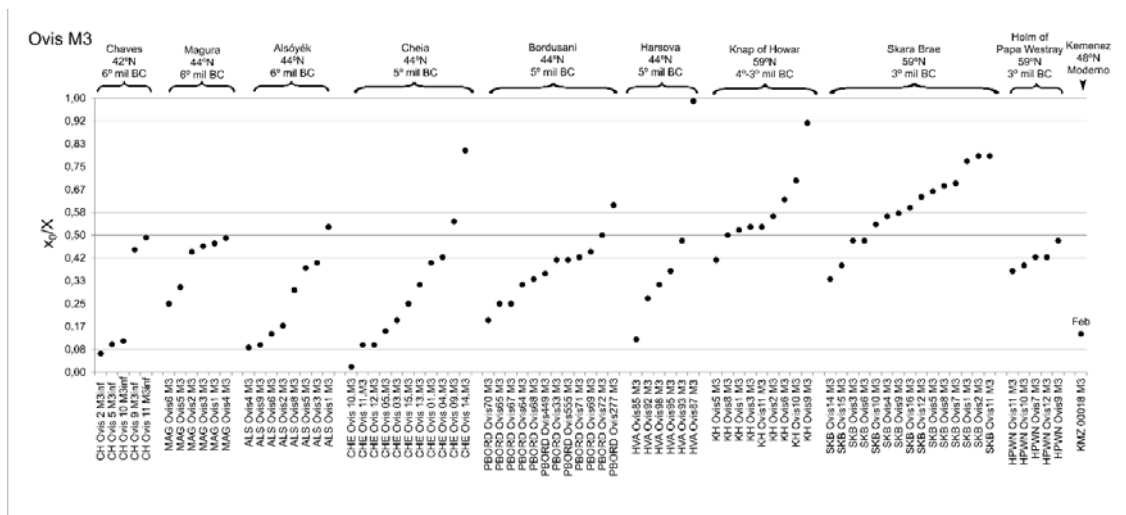


Figura 6.20 Resultados de la normalización de la posición en la corona M3 del valor más alto $\delta^{18}O$ (x_0), utilizando el período (X) del ciclo. Comparación de los conjuntos de datos arqueológicos con los modernos conjuntos de referencia (Balasse et al. 2017a)

La amplitud de los periodos de los nacimientos varía entre sitios, pero no se han detectado variaciones diacrónicas. Las ovejas de Chaves muestran un rango del periodo de los nacimientos mayor que el de otros sitios tanto neolíticos (Collet-Redon, Holm of Papa Westray) como calcolíticos (Cheia, Hârsova), pero también inferior a otros yacimientos neolíticos (Avellaner, Alsótyék).

M2 Ovisaries				
Yacimiento	Latitud	Cronología BC	Amplitud	Meses
Chaves	42°N	6° milenio	0.34	4.08
Cheia	44°N	5° milenio	0.31	3.72
Collet-Redon	44°N	4-3° milenio	0.2	2.4
Avellaner	42°N	5° milenio	0.62	7.44

Tabla 6.5 Comparación de la amplitud de los nacimientos a partir del M2 después de la normalización de los mismos

M3 Ovisaries				
Yacimiento	Latitud	Cronología BC	Amplitud	Meses
Chaves	42°N	6° milenio	0.42	5.1
Magura	43°N	6° milenio	0.24	2.9
Alsónyék	46°N	6° milenio	0.44	5.3
Cheia	44°N	5° milenio	0.53	6.4
Bordusani	44°N	5° milenio	0.42	5.0
Hârsova	44°N	5° milenio	0.36	4.3
Knap of Howar	59°N	4-3° milenio	0.5	6
Skara Brae	59°N	3° milenio	0.45	5.4
Holm of Papa Westray	59°N	3° milenio	0.11	1.3

Tabla 6.6 Comparación de la amplitud de los nacimientos a partir del M3 después de la normalización de los mismos

La existencia de unos periodos de nacimientos más tempranos y más continuados en el tiempo tiene varias implicaciones tanto biológicas como sociales. Por un lado, tiene implicaciones en la adaptación de la especie al medio peninsular. Algunos autores (Ethier et al. 2017) plantean que la rápida adopción de la oveja pudo generar problemas de adaptación al medio. En general, la oveja salvaje es una especie que se adapta bien al medio, pudiendo vivir en condiciones muy extremas. La domesticación pudo alterar algunas de estas características (Dwyer 2008), y esto, junto a la amplia y rápida movilidad de la oveja a lo largo de toda Europa condicionada por parte de los grupos humanos pudo generar problemas de adaptabilidad. Según los datos existentes, parece que no hubo problemas para la adaptabilidad de la oveja al medioambiente peninsular. Así lo demuestra el dominio de esta especie en toda la península durante el Neolítico antiguo y el mantenimiento en la uniformidad de la talla en periodos posteriores (Sierra et al. 2019). Para Chaves, el bajo porcentaje de animales perinatales muertos también permite pensar en una buena adaptabilidad (Sierra et al. 2019). La estacionalidad de la reproducción puede ser indicador de esta adaptabilidad, ya que los problemas de adaptación al medio tienen su influencia en la reproducción (Lamy et al. 2012). Los resultados de Chaves muestran un periodo de nacimientos más largo que las especies salvajes modernas en la misma latitud. Además, el nacimiento ligeramente más temprano (en invierno) respecto a otras latitudes, sobreviviendo hasta alcanzar al menos el año de vida por lo que parece confirmar lo que ya planteábamos con los datos arqueozoológicos, que la oveja se adaptó rápidamente al medio prepirenaico.

Además de las implicaciones biológicas, la longitud del periodo de los nacimientos puede tener implicaciones sociales. El nacimiento de las ovejas durante un periodo más largo de tiempo permite organizar las tareas ganaderas, facilitando el manejo de los rebaños y evitando la acumulación de las mismas en un corto periodo de tiempo. También permite controlar la disponibilidad de comida. Aunque la muestra es escasa, por lo que debemos ser cautelosos, los cuatro o cinco meses de periodo de nacimientos detectados en Chaves pudieron permitir distanciar las tareas facilitando la explotación de productos como la leche y la carne durante un mayor periodo de tiempo. En las ovejas se observa un pico de mortalidad entre los 0 y los 6 meses que se ha relacionado con la mortalidad neonatal pero también con la explotación de leche, por lo que este distanciamiento podría permitir la obtención de este producto durante más tiempo. Otro aspecto para el que sería fundamental el control de la reproducción sería para controlar el tamaño del rebaño.

Sabemos que las ovejas parían y eran guardadas los primeros meses de vida dentro de la cueva junto a los humanos, por lo que un gran tamaño de los rebaños podía haber generado problemas de salubridad, de espacio, etc. Por último, las ovejas de Chaves tienen un periodo de nacimientos similar a otros sitios europeos tanto neolíticos como posteriores (Balasse et al. 2017), pero en dos sitios de mitad del octavo milenio BC en Chipre (Hadjikoumis et al. 2019) y en otro de inicios del quinto milenio BC en el noreste de la Península Ibérica (Torneró et al. en prensa) ha sido detectada la existencia de periodos de nacimiento más largos, llegando a existir dos ciclos anuales (invierno/primavera y verano/otoño). Esto demuestra la capacidad de las sociedades neolíticas para controlar la estacionalidad de los nacimientos tanto dos milenios antes como pocos siglos después en la Península Ibérica y permite preguntarnos si la longitud de los periodos de los nacimientos de Chaves fue una elección humana siguiendo unas estrategias concretas de gestión ganadera o por una adaptación de la especie a las latitudes pirenaicas en los primeros momentos del Neolítico en la región. Para responder a esta pregunta será necesario analizar más conjuntos del área peninsular.

6.2.3 Alimentación de las ovejas

La gestión de la dieta de los rebaños domésticos es fundamental para la producción ganadera. La nutrición es clave para la producción de carne y leche, la salud de los rebaños y la reproducción de los mismos. En este trabajo, este aspecto de las prácticas ganaderas ha sido analizado a partir de distintos métodos como los análisis de isótopos estables en colágeno y en la bioapatita del esmalte dental, y el microdesgaste dental. Cada una de estas aproximaciones a la dieta de las ovejas tiene una resolución distinta, por lo que su complementación puede mejorar el conocimiento de la dieta y las prácticas de gestión ganadera. Por un lado, los isótopos de colágeno recogen la mezcla de la dieta de los últimos 15 años de vida del individuo (Ambrose 1993; Hedges et al. 2007). Por otro, los isótopos de bioapatita permiten conocer los cambios que se producen en la dieta durante el periodo de formación del diente, que suele abarcar los primeros meses de vida (Balasse et al. 2017). Por último, el análisis de microdesgaste dental, que permite conocer la dieta de los últimos días o semanas de edad (efecto “Last Supper” o “última cena”, Grine 1986; Mainland 1998). A continuación, se discute por separado cada una de estas aproximaciones en orden cronológico, para después discutir las en conjunto.

- Isótopos de colágeno

Aunque los resultados de los isótopos de colágeno ya han sido debatidos en el capítulo anterior, la existencia de un conjunto de valores tanto de ovejas ($n=14$) como de cabras ($n=10$) permite discutir sobre estos resultados. Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ son similares para ovejas, cabras y los herbívoros salvajes, siendo menos variables que los herbívoros salvajes locales (*Ovis aries*: Media= 20,101, SD= 0,31; *Capra hircus*: Media= 20,139, SD= 0,260; *Cervus elaphus*: SD= 0,349; *Capreolus capreolus*: SD= 0,651; *Capra pyrenaica*: SD= 0,616). En cambio, se observan diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ de ovejas respecto a los herbívoros salvajes como el ciervo (Mann-Whitney: $p=0,037$) y la cabra montés (Mann-Whitney: $p=0,0009$), y de las cabras respecto a la cabra montés (Mann-Whitney: $p=0,003$), siendo más altas las medias y variables sus valores (*Ovis aries*: Media= 4,691, SD= 0,659; *Capra hircus*: Media= 4,767, SD= 0,852; *Cervus elaphus*: Media= 4,104, SD= 0,27; *Capreolus capreolus*: Media= 4,328, SD= 0,47; *Capra pyrenaica*: Media= 3,514, SD= 0,35).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ y $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ para ovejas y cabras permiten plantear una gestión intensiva de estas dos especies. Por un lado, la escasa variabilidad dentro de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de ambas especies, menor que todos los herbívoros salvajes y que los cerdos, puede deberse a un control humano de la dieta o una alimentación en ambientes más controlados. Por otro lado, el enriquecimiento de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ observado de las ovejas y las cabras también es posible que sea ocasionado por el control humano, ya que se trataría del efecto del estiércol (Bogaard et al. 2007, 2013; Fraser et al. 2011), o bien provocado por la alimentación en los campos de cultivo, o bien por el consumo de subproductos ganaderos (Szpak 2014). En Chaves, no existen testimonios directos de cultivos, pero sí que existen datos indirectos a partir de traceología (Domingo 2014; Mazzucco et al. 2015), que muestran el cultivo de cereales. Por último, la similitud de la dieta entre las ovejas y las cabras (Mann-Whitney: $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$: $p=0,91$; $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$: $p=0,93$) puede estar influenciado por el tamaño del rebaño. Así lo han planteado Vaiglova et al. (2014), que consideran que las diferencias de valores isotópicos entre las ovejas y las cabras pueden venir influenciados por las elecciones alimenticias de cada una de las especies, por lo que en rebaños pequeños ambas especies se mantendrían pastando juntas. Los datos arqueozoológicos apoyarían esta idea, ya que los rebaños están fundamentalmente compuestos por ovejas con alguna cabra (Sierra et al. 2019). Además, esto contrasta con los datos de La Draga, que muestran diferencias en la dieta entre ovejas y cabras tanto a

nivel de colágeno (Navarrete et al. 2017) como de bioapatita (Navarrete et al. 2019), a pesar de que la muestra es pequeña, y los datos arqueozoológicos documentan una abundancia similar de estas dos especies (Saña 2011). Los datos isotópicos de las ovejas y las cabras de Chaves encajarían con el modelo económico propuesto por Halstead (1981; 2006), que plantea la existencia de una agricultura intensiva y articulada con la ganadería. Los animales domésticos podrían estar confinados en los campos, por lo que eliminarían las malas hierbas y aportarían abono a los campos.

- **Isótopos de bioapatita del esmalte dental**

La dieta a partir de los isótopos de bioapatita recoge la dieta a lo largo de un año o un año y medio aproximadamente, tiempo que dura el desarrollo del segundo y el tercer molar. Esto nos permite reconstruir la variación temporal de la dieta a lo largo de ese periodo de tiempo.

Con los datos de las ovejas de Chaves podemos observar una variación leve en la dieta, considerando la amplitud y el error estándar. Tan solo en dos casos la amplitud es superior al 2‰. Esta baja variabilidad en los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ coincide con el otro yacimiento Neolítico antiguo publicado, La Draga (Navarrete et al. 2019), donde los valores tenían una amplitud que iba desde 0,4‰ hasta 2,4‰, dominando los que tenían una amplitud por debajo del 1,5‰. Además, esta baja amplitud de los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ contrasta con la que encontramos en el estudio realizado sobre individuos actuales sujetos a un régimen de movilidad altitudinal en el área central del valle del Ebro (Torneró et al. 2018). Los valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ de los dos individuos analizados en este estudio dieron una amplitud de 2,2 y 3,3‰. La escasa variabilidad de los valores de las ovejas de Chaves parece indicar que los animales se alimentaron en la misma área durante todo el año, teniendo una dieta bastante controlada. Los valores medios de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ se encontraban entre -10,53 y -11,49‰, lo que aplicando el enriquecimiento calculado entre la bioapatita y la dieta (+14,1‰, Cerling y Harris, 1999), da unos valores entre -24,63 y 25,59‰. Estos valores corresponden a una dieta caracterizada por las plantas C3 de espacios abiertos.

- **Microdesgaste dental**

Por último, intentamos reconstruir la dieta a partir del microdesgaste dental, que recoge la alimentación de los últimos días de vida (Grine 1986; Mainland 1998).

Con el objetivo de contextualizar los resultados de microdesgaste de Chaves dentro del Neolítico antiguo, se han comparado con los de otros yacimientos del Neolítico antiguo del noreste peninsular (Merino 2016) como La Draga, Reina Amalia, Cova de l'Avellaner, Bauma de Serrat del Pont y Cova del Frare (Tabla 6.7 y Figura 6.21). Para las ovejas, la comparación muestra como el número de estrias es muy similar en las ovejas entre todos los yacimientos, siempre por debajo de 17, por lo que su dieta sería ramoneadora (*browser*) (Solounias y Semprebon 2002). La desviación estándar del número de estrias es pequeña en todos los yacimientos, en Chaves es menor respecto al resto, aunque no hay diferencia estadística entre ellos. En el número de *pits*, la desviación estándar es mayor en todos los yacimientos, aunque en Chaves sigue siendo menor respecto a todos menos Cueva de l'Avellaner. Estadísticamente, no hay diferencia entre sitios, salvo Cova del Frare, que sí que se diferencia respecto al resto ya que el número de *pits* es mayor (Media= 24.5) (Tabla 6.8).

Ovisaries	Estrias			Pits		
	Media	SD	CV	Media	SD	CV
La Draga	7.52	3.023	0.402	11.74	7.358	0.627
Reina Amalia	8.86	4.180	0.472	14	10.182	0.073
Bauma Serrat del Pont	6.63	3.204	0.484	11.63	7.615	0.655
Cova del Frare	6.46	3.225	0.499	24.5	7.859	0.321
Cova de l'Avellaner	8.4	3.135	0.373	14.4	5.124	0.356
Chaves	7.47	2.519	0.337	16	5.807	0.363

Tabla 6.7 Resumen estadístico de las estrias y los pits por yacimientos en ovejas

La similitud entre la dieta de todas las ovejas del Neolítico antiguo del noreste peninsular puede tener varias interpretaciones. La primera implicaría una gestión muy similar de todos los rebaños en los distintos yacimientos, en la que las ovejas serían alimentadas de forma similar, de vegetación arbustiva. La segunda implica la alimentación de los animales en medioambientes similares, formados por una abundante cubierta vegetal y con apenas degradación. Cualquiera de las dos interpretaciones resulta interesante para entender las primeras prácticas ganaderas del Neolítico antiguo en la Península Ibérica, ya que muestra una similitud bien sea en las prácticas de gestión bien sea en el paisaje y el impacto antrópico sobre el mismo. Esta similitud también se puede deber al método, que utiliza variables muy estandarizadas que no permitirían diferenciar tipos específicos de alimentación en animales domésticos. Un buen ejemplo es el caso de La Draga, donde, a partir de los isótopos estables, se ha identificado alimentación diferente entre ovejas

(Navarrete et al. 2019) mientras que a partir del desgaste dentario el grado de homogeneidad documentado es mayor (Merino, G., 2016).

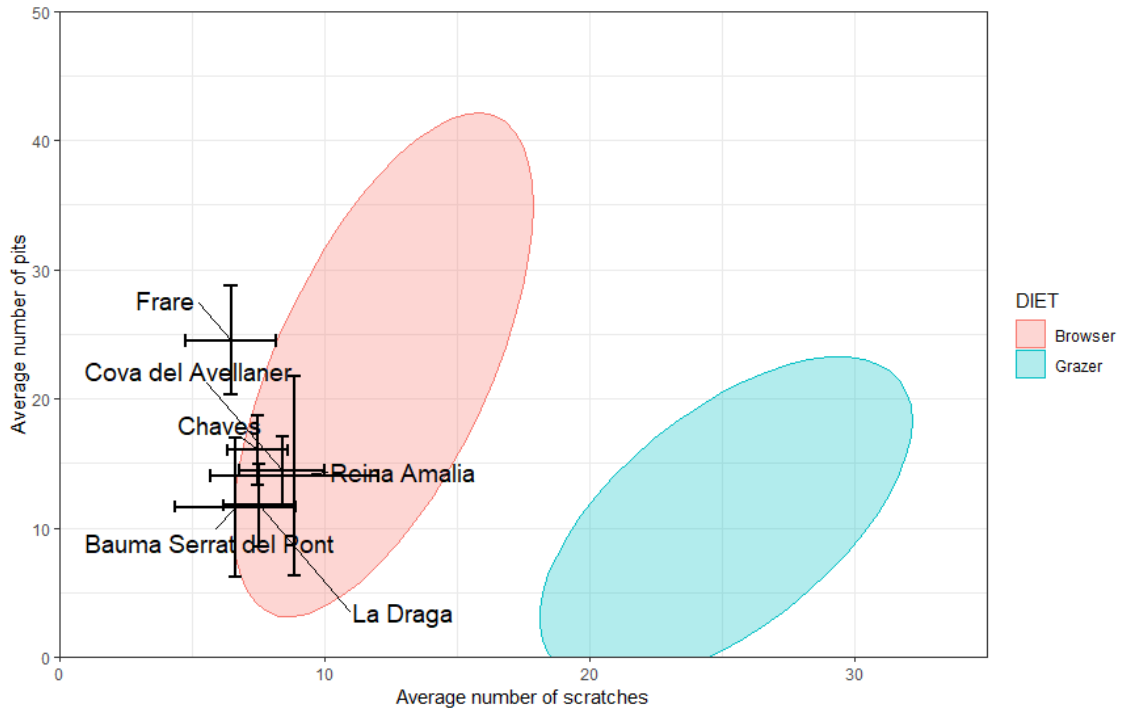


Figura 6.21 Comparación de las estrias y los pits de las ovejas por yacimientos. Gráfico elaborado con MicrowearBivaR (Rivals 2019)

Ovis aries Kruskal-Wallis	Reina Amalia		B. Serrat del Pont		Cova del Frare		C. de l'Avellaner		Chaves	
	Estrias	Pits	Estrias	Pits	Estrias	Pits	Estrias	Pits	Estrias	Pits
La Draga	0.540	0.750	0.508	0.903	0.326	0.000	0.233	0.104	0.881	0.027
Reina Amalia			0.294	0.486	0.228	0.052	0.831	0.916	0.561	0.506
B. Serrat del Pont					0.945	0.004	0.203	0.301	0.408	0.117
C. del Frare							0.119	0.000	0.264	0.002
C. de l'Avellaner									0.288	0.566

Tabla 6.8 Test Kruskal-Wallis comparando yacimientos. En negrita las diferencias significativas

Alimentación del ganado ovino

Como hemos visto a lo largo de esta sección, la aplicación de diferentes técnicas para analizar la dieta de las ovejas puede aportarnos diferentes enfoques sobre la misma. En esta sección vamos a compararlos. Para comparar los valores de los isotopos de $\delta^{13}C\%$ tanto de colágeno como de bioapatita se han transformado sus valores a $\delta^{13}C\%$ dieta utilizando el enriquecimiento del colágeno (5‰; Ambrose 1993; van der Merwe 1989) y de la bioapatita (14,1‰; Cerling y Harris, 1999) con respecto a la dieta. La comparación de estos valores da unos resultados muy similares entre si (Tabla 6.9), con escasas

diferencias entre ellos (Mann-Whitney: $p= 0,247$). Esto permite apuntar la hipótesis de que esta especie se estuvo alimentando en las mismas áreas cerca del yacimiento, sin apenas variación estacional. Por otro lado, como se ha señalado a partir de los valores de $\delta^{15}\text{N}\%$ indicaría el consumo en los campos de cultivo o de subproductos ganaderos.

Chaves Valores $\delta^{13}\text{C}\%$	Media	Max	Min	Amplitud
Colágeno	-25.100	-24.60	-25.69	1.08
Bioapatita	-25.215	-24.629	-25.59	0.958

Tabla 6.9 Comparación de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}\%$ en colágeno y en bioapatita en Chaves

Por otro lado, el microdesgaste dental ha permitido observar una uniformidad en la dieta de las ovejas durante el Neolítico peninsular. Los resultados muestran una dieta poco abrasiva que ha sido denominada como ramoneadora en todos los yacimientos analizados. Esta similitud puede tener varias explicaciones, algunas ya comentadas con anterioridad, como una gestión similar, quizá en las últimas semanas de vida; la existencia de ambientes similares o la baja resolución de esta aproximación analítica. En todo caso, los análisis de isótopos han mostrado que el paisaje es diferente en estos yacimientos, por lo que esta uniformidad no vendría explicada por este hecho. Tan solo se podría sostener la idea de que a inicios del Neolítico la degradación ambiental sería baja, al contrario de lo que se ha observado al inicio de la Edad del Hierro (Jiménez-Manchón et al. 2018). Esta uniformidad puede deberse a una gestión similar de los rebaños de ovejas durante el Neolítico antiguo, al menos en los momentos previos a su consumo.

La combinación de los resultados de estos análisis con diferente grado de resolución permite plantear un control de la dieta de los rebaños ovinos por parte de los primeros grupos ganaderos de Chaves. Por tanto, los datos de Chaves encajarían con el modelo económico propuesto por Halstead (1981; 2006), que plantea la existencia de una agricultura intensiva y articulada con la ganadería. Los animales domésticos estarían confinados en los campos, por lo que eliminarían las malas hierbas y aportarían abono a los campos.

6.3 Domesticación y ganadería inicial del ganado vacuno

6.3.1 Explotación del ganado vacuno

El agriotipo del ganado vacuno está presente en la Península Ibérica, por lo que puede haber habido una domesticación autoctona, los datos genéticos sugieren que esta especie fue adoptada en el Neolítico antiguo, después de haber sido domesticada en el Próximo Oriente (Conolly et al. 2011). Parece que la adopción de los bovinos siguió la misma dinámica que la del ganado ovino, ya que las fechas de adopción más antiguas son similares (5600-5400 cal BC), pero se observa una importante diferencia en las frecuencias de representación, siendo el ganado bovino poco abundante en la mayoría de los sitios de la Península salvo en el noreste. En el área pirenaica, el ganado vacuno es relativamente poco abundante, como se observa en los yacimientos analizados aquí, como Chaves o Puyascada, pero también en Coro Trasito y Trocs (Rojo et al. 2013). Esta escasez dificulta la evaluación de los productos explotados, pero la carne parece el principal producto, no pudiendo descartar, al menos en Chaves, la explotación de la leche o de la tracción animal.

6.3.2 Gestión ganadera del ganado vacuno: alimentación

La dieta de los bóvidos ha sido evaluada a partir de los análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en colágeno y a partir del microdesgaste dental. Para ambas técnicas nos enfrentamos a la escasez de la muestra estudiada para esta especie, por lo que las interpretaciones se encuentran muy limitadas. Para los isótopos estables, aunque ya ha sido evaluado en la sección dedicada al ganado porcino, se documentan unos valores de $\delta^{13}\text{C}\text{‰}$ relacionados con la alimentación de una dieta tipo C3 de ambientes abiertos, mientras que los valores de $\delta^{15}\text{N}\text{‰}$ muestran un leve enriquecimiento de esta especie respecto al resto de ungulados salvajes (ciervo: +0,850‰; corzo: +0,626‰; cabra montés: +1,440‰), lo que puede deberse al efecto estiércol, como se ha planteado para la oveja.

A partir del microdesgaste dental, la dieta del ganado vacuno es muy similar en todos los yacimientos del Neolítico antiguo del noreste peninsular, aunque existe mayor variabilidad, lo que puede deberse a que la muestra es menor. La media de las estrias está siempre por debajo de 17, por lo que la dieta se podría clasificar como ramoneadora (Solounias y Semprebon 2002). La desviación estándar para las estrias muestra muchas diferencias entre sitios, sobre todo en sitios como Caserna de Sant Pau y Gava/Can Tintorer, donde la muestra es pequeña. Al contrario, en Chaves la desviación estándar es

muy pequeña, por lo que la dieta debió ser muy similar en todos los individuos. La variabilidad en el número de *pits* también es grande entre yacimientos. Al igual que en las estrias, la desviación estándar de los *pits* en Chaves también es menor al resto de los yacimientos. A pesar de estas diferencias, estadísticamente las dietas son muy similares. Tan solo existe una diferencia mayor entre Chaves y La Draga para las estrias, que son más numerosas, seguramente por una dieta más abrasiva. Por el contrario, estos dos yacimientos son los que menor variabilidad entre individuos tienen en la misma.

Las interpretaciones de estos resultados van en la misma línea que las de las ovejas, aunque en este caso de forma más cautelosa debido a la escasez de muestras para algunos yacimientos.

<i>Bos taurus</i>	Estrias			<i>Pits</i>		
	Media	SD	CV	Media	SD	CV
La Draga	12.4	2.184	0.176	12.1	4.824	0.398
Frare	9.6	3.238	0.337	13.6	13.336	0.980
Caserna de Sant Pau	10.5	5.447	0.519	16.0	3.559	0.222
Gava/ Can Tintorer	13.2	7.911	0.601	14.2	10.054	0.710
Chaves	9.5	1.061	0.112	11.8	2.864	0.243

Tabla 6.10 Resumen estadístico de las estrias y los pits en los bóvidos por yacimientos para bóvidos

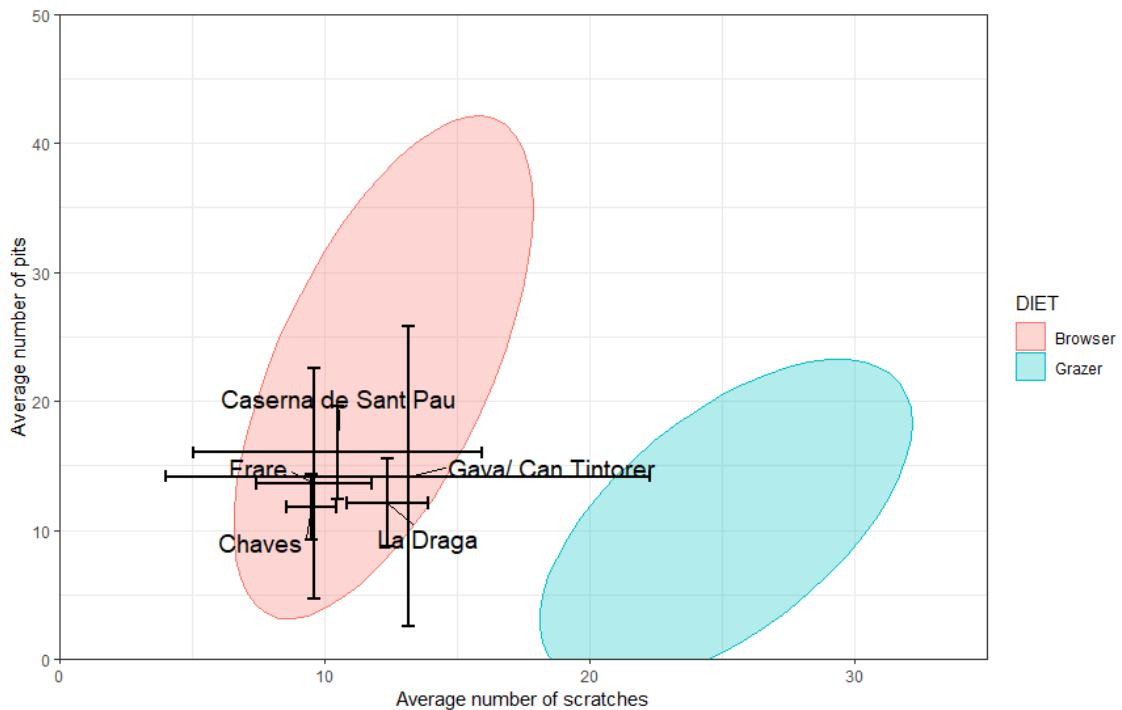


Figura 6.22 Comparación de las estrias y los pits de los bóvidos por yacimientos. Gráfico elaborado con MicrowearBivaR (Rivals 2019)

Bos Taurus Kruskal-Wallis	Cova del Frare		Sant Pau		Gavà/Can Tintorer		Chaves	
	Estriás	<i>Pits</i>	Estriás	<i>Pits</i>	Estriás	<i>Pits</i>	Estriás	<i>Pits</i>
La Draga	0.0896	0.4702	0.2671	0.1481	0.6074	0.5403	0.01515	0.8833
Frare			0.9381	0.2465	0.4046	0.7815	0.9466	0.4624
Sant Pau					0.7237	0.7237	1	0.1099
Gavà/Can Tintorer							0.4534	0.4561

Tabla 6.11 Test Kruskal-Wallis comparando yacimientos. En negrita las diferencias significativas

6.3.3 Impactos genéticos: el ejemplo de los bóvidos

Los análisis genéticos realizados sobre los bóvidos de la cueva de Chaves muestran una interesante uniformidad genética en todos los individuos analizados. Todos los restos pertenecen al haplogrupo T3, no distinguiéndose mutaciones genéticas entre ellos. El haplogrupo T3 es el más numerosos entre el ganado bovino europeo actual (Achilli et al. 2009). La presencia de una mayor diversidad genética de este haplotipo en el Próximo Oriente frente a Europa, ha sido interpretado como indicador de una domesticación única durante el Neolítico de los haplogrupos T y su posterior expansión por Europa (Troy et al. 2001; Edwards et al. 2007; Scheu et al. 2015).

Según los datos arqueozoológicos, el bóvido fue domesticado en la parte central del Creciente Fértil (Helmer et al. 2005; Peters et al. 2005; Conolly et al. 2011) y se expandió posteriormente por toda Europa y África. Pero el agriotipo del ganado vacuno estaba presente en toda Europa, incluida la Península Ibérica, por lo que es más difícil separar arqueozoológicamente algunos individuos domésticos de los salvajes. Hasta hace pocos años, esta presencia del agriotipo bovino en Europa ha llevado a algunos autores a plantear la posibilidad de una domesticación autóctona, siquiera como hipótesis, aunque, como hemos indicado, los datos genéticos disponibles actualmente han permitido desechar estas teorías. Los estudios genéticos de los últimos años inciden en que el ganado vacuno europeo pudo haber emigrado a Europa a través de las dos principales vías de neolitización, la continental y la circummediterránea (Scheu et al. 2015). Estos estudios vienen mostrando que la diversidad de haplotipos en el sur de Europa es baja, lo que se ha interpretado en relación con el transporte de unos pocos individuos y con un papel secundario de esta especie en el proceso de neolitización mediterráneo (Scheu et al. 2015). Esta baja diversidad genética dentro de los primeros rebaños de ganado vacuno neolíticos se observa también en el estudio genético de la cueva de Chaves, que centra esta tesis, cuyos individuos son todos T3. Este mismo haplotipo ha sido documentado en

otros sitios del Neolítico antiguo de la Península Ibérica, como Cueva de l'Or o Cueva del Mirador (Colominas et al. 2015) o incluso en La Draga. Este último yacimiento presenta la única excepción conocida de momento: se ha documentado un individuo de haplotipo T1 (Colominas et al. 2015), también procedente de Próximo Oriente, pero con una diversidad genética mayor que la observada en Chaves.

La ausencia del haplotipo P asignado normalmente al uro europeo (Edwards et al. 2007) entre las muestras neolíticas permite descartar, al menos de momento, una domesticación local de esta especie.

Pero este panorama aparentemente uniforme se complica cuando entran en juego los datos genéticos de Mendandía, que presenta una rica colección de restos de bóvidos. La mayoría de sus especímenes corresponden al haplogrupo P, pero uno de ellos, procedente del nivel IIIsup pertenece al haplogrupo T3 y su datación directa por AMS en 6235-6019 cal BC, lo convierte en el más antiguo de este tipo en la Península Ibérica (Alday et al. 2012). Ante esta constatación se pueden plantear varias explicaciones: i) la presencia de este haplogrupo entre las poblaciones de uros europeos, que aunque no se habían detectados en otras partes de Europa (Edwards et al. 2007), puede ser parcialmente contestada por la identificación del haplotipo T en uros del sur de Italia cuya explicación es discutida (desde antiguas conexiones con Anatolia, hasta una introgresión; ver resumen en Alday et al 2012); ii) en relación con la hipótesis anterior, el haplogrupo T3 podría haber estado también entre los uros silvestres, pero la diversidad genética de las poblaciones de uros peninsulares a inicios del Holoceno es poco conocida debido a la escasez de estudios genéticos; iii) otra posibilidad sería la llegada anterior de esta población, por intercambio de algún individuo sin gestión ganadera del mismo, a la península, ya que en el Próximo Oriente ya había sido domesticada (Conolly et al. 2011). El problema de esta hipótesis es que no se han documentado otros individuos con haplotipo T3 a lo largo de toda Europa en una fecha tan temprana, pero casaría con la presencia de las cerámicas que hay en este nivel, que se acompañan de un cortejo lítico y faunístico por lo demás totalmente mesolítico; iv) la última posibilidad, que tampoco puede ser descartada, es la contaminación en el proceso análisis debido a la contaminación de los reactivos con el ADN moderno (Geigl 2008). En todo caso, la presencia de un individuo del haplotipo T3 en Mendandía permite plantear la existencia de una gran variedad de escenarios que deberán ser analizados ampliando el número de estudios genéticos.

6.4 Caza en las primeras sociedades neolíticas

La caza es la gran olvidada en el estudio de las actividades económicas de las primeras sociedades agrícolas. La adopción de animales domésticos ha centrado la investigación, dejando de lado a las especies silvestres, ya que se consideró que éstas perdieron su importancia socioeconómica dentro de las primeras sociedades ganaderas. Pero el análisis de la caza puede ayudar a comprender como se produjo el proceso de neolitización. De hecho, autores como Guilaine (2018) han señalado la caza como el indicador del mantenimiento de las tradiciones de los grupos cazadores-recolectores. Para ello, se ha analizado tanto el rol que pudo tener la caza como la existencia de continuidades o discontinuidades en las prácticas cinegéticas. Se han analizado un total de 74 sitios, con más de 100 restos identificados, distribuidos por toda la Península Ibérica entre 7500 cal BC y 4500 cal BC (Figura 6.22).

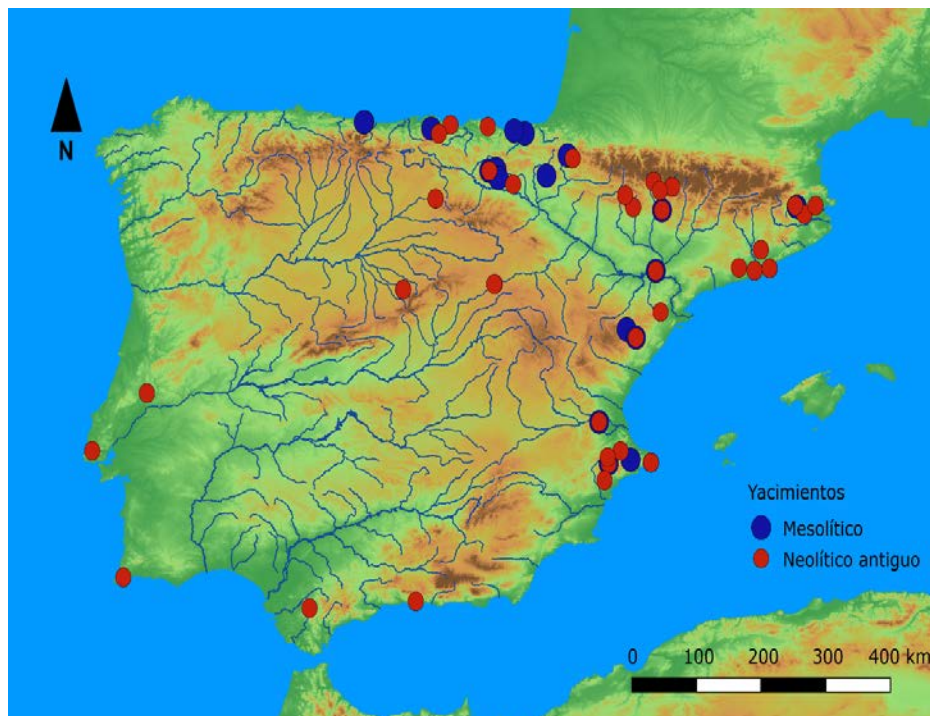


Figura 6.23 Mapa de los yacimientos mesolíticos y neolíticos incluidos en el análisis

En términos generales, la caza tiene muy baja importancia a nivel cuantitativo entre las primeras sociedades neolíticas (Fig. 6.24). En más de la mitad de los yacimientos los ungulados cazados conforman menos del 10%. En más de tres tercios de los sitios, la caza de ungulados está representada con menos de la mitad de los elementos. Tan solo en un pequeño porcentaje de los yacimientos la caza está representada con más del 50% del conjunto. Esto indica que la economía agrícola y ganadera se impuso completamente sobre la caza, aunque esta no perdió del todo su importancia.

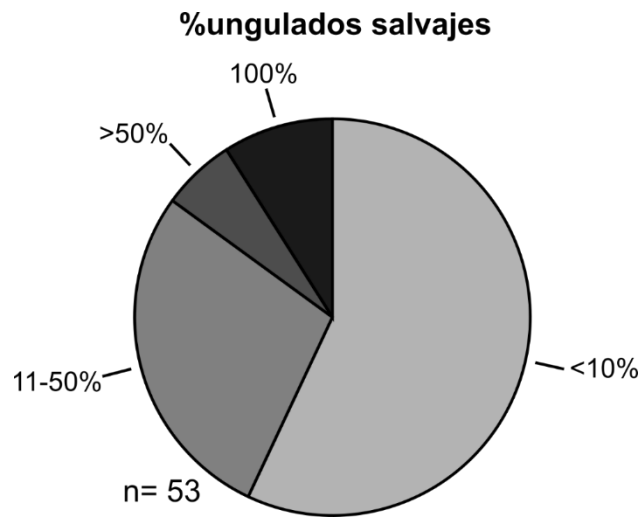


Figura 6.24 Representación de ungulados salvajes en los yacimientos neolíticos analizados

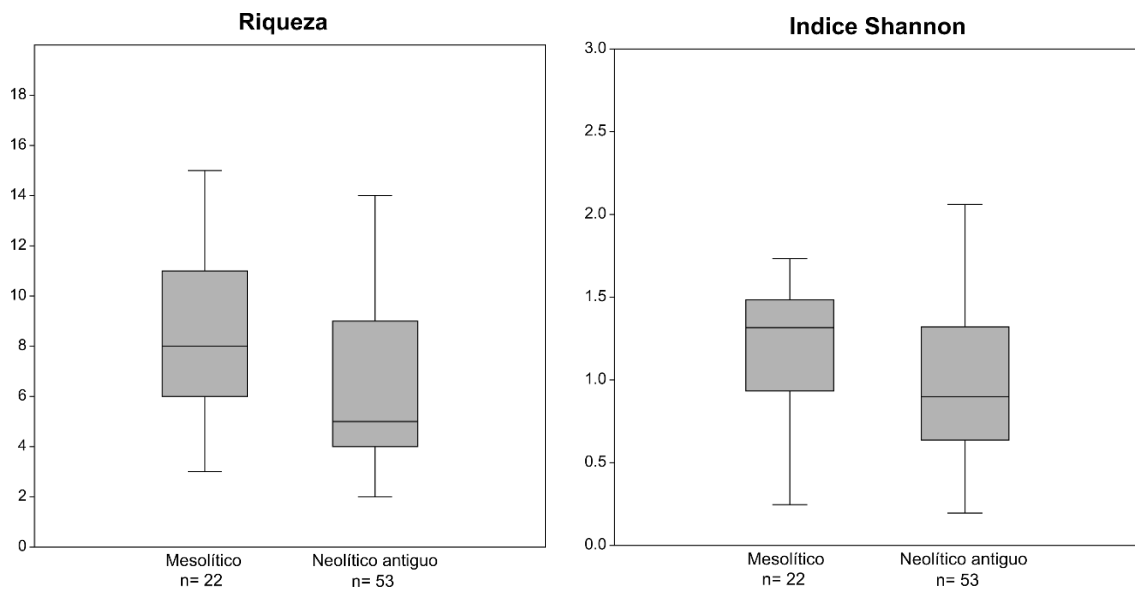


Figura 6.25 Índices de densidad. Riqueza e índice Shannon

La caza en el Neolítico sigue estando diversificada, pero el número de especies que se explotan se reduce. Esto ha sido demostrado aplicando una serie de índices de diversidad para tratar de comparar ambos períodos como el índice Shannon y la riqueza (el número de especies explotadas) (Lyman 2008). La diversidad se reduce en los yacimientos neolíticos (Fig. 6.25) debido, especialmente, a la reducción del número de especies cazadas. Por lo tanto, parece que la caza se convierte en algo más especializado dentro de las sociedades neolíticas, quizá buscando explotar algunas especies salvajes con objetivos distintos de los que tenían los cazadores-recolectores.

La comparación entre especies en todos los yacimientos muestra la tendencia a reducir el porcentaje de animales cazados. Especies como la cabra montés son menos abundantes

en la mayoría de los sitios neolíticos. Sólo el ciervo mantiene, e incluso aumenta, su importancia como especie más cazada, lo que se repite en otras zonas de Europa (Vigne 1993; Arbogast 2010) y puede tener múltiples explicaciones. La primera de ellas es que la mayor abundancia de la especie (20-25 individuos/km²; Carranza 2017) la convirtiera más atractiva frente a otras especies como la cabra montés (0,1-13,4 individuos/km²; Alados y Escós 2012), el corzo (1-12 individuos/km²; Mateos-Quesada y Salvador 2017) o el jabalí (1,4-12,6 individuos/km²; Fernández-Llario 2017). La segunda es el contenido en biomasa debido al mayor peso de la especie, que puede alcanzar hasta los 160 kilos (Carranza 2017). Otra explicación de su caza es su uso como fuente de materias primas para la elaboración de instrumentos de trabajo, muy abundantes en sitios como Chaves o Puyascada. La mayor parte de los estudios sobre la industria ósea han indicado como la mayor parte están realizados sobre soporte óseo perteneciente a ovicápridos (Vento Mir 1985; De la Fuente 2001), aunque el uso de animales salvajes como el ciervo también era habitual (Pascual Benito 1999). Por último, el ciervo pudo estar cargado de un valor social y/o simbólico que lo convirtiera en una especie preferencial. Vigne (1993) propone que, aunque la domesticación de esta especie fue tecnológicamente posible, fue incompatible con la explotación social del valor simbólico. Este valor social del ciervo puede explicar que fuera la principal especie representada por el arte rupestre levantino (Rubio 1995), cuya cronología se debate desde el Mesolítico hasta el Neolítico (López-Montalvo 2018). En algunas de estas escenas incluso se ha interpretado la captura del ciervo vivo, como es el caso de Muriecho (río Vero, Huesca) (Utrilla y Martínez Bea 2005). Cualquiera de estas alternativas es posible, pudiendo ser incluso varias a la vez.

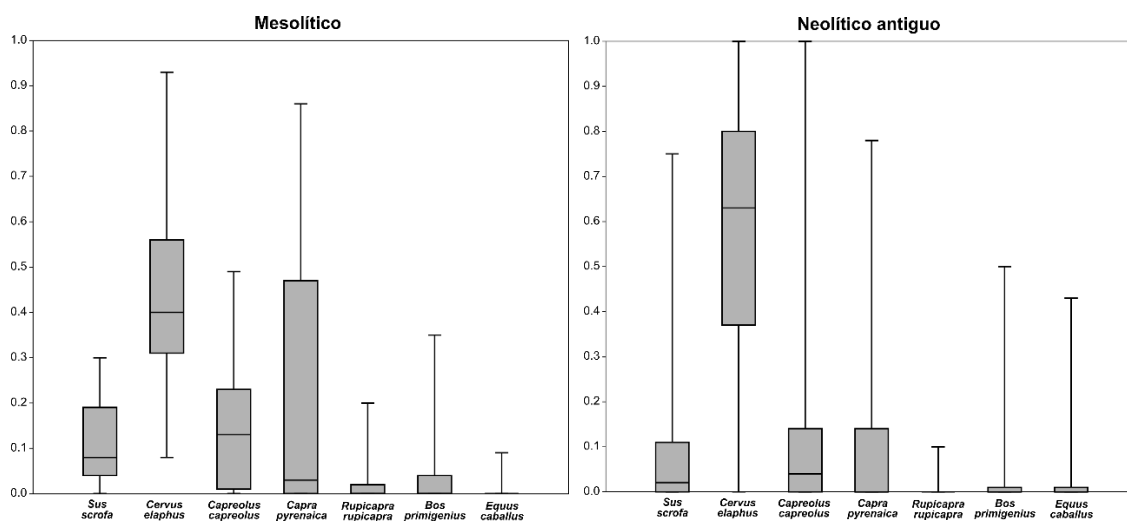


Figura 6.26 Diferencia en la representación de los ungulados salvajes en el Mesolítico y en el Neolítico antiguo

Los pequeños mamíferos son fundamentales en las dietas prehistóricas (Brugal y Desse 2004). Su importancia radica en que son fáciles de encontrar y están disponibles durante todo el año (Yellen 1991), pero tienen el problema de que es difícil conocer al agente que los aporta al yacimiento. El número de lagomorfos capturados aumenta considerablemente en el Neolítico, especialmente con respecto a los ungulados silvestres (Figura 6.27). Es decir, el conejo se convierte en uno de los principales recursos silvestres explotados. La captura de estos animales puede tener diversas explicaciones. La primera de ellas es su abundancia, que puede llegar a ser problemática en ausencia de su depredador natural, y su relativa facilidad para capturarlos si se tiene conocimiento de su comportamiento. Esto los convertiría en recursos fáciles de obtener. Además, pueden llegar a ser un complemento para la agricultura y la ganadería, cuyos recursos eran estacionales, ya que, como hemos dicho más arriba, están disponibles todo el año. Además, también pueden capturarse como fuente de materias primas, tanto la piel como los huesos, que se han utilizado para la elaboración de industria ósea (Vento Mir 1985; De la Fuente 2001) y posiblemente herramienta para la decoración cerámica (Laborda comunicación personal). Por último, existe la posibilidad de que esta especie fuera capturada como forma de proteger los campos de cultivo, lo que se ha denominado como “caza de jardín” (*garden hunting*) (Linares 1976; Stahl 2014). Esto puede explicar el aumento de la captura del conejo durante el Neolítico frente al periodo anterior.

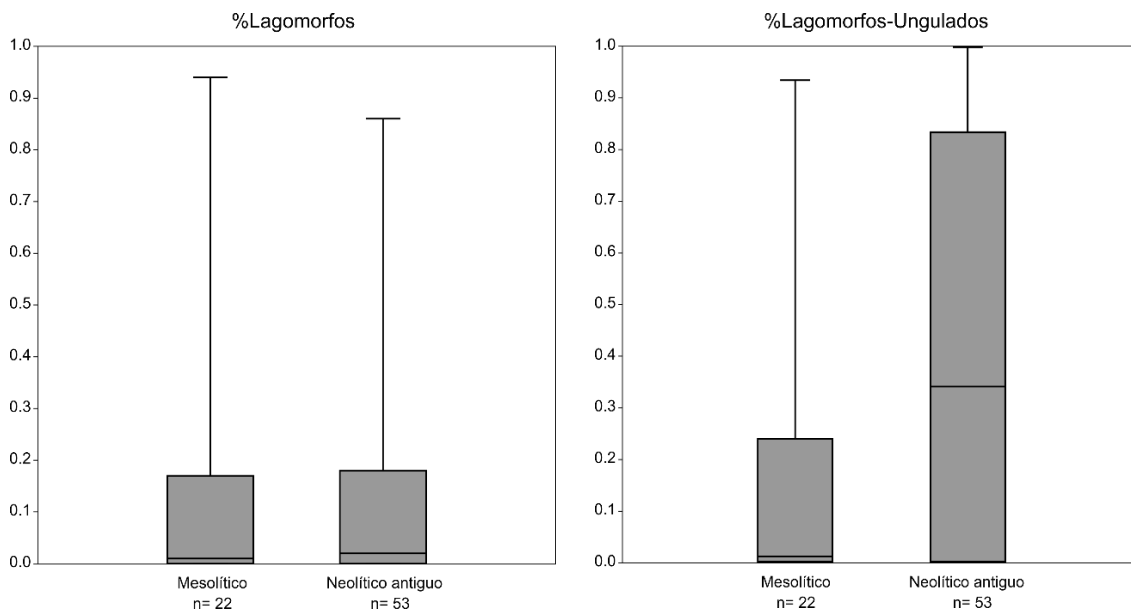


Figura 6.27 Representación de los lagomorfos respecto a todas las especies de los yacimientos (izda.) y de los ungulados salvajes (dcha.)

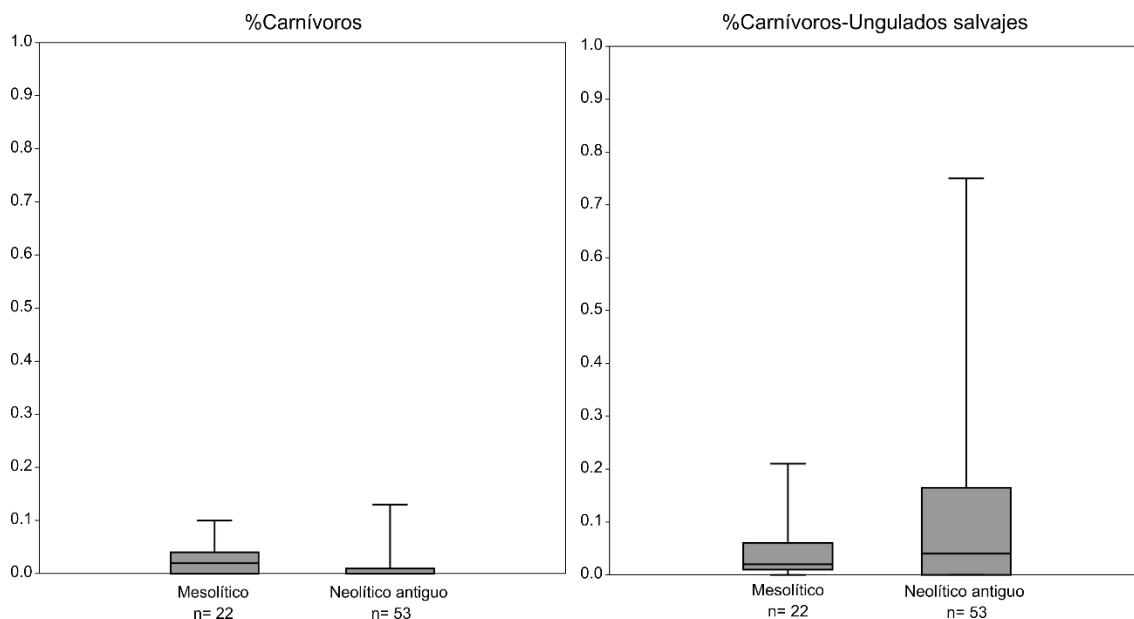


Figura 6.28 Representación de los carnívoros respecto a todas las especies de los yacimientos (izda.) y de los ungulados salvajes (dcha.)

Los carnívoros también aumentan levemente su importancia en el Neolítico respecto al período anterior respecto a los ungulados, aunque pierden importancia general debido a la adopción de los animales domésticos (Figura 6.28). Los objetivos detrás de caza o captura de los carnívoros podrían ser variados. El primero de ellos sería el consumo de carne de forma complementaria a la caza y la ganadería. Este tipo de consumo ha sido demostrado en sitios como El Mirador (Martín et al. 2014) y cova Fosca (Llorente 2015). Otro objetivo podría ser la obtención de pieles de calidad para la elaboración de prendas de vestir. Además, los carnívoros también podrían ser peligrosos para el ganado, por lo que su caza eliminaría un peligro para las sociedades agrícolas. Por último, los carnívoros podrían tener un valor social que los convirtieran en un objetivo para la caza.

La caza no sigue las mismas estrategias en las diferentes regiones de la Península Ibérica tanto en el Mesolítico como en el Neolítico. Esto puede deberse a la disponibilidad de las especies que existen en cada una de las áreas geográficas o a una selección humana. Por ello, se han comparado las estrategias de subsistencia de cada una de las regiones para ambas épocas (Figura 6.29). Se observa como el ciervo es la especie más cazada en todas las regiones a partir del Neolítico, lo que difiere respecto al Mesolítico en áreas como el Noreste y el Levante peninsular. La principal diferencia entre regiones se encuentra en las especies con una importancia cuantitativa secundaria. Esto varía en cada región. Mientras en el Noreste y la Meseta el jabalí es la segunda especie, la cabra montés lo es en Levante y el Sur peninsular. Por último, en Portugal y el valle del Ebro es el corzo la

segunda especie en importancia numerica. En el caso de esta última, será analizado con mayor profundidad más adelante. La importancia relativa de los lagomorfos también varía espacial y temporalmente, siendo predominante en el Sur y en Levante, y aumentando su representación en todas las regiones, salvo el Cantábrico, durante el Neolítico antiguo.

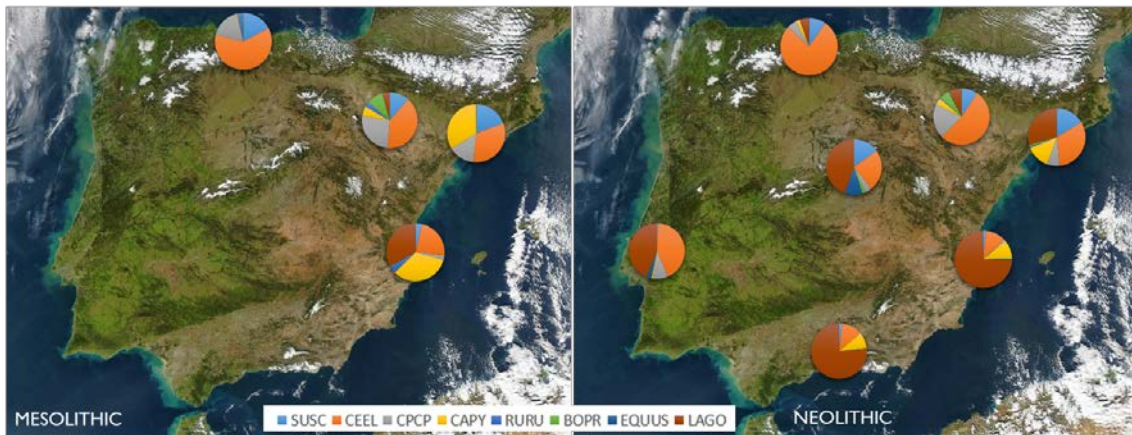


Figura 6.29 Mapa de la representación de los ungulados salvajes por regiones (SUSC – *Sus scrofa*; CEEL – *Cervus elaphus*; CPCP – *Capreolus capreolus*; CAPY - *Capra pyrenaica*; RURU – *Rupicapra rupicapra*; BOPR – *Bos primigenius*; EQUUS – *Equus sp*; LAGO – Lagomorfos)

La edad de la muerte de las especies silvestres es difícil de comparar entre yacimientos. En primer lugar, la escasez de restos de animales salvajes en muchos yacimientos neolíticos impide reconstruir bien el perfil de mortalidad de estas especies. En segundo lugar, la multiplicidad de criterios entre los arqueozoólogos hace muy difícil comparar entre yacimientos estudiados por diferentes investigadores, ya que la mayoría utilizan clases de edad nominales sin especificar en muchos casos que rango temporal absoluto que cubren. A pesar de ello, se ha intentado comparar la edad de ambas especies estableciendo dos categorías: juvenil y adulto (Figura 6.30). A partir de estos datos, se pueden identificar leves cambios en la edad de la caza de las especies. A partir del Neolítico antiguo, tanto en la cabra montés como en el ciervo se da una tendencia a cazar animales más adultos.

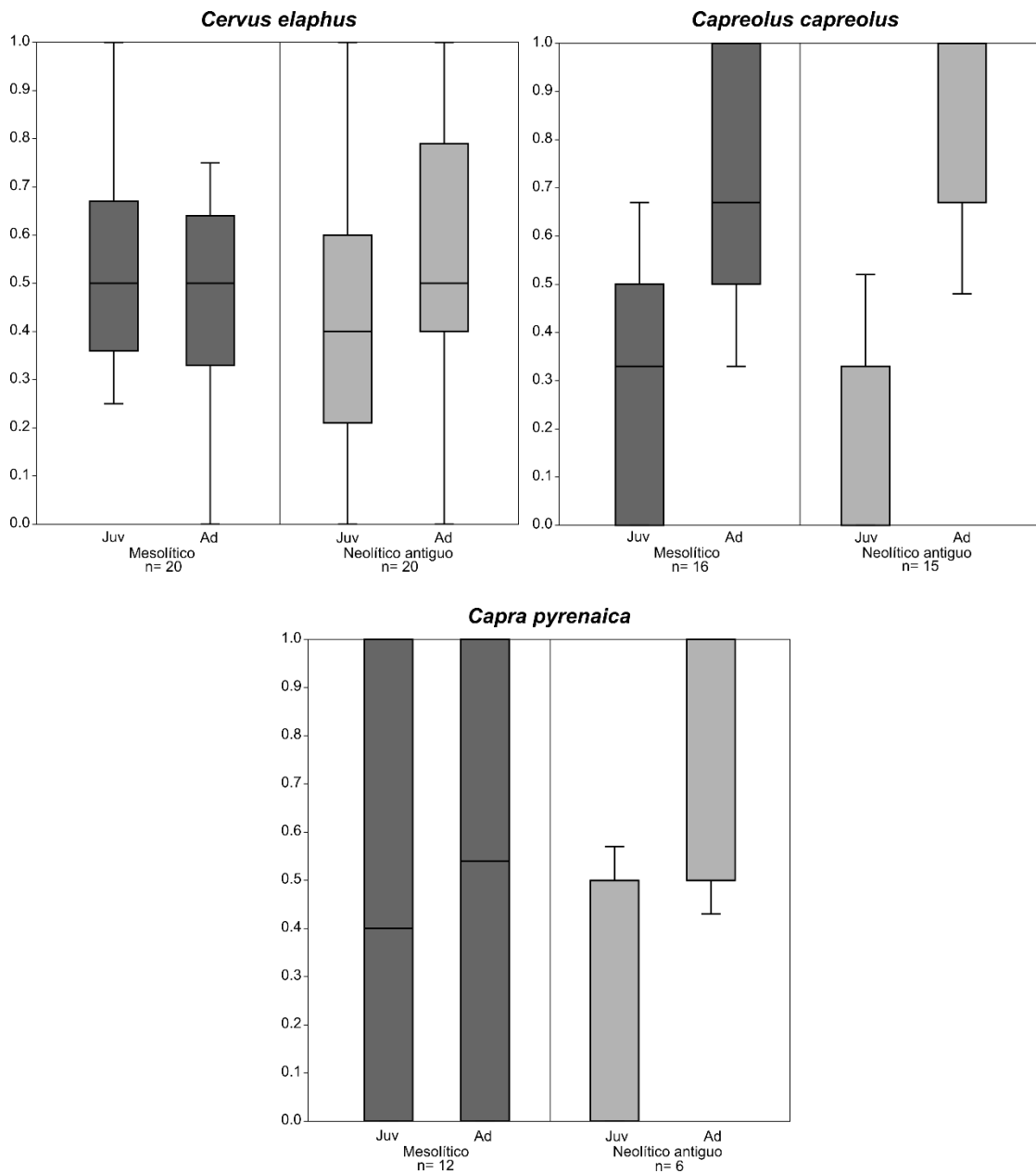


Figura 6.30 Edad de la muerte del ciervo, el corzo y la cabra montés durante el Mesolítico y el Neolítico antiguo

Este fenómeno puede tener diversas explicaciones. En primer lugar, puede deberse a un cambio en la estacionalidad de la caza de los animales. Se cazan animales fuera de los meses de verano y otoño por lo que se reduce el número de animales jóvenes. La falta de resolución en la edad hace imposible comprobar esta posibilidad. En segundo lugar, se puede buscar una mayor rentabilidad en la caza, tanto en la cantidad de carne como de materias primas para la elaboración de instrumentos de trabajo o adorno. Por último, la caza de los individuos adultos (sobre todo machos) puede tener un mayor valor social que los individuos jóvenes, por lo que su caza se convierte en preferente.

- Caza en el valle del Ebro

Como se ha observado con anterioridad, el valle del Ebro tiene la peculiaridad de la persistencia de la caza como actividad económica principal en algunos de los sitios. Para ello, se ha analizado de forma más específica la evolución de las actividades cinegéticas durante el Mesolítico y el Neolítico en esta región. Con este fin, se tienen en cuenta los datos de todos los yacimientos de la región con análisis arqueozoológico con resultados publicados (Mesolítico: n= 30; Neolítico antiguo: n= 17) (Fig. 6.31).

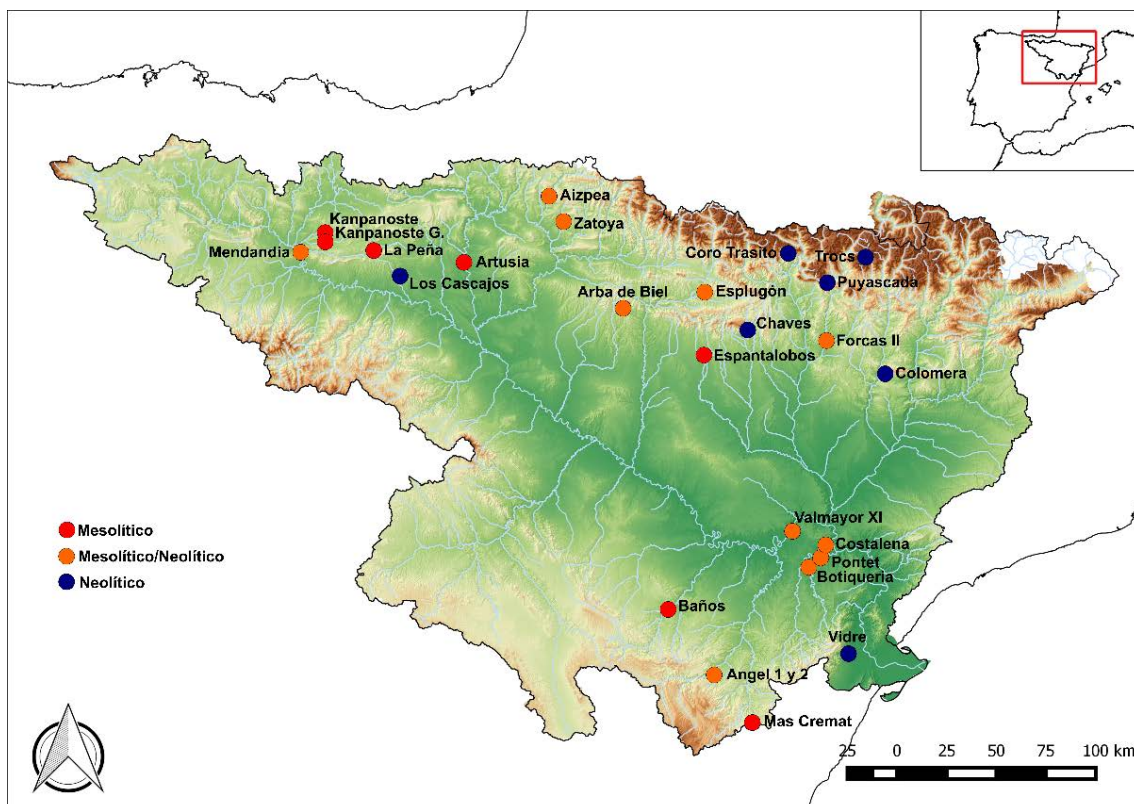


Figura 6.31 Yacimientos analizados para el valle del Ebro

Entre las últimas sociedades de cazadores-recolectores, se observa como es el ciervo la principal especie cazada con una media del 49,3%, seguida de muy lejos de la cabra montés (16,6%), del jabalí (11,8%) y del corzo (9,1%). Otras especies salvajes como el sarrio, el uro o el caballo tienen un papel testimonial. Junto a estas especies de ungulados salvajes observamos la captura de los lagomorfos, que supone un 36,1% del conjunto de ungulados y lagomorfos, pero alcanzando hasta el 93,9% en algunos yacimientos como Espantalobos, Valmayor o Artusia.

	<i>Sus scropha</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Capreolus capreolus</i>	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Rupicapra rupicapra</i>	<i>Bos primigenius</i>	<i>Equus sp</i>
MESOLÍTICO	11.8%	49.3%	9.1%	16.6%	5.6%	5.2%	3.1%
NEOLÍTICO	8.1%	53.1%	24.5%	7.5%	0.5%	6.0%	0.4%

Tabla 6.12 Representación medias de las principales especies de ungulados en el Mesolítico y en el Neolítico

Durante el Neolítico antiguo, el ciervo continúa siendo la principal especie cazada con una media del 53,1%, seguida por el corzo con una media del 24,5%. Especies como el jabalí y la cabra montés pierden importancia respecto al periodo anterior. También especies como el sarrío o el caballo. La captura del conejo también pierde importancia, suponiendo un 22,2% del conjunto de ungulados y lagomorfos, muy por debajo del periodo anterior, aunque alcanzando porcentajes por encima del 60% en sitios como Chaves, cueva Colomera o Costalena.

El proceso de neolitización no produjo grandes cambios en la caza. El ciervo continuó siendo la principal y especies como el jabalí, la cabra, el corzo y el uro fueron especies secundarias, que, salvo contadas excepciones, perdieron importancia durante el Neolítico antiguo. Para intentar detectar cambios o continuidades en las estrategias cinegéticas se van analizar de forma más específica dos especies con gran importancia económica durante la cronología neolítica en el valle del Ebro: el ciervo y la cabra montés.

6.4.1 Impactos en las poblaciones salvajes: los ejemplos de la cabra y el ciervo

Como hemos visto, el ciervo es la principal especie cazada tanto en el Mesolítico como en el Neolítico antiguo, aunque la adopción de los animales domésticos le restó importancia general en la economía de subsistencia.

<i>Cervus elaphus</i>	n	Todo el yacimiento			Ungulados salvajes		
		Media	SD	Max	Media	SD	Max
Mesolítico	30	23,4%	0,18	74,0%	49,3%	0,32	100%
Neolítico antiguo	16	16,1%	0,22	74,9%	53,1%	0,29	100%

Tabla 6.13 Representación del ciervo respecto a toda la fauna del yacimiento y a los ungulados salvajes

La edad de la muerte de los ciervos de distintos sitios del valle del Ebro (Mendandia, Forcas II, Chaves, Puyascada, Arba de Biel) muestran una similitud en las estrategias cinegéticas, aunque se observan cambios entre ambos periodos. Los individuos de más de 2 años son más numerosos durante el Neolítico respecto al Mesolítico, lo que se ha observado también al comparar estos datos a nivel peninsular. Este cambio puede tener

distintas explicaciones que van desde cambios en la estacionalidad hasta diferente valor social de los ejemplares adultos frente a los jóvenes (consultar más arriba).

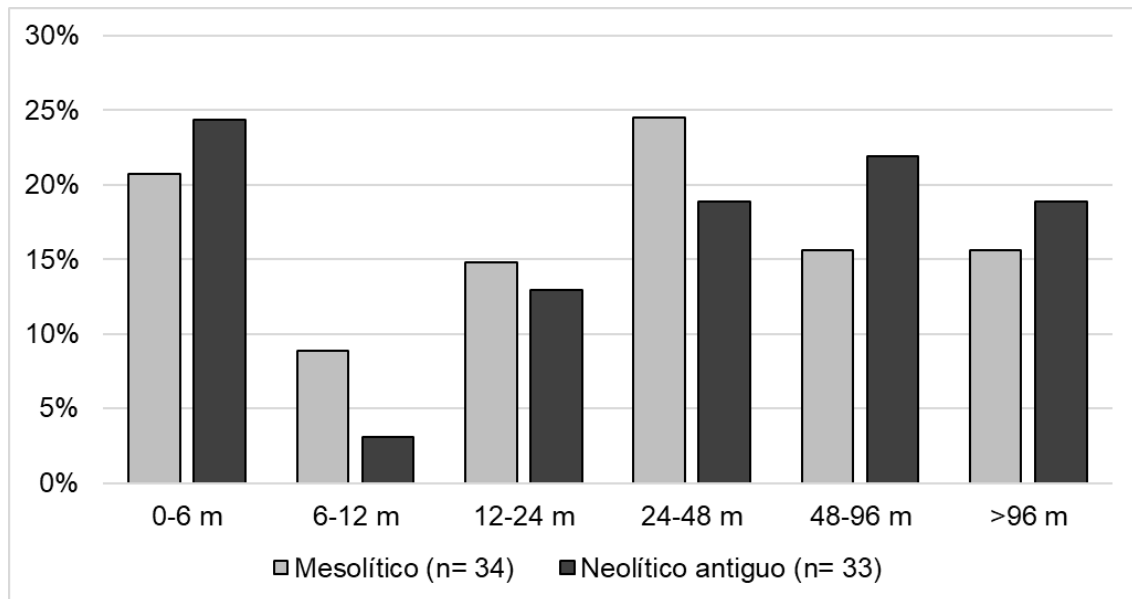


Figura 6.32 Edad de la muerte del ciervo durante el Mesolítico y el Neolítico antiguo en el valle del Ebro

Se han realizado un estudio biométrico de los restos de ciervo del yacimiento de Chaves, teniendo en cuenta que, es el yacimiento con más medidas de esta especie, comparándolo con otros yacimientos del Valle del Ebro o áreas contiguas al mismo de épocas anteriores y posteriores (Cova Fosca: Mesolítico y Neolítico, Forcas II: Mesolítico y Neolítico, Herriko Barra: Neolítico, y Ereta: Calcolítico y Bronce. Su comparación indica que la talla es muy similar en todas las poblaciones holocenas, sin ninguna diferencia significativa estadísticamente (Tabla 6.14). La variabilidad interna de las poblaciones también es similar, con una desviación estándar muy similar entre sí (Chaves: SD= 0.023; Fosca Meso: SD= 0.025; Fosca Neo: SD= 0.033; Forcas II: SD= 0.033; Herriko Barra: SD= 0.027; Ereta, SD= 0.035). Esta similitud parece indicar una homogeneidad en las poblaciones de la parte norte de la Península Ibérica durante el Holoceno.

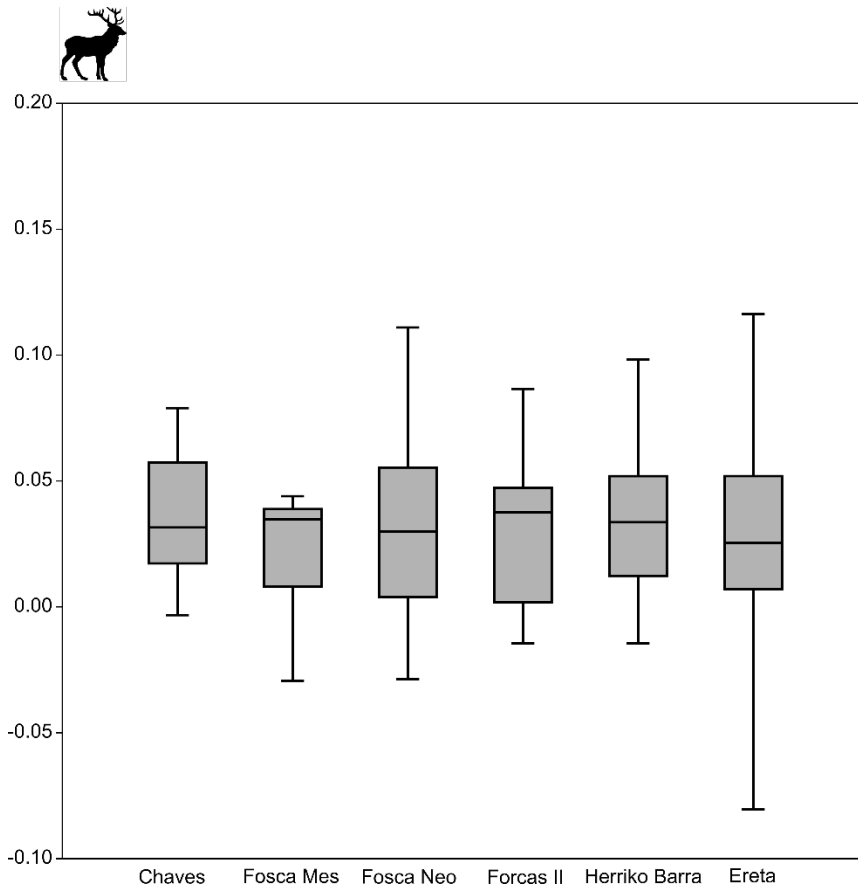


Figura 6.33 Comparación de las medidas de ciervo durante el Mesolítico, el Neolítico antiguo y el Neolítico final

Cervus elaphus Mann-Whitney	Fosca Meso.	Fosca Neo.	Forcas II	Herriko Barra	Ereta
Chaves	0,1615	0,3622	0,2891	0,8475	0,1629
Fosca Mesolítico		0,2962	0,6869	0,144	0,5537
Fosca Neolítico			0,6224	0,4611	0,5433
Forcas II				0,2522	0,8096
Herriko Barra					0,1871

Tabla 6.14 Test Mann-Whitney con las medidas de ciervo durante el Mesolítico (Forcas II, Herriko Barra), Neolítico antiguo y el Neolítico final (Ereta)

Además, se han comparado las estrategias de explotación de los ciervos a partir de las tareas de procesado y preparación para el consumo analizadas en los distintos yacimientos estudiados en este trabajo, ya que la ausencia de estudios específicos que tengan en cuenta estos aspectos hace imposible un análisis comparativo. Los datos aportados muestran una explotación menos intensiva en los yacimientos neolíticos de Chaves, Puyascada y Paco Pons respecto al resto de sitios a nivel de longitud total de los restos. El porcentaje de fracturas intencionales es mayor en Chaves que en el resto de yacimientos, pero se debe tener en cuenta que una parte de los escasos restos pertenecen a restos dentarios. Por último, la circunferencia de la fractura también muestra una menor intensidad en la

fractura de los restos de Chaves. Todos estos datos son indicativos de un procesado menos intensivo en los sitios neolíticos de Chaves y Puyascada respecto a otros como Rambla 1n o Peña 14. Estas diferencias pueden tener diversas explicaciones. Una de ellas puede ser el diferente tipo de ocupación de los yacimientos y las actividades llevadas a cabo en ellos, que puede conllevar un procesado más o menos intensivo. Otra explicación posible es la diferencia en las necesidades alimenticias, debidas a diferentes estructuras sociales o longitud de las ocupaciones, entre los distintos yacimientos que hace que se exploten más o menos las carcasas animales. Por último, otra explicación posible son las diferentes tradiciones culturales de los grupos (Twiss 2012). Desde nuestro punto de vista, estas diferencias pueden deberse a la existencia de diferentes tradiciones entre las comunidades humanas que ocuparon estos asentamientos. Esto se apoya en las continuidades observadas en los animales cazados y en la ocupación de algunos sitios (Arba de Biel, Forcas II, Esplugón), frente a otros asentamientos de nueva ocupación (Chaves, Puyascada, Trocs, Coro Trasito).

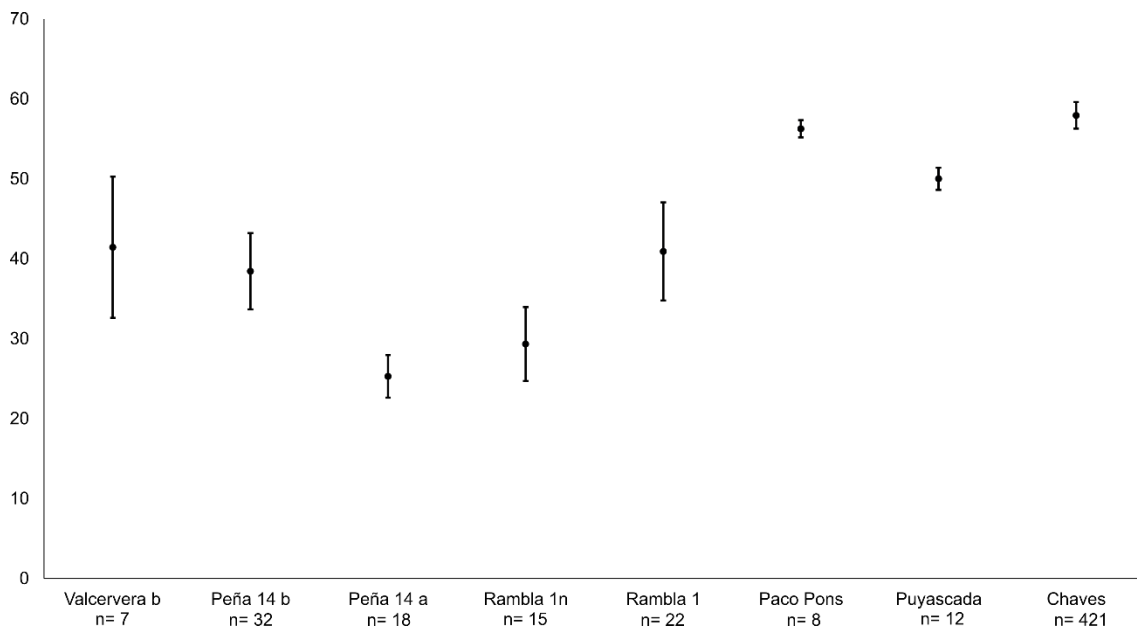


Figura 6.34 Fracturación en mm por yacimientos

<i>Cervus elaphus</i>	Fractura intencional	NISP	% Fractura intencional
Peña 14 b	8	32	25.0%
Peña 14 a	6	18	33.3%
Valcervera	3	8	37.5%
Rambla 1n	5	16	31.3%
Rambla 1	7	22	31.8%
Paco Pons	3	9	33.3%
Chaves	198	421	47.0%
Puyascada	3	12	25.0%

Tabla 6.15 Fracturación intencional para el ciervo por yacimientos

<i>Cervus elaphus</i> Circunferencia	1/4	1/2	3/4	1	n
Peña 14 b	0%	63%	13%	25%	8
Peña 14 a	80%	0%		20%	5
Valcervera	33.30%	66.60%			3
Rambla 1n	33.30%	33.30%		33.30%	3
Rambla 1	80%			20%	5
Paco Pons	66.60%			33.30%	3
Chaves	19.7%	37.0%	6.4%	37.0%	173
Puyascada	33.30%	66.60%			3

Tabla 6.16 Circunferencia de fractura para el ciervo por yacimientos

Se han comparado los restos de cabra montesa de Chaves con los de otras poblaciones representativas de finales del Pleistoceno e inicios del Holoceno, incluyendo el nivel Neolítico antiguo de cova Fosca, de la mitad norte de la Península Ibérica. Como se observa en la Figura 6.35 y en la Tabla 6.18, existen diferencias entre las poblaciones de cabra salvaje representadas en los yacimientos analizados, sobre todo entre Chaves y Cova Fosca. Aunque ambas poblaciones presentan internamente una elevada variabilidad (Chaves Neo, Desv. Estándar= 0.035; Cova Fosca, Desv. Estándar= 0.050), se observa que la talla del conjunto de cabras representadas en el yacimiento de Chaves es relativamente más elevada que las representadas en cova Fosca. Las diferencias entre estas poblaciones parecen estar relacionadas con el área geográfica y posiblemente con la existencia de subespecies. Tanto las cabras magdalenenses como las neolíticas de Chaves y las de Zatoya y Aizpea, situadas en la zona prepirenaica y pirenaica, tienen mayor talla y similitud estadística que las de cova Fosca y Ángel 1, situadas en el Sistema Ibérico, con una distancia en línea recta entre ellas de unos 20 kilómetros. Esto puede deberse a la existencia de diversas subespecies, como se ha planteado en la actualidad para época prehistórica (Alados y Escós 2017). Concretamente, el área pirenaica estaba ocupada

hasta el siglo pasado por la subespecie *Capra pyrenaica pyrenaica*, extinta en las últimas décadas, y el Sistema Ibérico por la *Capra pyrenaica hispanicus* (Llorente y Quiralte 2016). Existe una diferencia de talla entre ambas especies, siendo mayor la pirenaica (Alados y Escós 2017), lo que guarda coherencia con nuestra observación sobre los restos arqueológicos para finales del Pleistoceno e inicios del Holoceno.

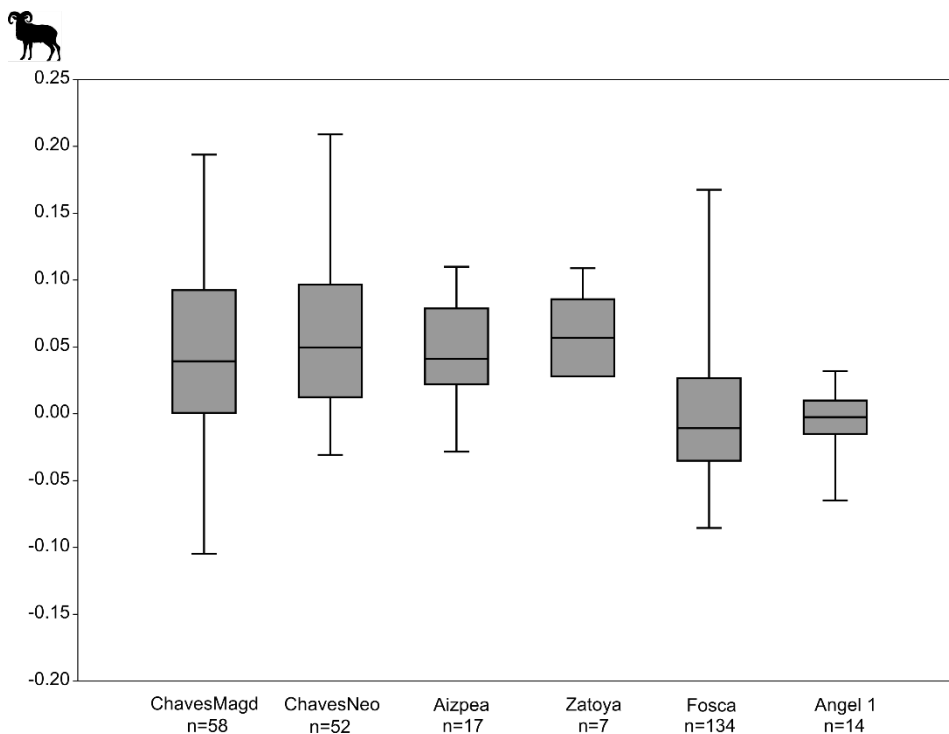


Figura 6.35 Comparación de las medidas de la cabra montés durante el Magdaleniense, el Mesolítico, el Neolítico antiguo y el Neolítico final

<i>Cervus elaphus</i> Mann-Whitney	Chaves Neolítico	Zatoya	Aizpea	Fosca	Angell
Chaves Magd	0,8726	0,2546	0,8153	0,0003637	0,01709
Chaves Neo		0,06416	0,4478	1.02E-02	0,0009169
Zatoya			0,01826	0,001208	0,00052
Aizpea				0,1062	0,04768
Fosca					0,7407

Tabla 6.17 Test Mann-Whitney con las medidas de cabra montés durante el Magdaleniense, el Mesolítico, el Neolítico antiguo y el Neolítico final

El análisis del procesado de los ciervos y las cabras montesas en Chaves, comparado con las especies domésticas, ha mostrado diferencias en el patrón de fracturas intencionales documentadas en los principales huesos largos del esqueleto, centradas en el mayor grado de fracturación de estas dos especies. También se documenta un mayor número de huesos termoalterados en estas dos especies respecto al resto de especies domésticas, sobre todo los ovicápridos. Estas diferencias pueden tener diversas explicaciones. La primera de

ellas es una gestión distinta de los residuos generados del procesado y el consumo de las porciones de las especies domésticas y las salvajes, pudiendo implicar distintos procesos de trabajo entre las especies (preparación, mantenimiento, distribución, consumo, etc.). La segunda puede ser la explotación distinta porque su rol en la dieta es distinto. Puede tener funciones distintas u obtenerse productos distintos. Por último, esta diferencia puede deberse a dos concepciones distintas de los animales por parte de la sociedad que los explota y consume. La visión y la relación (confianza frente a dominación) de las sociedades con las especies domésticas y las silvestres es distinta (Kent 1989, Ingold 1994), la forma de acceder a ellas también (Ingold 1984). En cualquier caso, sea cual sea la explicación, parece que existen dos formas de gestionar los productos animales.

Los diferentes modos de explotar la carcasa de los animales domésticos y los salvajes pueden estar ligados a multitud de factores. Puede ser la especie el factor determinante, pero también a la estacionalidad en que fue explotada, su disponibilidad en el medio, su posible distribución y repartición dentro del grupo, etc. En nuestro caso, teniendo en cuenta que los factores pueden ser muy diversos, nos parece fundamental distinto valor social que tienen las especies domésticas y las salvajes dentro de las sociedades humanas. El valor y el interés del animal cambia con la domesticación, pasando a interesar el animal vivo sobre el animal muerto (Ingold 1980; Meadow 1989; Saña 1999), por lo que los animales domésticos suelen ser mantenidos vivos. Por esta razón, el consumo del animal doméstico quizá tuvo mayor importancia social que nutricional (Halstead 2006). Esto explicaría una explotación distinta de especies salvajes y domésticas. Por otro lado, como plantea Ingold (1980), el animal con su domesticación pasa a ser de acceso particular, frente al animal salvaje que era de acceso colectivo para la sociedad. En nuestra opinión, dentro de este escenario de relaciones sociales se explicaría una explotación diferencial de las carcasas de los animales domésticos frente a los salvajes. En todo caso, esta es una hipótesis que tendría que ser evaluada con más estudios y más específicos.

6.5. Domesticación y adopción de especies domésticas en el valle del Ebro

Como se ha planteado en al inicio de este trabajo, los estudios relativos a la neolitización han tratado a los animales domésticos como un fósil director del proceso de neolitización en la Península Ibérica, pero también en el valle del Ebro. Pero la importancia de los animales domésticos va más allá de su representación en el registro arqueológico. En este trabajo, se han tratado de evaluar aspectos que van más allá, como la domesticación y la adopción de las especies domésticas y los modos de explotación y de gestión de los rebaños domésticos llevados a cabo.

La presencia de una serie de yacimientos en el Valle del Ebro donde la cultura material es asignada al Neolítico, pero los animales salvajes dominan, puede tener varias explicaciones. Este fenómeno también se ha observado en el sur de Italia, el valle del Po y el Languedoc (Rowley-Conwy et al. 2013), en Centroeuropa (Manning et al. 2013) y en las Puertas de Hierro (Greenfield 2008). Un buen resumen de las posibles alternativas es el que realiza Greenfield (2008) refiriéndose a la región de las Puertas de Hierro (*Iron Gates*). En primer lugar, plantea la posibilidad de que se trate de asentamientos de cazadores-recolectores en proceso de aculturación al Neolítico. Otra explicación es que se trate de sitios especializados en la caza dentro de las sociedades campesinas, como plantearon Barandiarán y Cava (2000) para el valle del Ebro. Otra posibilidad es que representen nuevos asentamientos de sociedades campesinas que no han integrado el componente agrícola a su economía. Por último, podrían ser asentamientos sociedades neolíticas que se han trasladado a una zona agrícola marginal.

Para intentar clarificar cual es la hipótesis más plausible se debe analizar cuál es valor de los animales, tanto salvajes como domésticos, dentro de las sociedades que ocuparon los asentamientos. Por ejemplo, para el sur de África se ha planteado como los animales domésticos podían circular tanto entre las sociedades de cazadores-recolectores como las sociedades campesinas como un elemento generador de redes de intercambio y reciprocidad (Russell 2017). Por esta razón, es importante conocer el papel de los animales domésticos dentro de las formaciones sociales. El problema ante el que nos enfrentamos es que la mala conservación y la escasez de restos dificulta establecer el valor económico y social de los mismos. Con los datos disponibles, tanto en base a la abundancia de especies domésticas y salvajes como en base a las pautas de procesado de las mismas, se puede plantear la existencia de una dualidad que puede ser explicada por una diversos escenarios, como plantea (Zvelebil 2001). Por un lado, se documentan

asentamientos con una marcada continuidad en la ocupación y en las actividades llevadas a cabo en el mismo. Por otro, se documentan asentamientos de nueva ocupación donde las prácticas ganaderas están desarrolladas. Entre las formaciones sociales se pueden dar relaciones de reemplazamiento, integración, supervivencia y reversión. En este caso, la presencia de esta dualidad podría explicarse como un proceso de integración, en el que las sociedades campesinas penetran en el valle, entrando en contacto con los cazadores-recolectores presentes, con los que establecen relaciones que terminan en aculturación de los mismos. La continuidad en las estrategias de caza focalizadas en las mismas especies y la continuidad también en las maneras de procesar las carcasas para la obtención de alimento permite plantear la continuidad de las poblaciones en estos asentamientos, que adoptarían elementos caracterizados de neolíticos como son la cerámica o los animales domésticos. La presencia de los animales domésticos, cuando se documentan, no tendría por qué implicar la gestión controlada de los mismos, sino que podrían formar parte de intercambios, como se ha planteado para África (Russell 2017), dentro de redes de intercambio y reciprocidad que se documentan en el Neolítico del valle del Ebro (Montes y Alday 2012).

Por otro lado, yacimientos como Chaves, Puyascada, Trocs o Coro Trasito son asentamientos de nueva ocupación con una alta representación de los animales domésticos. En este trabajo, hemos centrado nuestro análisis en Chaves, integrando la arqueozoología y la biogeoquímica. En los epígrafes anteriores, se han discutido los resultados a nivel especie. A continuación, pasaremos a integrarlos con la pretensión de caracterizar el modelo de explotación ganadera implementado por parte de las primeras comunidades ganaderas del área de estudio en su globalidad.

Dentro de la cabaña ganadera, la oveja es la principal especie. Los resultados muestran una explotación polivalente de la especie, donde la carne es el principal producto explotado, pero también se explota la leche. Las comunidades campesinas controlan la estacionalidad de la reproducción y la alimentación de las ovejas, alimentándolas posiblemente junto a las cabras cerca del asentamiento. El ganado porcino es la segunda especie de la cabaña ganadera en abundancia. Los resultados muestran una explotación de animales jóvenes para la carne, una cría en el propio yacimiento y una alimentación a base de residuos o de subproductos domésticos. Todo ello se correspondería con una gestión intensiva de la especie. Por último, el ganado bovino muestra una explotación

centrada en la carne. Lo más interesante de este caso son los datos genéticos, que muestran una ausencia de variabilidad dentro del ganado bovino.

Todos estos datos, a pesar de la ausencia de datos arqueobotánicos, nos permiten plantear un modelo de gestión intensiva mixta a escala local (Halstead 1981; 2006, Antolín et al 2014, Antolín 2015), en el que la oveja es la principal especie, siendo explotada para múltiples usos como la explotación de la leche. Además, los animales se crían y mantienen cerca del sitio, incluso dentro de la propia cueva. Por último, como sugieren los análisis de isótopos, se utiliza abono animal. Este modelo sería similar al sugerido para el sur de Europa a inicios del Neolítico (Halstead 2006).

Complementariamente, a finales del sexto e inicios del quinto milenio BC se detecta la ocupación de una serie de sitios situados a más de 1300 metros de altura en la zona del Pirineo central. Se trata de sitios como la cova dels Trocs (Rojo Guerra et al. 2013), Coro Trasito (Clemente-Conte et al. 2014) y Puyascada (Baldellou 1987). Algunos de estos sitios han sido concebidos como lugares de trashumancia que eran ocupados durante el verano para la explotación de los pastos de alta montaña (Rojo Guerra et al. 2015; Rodanés y Ramón 1995; Utrilla y Baldellou 1996). La comparación de estos tres sitios muestra una gran similitud en las estrategias ganaderas. Como muestra el análisis de correspondencias (Figura 6.36), los tres yacimientos tienen una representación similar de especies. Los animales domésticos tienen una representación superior al 80% de todos los conjuntos, destacando entre ellos los ovicápridos sobre el resto (63-87%). El ganado vacuno y el porcino son especies secundarias. La caza tiene un papel testimonial, aunque el ciervo es la principal especie en todos los yacimientos. A pesar de la ausencia de perfiles de mortalidad comparables entre estos yacimientos, se observa la presencia de animales perinatales y de niveles sedimentarios de estabulación, lo que parece estar relacionado con el uso de los sitios como corral. Este hecho, junto a la presencia de testimonios de agricultura local, ha permitido plantear la existencia de ocupaciones más prolongadas en el tiempo que el modelo trashumante que se había planteado inicialmente (Antolín et al. 2018). En Puyascada, también han sido planteadas ocupaciones más largas que las que cabría pensar en un modelo trashumante, bien por la abundancia de materiales (Mazzucco et al. 2013; Laborda 2018) o por el perfil de mortalidad de los rebaños ovinos (Sierra et al. 2019). En todo caso, son necesarios más estudios, incluida la aplicación de los análisis de isótopos estables para evidenciar la presencia o la ausencia de estas prácticas.

DOMESTICACIÓN Y PRIMERAS PRÁCTICAS GANADERAS EN LOS PIRINEOS CENTRALES

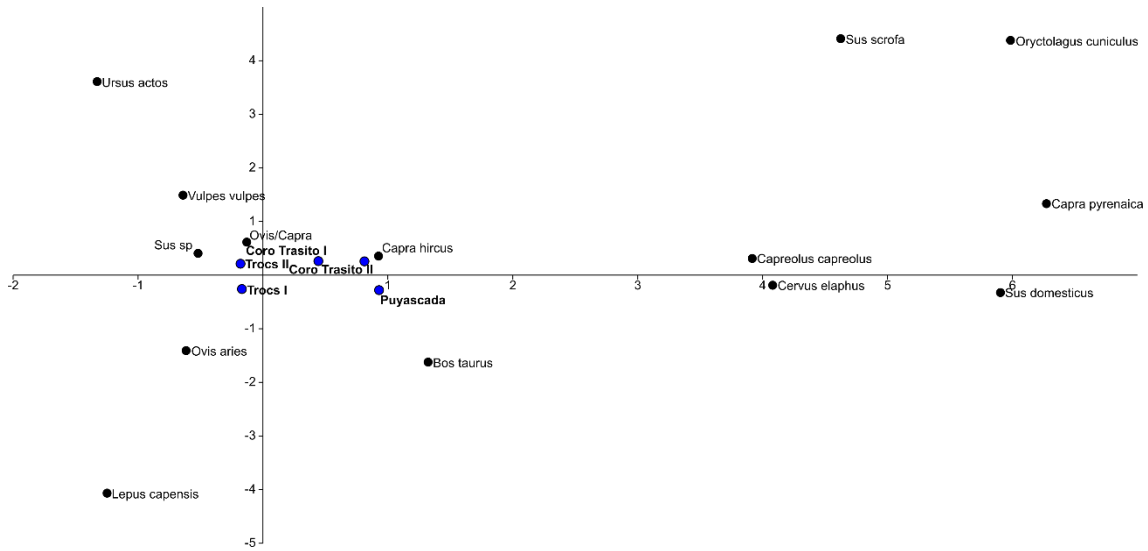


Figura 6.36 Análisis de componentes principales para los yacimientos de alta montaña en el Pirineo

En definitiva, los datos obtenidos para el valle del Ebro y Pirineo central apuntan hacia un modelo de poblamiento estable, con comunidades que practican una agricultura y ganadería bien consolidadas de inicios del Neolítico. Este modelo de poblamiento se habría instaurado de forma relativamente rápida, lo que puede relacionarse con una exitosa adaptación de los animales domésticos, sobre todo de la oveja, al medioambiente pirenaico y peninsular. Además, esta rápida implantación habría tenido impacto en las últimas poblaciones de cazadores-recolectores del valle del Ebro, pudiendo producirse una gran diversidad de escenarios en los que el nuevo modelo campesino resultaría exitoso.

7. CONCLUSIONS

At the beginning of the Holocene, a series of economic, social and ideological changes took place, being fundamental the changes in the forms of social organization, thus establishing new forms of work and relations of production. Animal domestication will play a fundamental role in this change, leading to a new conceptualization of natural resources. This conceptualization gives greater social and economic value to animals in the living state, being these exploited as a means of production in order to appropriate their offspring (Saña 1999). These changes were first documented in the Near East, being later spread throughout the Mediterranean until they were documented in the Iberian Peninsula around 5600 cal BC (Saña et al. in press).

The adoption of domestic animals in the different areas that make up the Iberian Peninsula was fast, thus documenting all species in all regions except in the Cantabrian, between 5600 and 5400 cal BC. Despite this speed, the adoption followed different dynamics in different peninsular regions, influenced by the geographical position, environmental characteristics and the presence, or not, of hunter-gatherer communities. In the case of the Ebro valley, the Neolithic dynamics are very different from those of other peninsular regions such as the Catalan and Valencian coasts. In this region, the hunter-gatherer societies occupied a good part of the valley in the centuries before the arrival of peasant populations (Montes and Alday 2012). This has led to a multitude of explanations for the process (Baldellou 1994; Utrilla 2002, 2012; Barandiarán and Cava 1992, 2000; Alday 2009, 2012; Rodanés and Picazo 2005; Rojo and colleagues 2015, 2016, 2018). In this context, and without losing the perspective of the process with the rest of the Iberian Peninsula, the analysis of the domestication and adoption of domestic species, and the first livestock practices is fundamental to understand the dynamics of change that took place in the Neolithic.

Within this framework, this thesis has sought to deepen in the knowledge of these changes in the central Pyrenees within the context of the Ebro valley and the Iberian Peninsula, as has been done in other regions for the same period (Navarrete 2017). To this end, at a methodological level, a series of analytical processes from disciplines like archaeology, archaeozoology, biochemistry and biomolecular has been applied in an integrated manner. This approach has allowed to evaluate the adoption process, based on the representation and variability of species, and the modes of exploitation and management of domestic animals, based on the study of reproduction and feeding, during the ancient

Neolithic period. Genetic, proteomic and archaeozoological studies have allowed to evaluate the process of adoption of domestic species, demonstrating that it was fast and uniform in the Ebro valley, but also in the Iberian Peninsula. Archaeological studies have also allowed inferring the products exploited by the first peasant communities, giving polyvalent exploitation in species such as sheep and goats, but with the predominance of meat production. Finally, the integration of stable isotope analyses ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{15}\text{N}$) and structural analyses such as dental microwear have made it possible to evaluate the forms of management of domestic herds by controlling their reproduction and feeding.

The integration of all these methods has allowed characterizing the management process of the first domestic species in the central Pyrenees, enabling to establish the economic model carried out by the first peasant societies. In this sense, the results obtained with this work have made it possible to document the practice of a strategy focused on the exploitation of domestic animals, complemented by the hunting of wild animals, which progressively diminishes its general quantitative importance, but continue having economic and social importance for these societies. In terms of management, the results have made it possible to characterise the livestock strategies implemented in the reproduction and feeding of domestic herds. Sheep population shows an intensive control of reproduction and diet, aim of having meat and dairy products available for most of the year. Cattle population also shows dietary control and low genetic variability. Finally, the pig population shows human control of the diet, documenting an intensive management strategy for this type of livestock. All these aspects analysed together, show a rapid environmental adaptation of domestic animals to the central Pyrenees and a close knowledge of livestock practices by societies, being able to control the structure of herds and their productivity.

Besides, the results have helped to evaluate the dynamics of change that took place between the last hunter-gatherer societies of the Pyrenean area and the first peasant societies. In this aspect, it has been possible to demonstrate, as had been proposed several decades ago, the existence of a certain duality. On the one hand, a series of settlements, where domestic animals are the most abundant, has been documented, and where a strategy of multi-purpose exploitation of livestock products and an intensive small-scale management of domestic herds is practised. On the other hand, other settlements where wild animals are more abundant than domestic animals have been documented, and in

which continuity in hunting practices and the forms of exploitation and consumption of captured animals have been observed.

The interpretation of the results shows the complexity of scenarios and neolithization dynamics that could have occurred not only in the Ebro valley, but also in the entire Iberian Peninsula. The degree of knowledge of livestock practices on the part of the first peasant societies of the central Pyrenees allows us to propose the territorial implantation of peasant communities with a wide knowledge of these practices. Conversely, the continuity in the modes of management of wild animals in some settlements allows raising the continuity and simultaneity of hunter-gatherer populations.

The integrated application to the study of archaeological fauna remains of this set of analytical approaches has demonstrated the enormous capacities it has in the study of the first peasant societies, and in the process of neolithization in itself and the need to integrate the livestock component to the explanatory models about neolithization. Its application in a greater number of sites in the future will allow completing the knowledge of the animal domestication and the first cattle practices to the whole of the Iberian Peninsula.

BIBLIOGRAFIA

- Abecia, J. A., Sosa, C., Forcada, F., & Meikle, A. (2006). The effect of undernutrition on the establishment of pregnancy in the ewe. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 367–378. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006018>
- Achilli, A., Bonfiglio, S., Olivieri, A., Malusà, A., Pala, M., Kashani, B. H., Perego, U. A., Ajmone-Marsan, P., Liotta, L., Semino, O., Bandelt, H. J., Ferreti, L. y Torroni, A. (2009). The multifaceted origin of taurine cattle reflected by the mitochondrial genome. *PLoS ONE*, 4(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005753>
- Agrawal, A., Karim, S., & Kumar, R. (2014). Sheep and goat production: basic differences, impact on climate and molecular tools for rumen microbiome study. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(1), 684-706
- Alados, C. L., Escós, J. (2012). Cabra montés – Capra pyrenaica. En A. Salvador & J. Cassinello (Eds.). Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Albarella, U., & Payne, S. (2005). Neolithic pigs from Durrington Walls, Wiltshire, England: A biometrical database. *Journal of Archaeological Science*, 32(4), 589-599. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.11.008>
- Albarella, U., Davis, S., Detry, C., & Rowley-Conwy, P. (2005). Pigs of the Far West: the biometry of *Sus* from archaeological sites in Portugal. *Anthropozoologica*, 40(2), 27-54.
- Albarella, U., Dobney, K., & Rowley-Conwy, P. (2006). The domestication of the pig (*Sus scrofa*): New challenges and approaches. En M. A. Zeder, D. G. Bradley, B. D. Smith & E. Emshwiller (Eds.) *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms* (pp. 209-227). University of California Press.
- Albarella, U., Dobney, K., & Rowley-Conwy, P. (2009). Size and shape of the Eurasian wild boar (*Sus scrofa*), with a view to the reconstruction of its Holocene history. *Environmental Archaeology*, 14(2), 103-136.
- Albarella, U., Dobney, K., Ervynck, A., & Rowley-Conwy, P. (2007). The ethnoarchaeology of traditional pig husbandry in Sardinia and Corsica. En U. Albarella, K. Dobney, A. Ervynck, & Rowley-Conwy (eds.). *Pigs and Humans. 10,000 years of interactions*, (pp. 285-307). Oxford, Oxford University Press,
- Albarella, U., Manconi, F., & Trentacoste, A. (2011). A week on the plateau: Pig husbandry, mobility and resource exploitation in central Sardinia. En U. Albarella & A. Trentacoste (Eds.). *Ethnozoarchaeology: The Present and Past of Human-Animal Relationships* (pp. 143-159). Oxbow Books, Oxford.

- Albarella, U., Manconi, F., Vigne, J.-D., & Rowley-Conwy, P. (2006). Pigs of Corsica and Sardinia: a biometrical re-evaluation of their status and history. En U. Tecchiatti *Archaeozoological studies in honour of Alfredo Riedel* (pp. 285-302). Bolzano, Ripartizione Beni Culturali, Ufficio Beni Culturali.
- Albarella, U., Tagliacozzo, A., Dobney, K., & Rowley-Conwy, P. (2006). Pig hunting and husbandry in prehistoric Italy: a contribution to the domestication debate. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 72, 193-227. <https://doi.org/10.1017/s0079497x00000827>
- Alcàntara, R. (2019) Aportacions de la microestructura òssia i la biomecànica a l'estudi de la domesticació animal i pràctiques ramaderes inicials al Mediterrani oriental i occidental (10000-4000 cal BC). Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral inédita.
- Alcolea, M. (2018). *Donde hubo fuego: Estudio de la gestión humana de la madera como recurso en el valle del Ebro entre el Tardiglacial y el Holoceno Medio*. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=zz9VDwAAQBAJ>
- Alcolea, M., Domingo, R., Piqué, R., & Montes, L. (2017). Landscape and firewood at Espantalobos Mesolithic site (Huesca, Spain). First results. *Quaternary International*, 457, 198-210. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.10.007>
- Alcolea, M., Utrilla, P., Piqué, R., Laborda, R., & Mazo, C. (2017). Fuel and acorns: Early Neolithic plant use from Cueva de Chaves (NE Spain). *Quaternary International*, 457, 228-239. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.10.019>
- Alday, A. (2009). El final del Mesolítico y los inicios del Neolítico en la Península Ibérica: cronología y fases. *Munibe*, 60(1), 157-173.
- Alday, A. (2012). The Neolithic in the Iberian Peninsula: an explanation from the perspective of the participation of Mesolithic communities. *Zephyrus*, 69(1), 75-94.
- Alday, A. (Ed.) (2006): *El Mesolítico de Muescas y Denticulados en la Cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular*. Memoria de Yacimientos alaveses, 11. Diputación Foral de Álava, Vitoria.
- Alday, A., & Cava, A (2006). La unidad de muescas y denticulados del Mesolítico en el País Vasco: la formalización de un modelo cultural. En *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular* (pp. 223-300). Departamento de Cultura.
- Alday, A., & Soto, A. (2017). La sociedad mesolítica de la Península Ibérica. En S. Pérez-Díaz, Ruiz-Fernández, J. López-Saez, & C. García-Hernández (Eds.), *Cambio climático y cultural en la Península Ibérica: una perspectiva geohistórica y paleoambiental* (pp. 75-91). Oviedo: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo,

- Alday, A., Castaños, P., & Perales Barrón, U. (2012). Quand ils ne vivaient pas seulement de la chasse: preuves de domestication ancienne dans les gisements néolithiques d'Atxoste et de Mendandia (Pays Basque). *L'Anthropologie*, 116(2), 127-147.
- Alday, A., Domingo, R., Sebastián, M., Soto, A., Aranbarri, J., González-Sampériz, P., & Peña-Monné, J. L. (2018). The silence of the layers: Archaeological site visibility in the Pleistocene-Holocene transition at the Ebro Basin. *Quaternary Science Reviews*, 184, 85-106. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2017.11.006>
- Alston-Mills, B. P. (1995). Comparative Analysis of Milks Used for Human Consumption. En R. G. Jensen (Ed.), *Handbook of Milk Composition* (pp. 828-834). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-012384430-9/50037-8>
- Altuna, J., & Mariezkurrena, K. (2001). Restos de macromamíferos del yacimiento de Zatoya (Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra*, 15, 101-113.
- Altuna, J., & Mariezkurrena, K. (2009). Tipos de cabañas ganaderas durante el Neolítico del País Vasco y zonas próximas. *Archaeofauna*, 18, 137-157.
- Altuna, J., & Mariezkurrena, K. (2011). Diferenciación biométrica de *Sus scrofa* y *Sus domesticus* en yacimientos arqueológicos del norte de la Península Ibérica. *Kobie. Serie Paleoantropología*, 30, 5-22.
- Álvarez-Fernández, E. (2014). Indicios de redes de intercambio en Forcas II: las conchas de moluscos marinos. En P. Utrilla & C. Mazo (Eds.), *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca) Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena* (pp. 323-328). Monografías Arqueológicas, Prehistoria 46.
- Ambrose, S. H. (1990). Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of archaeological science*, 17(4), 431-451. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(90\)90007-R](https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90007-R)
- Ambrose, S. H. (1991). Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs. *Journal of Archaeological Science*, 18(3), 293-317. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90067-Y](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90067-Y)
- Ambrose, S. H. (1993). Isotopic analysis of paleodiet: Methodological and interpretive considerations. *Investigations of Ancient Human Tissue: Chemical Analysis in Anthropology*, 59-130. Recuperado de <http://ci.nii.ac.jp/naid/10030340388/en/>
- Ambrose, S. H. (2002). Controlled Diet and Climate Experiments on Nitrogen Isotope Ratios of Rats. En S. H. Ambrose & M. A. Katzenberg (Eds.) *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis* (pp. 243-259). Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/0-306-47194-9_12
- Ambrose, S. H., & Norr, L. (1993). Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of Whole Diet and Dietary Protein to Those of Bone Collagen and Carbonate. En J. B. Lambert & G. Grupe (Eds.) *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the molecular level* (pp. 1-37). Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_1

- Ambrose, S. H., Butler, B. M., Hanson, D. B., Hunter-Anderson, R. L., & Krueger, H. W. (1997). Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 104(3), 343-361.
- Animut, G., & Goetsch, A. L. (2008). Co-grazing of sheep and goats: benefits and constraints. *Small Ruminant Research*, 77(2-3), 127-145. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.012>
- Antolín, F. (2015). Entre agricultores primitivos, cultivos de rozas y pastores transhumantes. Una mirada crítica a los modelos económicos propuestos para los grupos neolíticos del noreste peninsular y una aportación desde el registro carpológico. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 25, 11-45.
- Antolín, F. (2016). *Local, intensive and diverse? Early farmers and plant economy in the North-East of the Iberian Peninsula (5500-2300 cal BC)*. Barkhuis Publishing. Groningen.
- Antolín, F., Buxó, R., Jacomet, S., Navarrete, V., & Saña, M. (2014). An integrated perspective on farming in the early Neolithic lakeshore site of La Draga (Banyoles, Spain). *Environmental Archaeology*, 19(3), 241-255. <https://doi.org/10.1179/1749631414Y.0000000027>
- Antolín, F., Navarrete, V., Saña, M., Viñerta, Á., & 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>
- Araus, J. L., Villegas, D., Aparicio, N., del Moral, L. F. G., El Hani, S., Rharrabti, Y., Royo, C. (2003). Environmental Factors Determining Carbon Isotope Discrimination and Yield in Durum Wheat under Mediterranean Conditions. *Crop Science*, 43(1), 170. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1700>
- Arbogast, R. (2010). La chasse au cerf au Néolithique. Un gibier par excellence. *Archeopages*, 28(Chasses), 16-19.
- Arbuckle, B. S. (2006). *The evolution of sheep and goat pastoralism and social complexity in Central Anatolia*. Harvard University.
- Arbuckle, B. S., Price, M. D., Hongo, H., & Öksüz, B. (2016). Documenting the initial appearance of domestic cattle in the Eastern Fertile Crescent (northern Iraq and western Iran). *Journal of Archaeological Science*, 72, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.05.008>
- Aura Tortosa, J. E., Carrión Blanco, Y., García Puchol, O., Jardón Giner, P., Jordá Pardo J. F., Molina Balaguer, Ll., Morales Pérez, J. V., Pascual Benito, J. Ll., Pérez Jordá, G., Pérez Ripoll, M., Rodrigo García, M. J., Verdasco Cebrián, C. C., (2006). Epipaleolítico-Mesolítico en las comarcas centrales valencianas. En A. Alday

(coord.) *El mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular* (pp. 65-120). Departamento de Cultura, Vitoria.

Aura Tortosa, J. E., Jordá Pardo, J. F., García Borja, P., García Puchol, O., Badal García, E., Pérez Ripoll, M., Pérez Jordà, G., Pascual Benito, J. Ll., Carrión Marco, Y., & Morales Pérez, J. V. (2013). Una perspectiva mediterránea sobre el proceso de neolitización. Los datos de la Cueva de Nerja en el contexto de Andalucía (España). *Menga*, 4, 53-78.

Aura Tortosa, J. E., Villaverde Bonilla, V., Pérez Ripoll, M., Martínez Valle, R., & Guillem Calatayud, P. (2002). Big game and small prey: Paleolithic and epipaleolithic economy from Valencia (Spain). *Journal of Archaeological Method and Theory*, 9(3), 215-268.

Aura, J. E., Badal, E., García, P., García, O., Pascual, Ll., Pérez, G. & Pérez, M. (2005) Cueva de Nerja (Málaga). Los niveles neolíticos de la Sala del Vestíbulo. En Arias, P., Ontañón, R., García-Moncó, C., (Eds.) *Actas del III Congreso del Neolítico de la Península Ibérica* (pp. 975-987). Santander: Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria.

Azorit, C., Analla, M., Carrasco, R., & Calvo, J. A. (2002). Teeth eruption pattern in red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) in southern Spain. *Anales de biología*, 24, 107-114. Recuperado de <https://revistas.um.es/analesbio/article/download/31471/30591/>

Balasse, M. (2002). Reconstructing dietary and environmental history from enamel isotopic analysis: time resolution of intra-tooth sequential sampling. *International Journal of Osteoarchaeology*, 12(3), 155-165. <https://doi.org/10.1002/oa.601>

Balasse, M. (2003). Potential biases in sampling design and interpretation of intra-tooth isotope analysis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 3-10. <https://doi.org/10.1002/oa.656>

Balasse, M. (2003). Potential biases in sampling design and interpretation of intra-tooth isotope analysis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 3-10. <https://doi.org/10.1002/oa.656>

Balasse, M., & Ambrose, S. H. (2005). Distinguishing sheep and goats using dental morphology and stable carbon isotopes in C4 grassland environments. *Journal of Archaeological Science*, 32(5), 691-702. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2004.11.013>

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., & Tresset, A. (2007). Environmental constraints on the reproductive activity of domestic sheep and cattle: what latitude for the herder? *Anthropozoologica*, 42(2), 71-88.

- Balasse, M., & Tresset, A. (2007). Environmental constraints on the reproductive activity of domestic sheep and cattle: what latitude for the herder. *Anthropozoologica*, 42(2), 71-88.
- Balasse, M., & Tresset, A. (2009). A key to the adaptation of Neolithic husbandry in the Orkneys: contribution of seaweed to the sheep diet at the Holm of Papa Westray, revealed through stable isotope analysis ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) of teeth. En A. Ritchie & P. Ashmore *On the fringe of Neolithic Europe. Excavation of a chambered cairn on the Holm of Papa Westray, Orkney* (pp. 74-82). Society of Antiquaries of Scotland
- Balasse, M., Ambrose, S. H., Smith, A. B., & Price, T. D. (2002). The seasonal mobility model for prehistoric herders in the south-western Cape of South Africa assessed by isotopic analysis of sheep tooth enamel. *Journal of Archaeological Science*, 29(9), 917-932. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0787>
- Balasse, M., Bocherens, H., & Mariotti, A. (1999). Intra-bone Variability of Collagen and Apatite Isotopic Composition Used as Evidence of a Change of Diet. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 593-598. <https://doi.org/10.1006/JASC.1998.0376>
- Balasse, M., Bocherens, H., Mariotti, A., & Ambrose, S. H. (2001). Detection of Dietary Changes by Intra-tooth Carbon and Nitrogen Isotopic Analysis: An Experimental Study of Dentine Collagen of Cattle (*Bos taurus*). *Journal of Archaeological Science*, 28(3), 235-245. <https://doi.org/10.1006/JASC.1999.0535>
- Balasse, M., Bocherens, H., Tresset, A., Mariotti, A., & Vigne, J. D. (1997). Émergence de la production laitière au Néolithique? Contribution de l'analyse isotopique d'ossements de bovins archéologiques. *Comptes Rendus de l'Academie de Sciences - Serie IIA: Sciences de La Terre et Des Planetes*, 325(12), 1005-1010. [https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(97\)82382-8](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(97)82382-8)
- Balasse, M., Boury, L., Ughetto-Monfrin, J., & Tresset, A. (2012). Stable isotope insights ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) into cattle and sheep husbandry at Bercy (Paris, France, 4th millennium BC): birth seasonality and winter leaf foddering. *Environmental Archaeology*, 17(1), 29-44. <https://doi.org/10.1179/1461410312Z.00000000003>
- Balasse, M., Cucchi, T., Evin, A., Bălăşescu, A., Frémondeau, D., & Horard-Herbin, M.-P. (2018). Wild game or farm animal? Tracking human-pig relationships in ancient times through stable isotope analysis. En C. Stépanoff & J.-D. Vigne (Eds.) *Hybrid Communities: Biosocial Approaches to Domestication and Other Trans-species Relationships* (pp. 81-96). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315179988-5>
- Balasse, M., Evin, A., Tornero, C., Radu, V., Fiorillo, D., Popovici, D., [...] Bălăşescu, A. (2016). Wild, domestic and feral? Investigating the status of suids in the Romanian Gumelnița (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., Keller, M., Bălăşescu, A., Tresset, A., & Chemineau, P. (2017). Cycle de reproduction des ovins et rythme saisonnier de l'élevage: un schéma plurimillénaire bouleversé par la recherche agronomique. En M. Balasse & P. Dillmann (Eds.),

Regards croisés: quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation (pp. 25–50). Archives contemporaines.

- Balasse, M., Obein, G., Ughetto-Monfrin, J., & Mainland, I. (2012). Investigating seasonality and season of birth in past herds: A reference set of sheep enamel stable oxygen isotope ratios. *Archaeometry*, *54*(2), 349-368. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00624.x>
- 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., & Ambrose, S. H. (2006). Stable isotope evidence ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) for winter feeding on seaweed by Neolithic sheep of Scotland. *Journal of Zoology*, *270*(1), 170-176.
- Balasse, M., Tresset, A., Bălăşescu, 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>
- Balasse, M., Tresset, A., Dobney, K., & Ambrose, S. H. (2005). The use of isotope ratios to test for seaweed eating in sheep. *Journal of Zoology*, *266*(3), 283-291. <https://doi.org/10.1017/S0952836905006916>
- Balasse, M., Tresset, A., Obein, G., Fiorillo, D., & Gandois, H. (2019). Seaweed-eating sheep and the adaptation of husbandry in Neolithic Orkney: new insights from Skara Brae. *Antiquity*, *93*(370), 919–932. <https://doi.org/10.15184/aqy.2019.95>
- Baldellou, V. (1987). Avance al estudio de la Espluga de la Puyascada. *Bolskan, Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, *4*, 3-42. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=124971>
- Baldellou, V. (1994). Algunos comentarios sobre el neolítico en Aragón. *Bolskan, Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, *11*, 33-51.
- Baldellou, V. (2012). La Cueva de Chaves (Bastarás-Casbas, Huesca). *Sagvntvm Extra*, *12*(0), 141-144.
- Baldellou, V., & Castán, A. (1983). Excavaciones en La Cueva de Chaves en Bastaras (Casbas-Huesca). *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, *1*, 9-38.
- Barandiarán, I., & Cava, A. (1992). Caracteres industriales del Epipaleolítico y Neolítico en Aragón: su referencia a los yacimientos levantinos. En P. Utrilla (Ed.), *Aragón/litoral mediterráneo: Intercambios culturales durante la Prehistoria* (pp. 181-196). Institución Fernando el Católico.

- Barandiarán, I., & Cava, A. (2000). A propósito de unas fechas del Bajo Aragón: reflexiones sobre el Mesolítico y el Neolítico en la cuenca del Ebro. *Spal*, 9, 293-326. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=625262>
- Barker, G., Grant, A., Beavitt, P., Christie, N., Giorgi, J., Hoare, P., Leggio, T., & Migliavacca, M. (1991). Ancient and modern pastoralism in central Italy: an interdisciplinary study in the Cicolano mountains. *Papers of the British School at Rome*, 59, 15-88. <https://doi.org/10.2307/40310918>
- Barnard, A. (2007). From Mesolithic to Neolithic modes of thought. En A. Whittle & V. Cummings (Eds.) *Going Over: The Mesolithic-Neolithic Transition in North-West Europe* (pp. 5-19). The British Academy. <https://doi.org/10.5871/bacad/9780197264140.003.0002>
- Barone, R. (1976). *Anatomie comparée des mammifères domestiques*, 3. Paris, Vigot.
- Bate, L. F. (2004). Sociedades cazadoras recolectoras y primeros asentamientos agrarios. En C. Sánchez de la Heras (Ed.), *Sociedades recolectoras y primeros productores actas de las Jornadas Temáticas Andaluzas de Arqueología [Ronda, 28 al 30 de octubre de 2003]* (pp. 9-38). Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura.
- Bernabeu Aubán, J., García Puchol, O., & Orozco-Köhler, T. (2018). New insights relating to the beginning of the Neolithic in the eastern Spain: Evaluating empirical data and modelled predictions. *Quaternary International*, 470, 439-450. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.03.071>
- Bernabeu, J. (1996). Indigenismo y migracionismo. Aspectos de la neolitización en la fachada oriental de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 53(2), 37-54.
- Bernabeu, J. (2002). The social and symbolic context of Neolithization. *Sagvntvm: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Extra 5*, 209-233.
- Bernabeu, J. (2006). Una visión actual sobre el origen y difusión del Neolítico en la Península Ibérica. Ca. 5600-5000 cal. a.C. En O. García Puchol & J. E. Aura Tortosa (Eds.), *El Abric de La Falguera (Alcoi, Alacant). 8000 años de ocupación humana en la cabecera del río de Alcoi* (pp. 189-210). Museo Arqueológico de Alicante – MARQ.
- Bernabeu, J., & Martí, B. (2014). The first agricultural groups in the Iberian Peninsula in transitions in Mediterranean how hunters became farmers. En C. Manen, T. Perrin, & J. Guilaine (Eds.), *The Neolithic Transition in the Mediterranean* (pp. 419-438). Errance, Archives d'Ecologie Préhistorique
- Bernabeu, J., & Molina, L. (2009). *La Cova de Les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)*. Alicante: Museo Arqueológico de Alicante - MARQ.
- Bernabeu, J., Barton, C. M., & Pérez Ripoll, M. (2001). A Taphonomic Perspective on Neolithic Beginnings: Theory, Interpretation, and Empirical Data in the Western Mediterranean. *Journal of Archaeological Science*, 28(6), 597-612. <https://doi.org/10.1053/j.jasc.2000.0591>

- Bernabeu, J., Molina, L., Esquembe, M. A., Ortega, J., & Boronat, J. D. (2009). La cerámica impresa mediterránea en el origen del Neolítico de la península Ibérica. En *De Méditerranée et d'ailleurs... mélanges offerts à Jean Guilaine* (pp. 83-96). Toulouse: Les Archives d'Ecologie Préhistorique.
- Bernabeu, J., Pérez Ripoll, M., & Martínez Valle, R. (1999). Huesos, neolitización y contextos arqueológicos aparentes. *Sagvntvm: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia, Extra 2*, 589-596.
- Bignon, O., Baylac, M., Vigne, J. D., & Eisenmann, V. (2005). Geometric morphometrics and the population diversity of Late Glacial horses in Western Europe (*Equus caballus arcelini*): Phylogeographic and anthropological implications. *Journal of Archaeological Science*, 32(3), 375-391. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.02.016>
- Blaise, É. (2005). L'élevage au Néolithique final dans le sud-est de la France: éléments de réflexion sur la gestion des troupeaux. *Anthropozoologica*, 40(1), 191-216.
- Blaise, É. (2006). Référentiel actuel de brebis «Préalpes du Sud» (Digne, Alpes-de-Haute-Provence, France): pratiques d'élevage et âges dentaires. *sciencepress.mnhn.fr*, 41(2), 191-214. Recuperado de <http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/az2006n2a11.pdf>
- Blaise, E. (2009). *Economie animale et gestion des troupeaux au Néolithique final en Provence: approche archéozoologique et contribution des analyses isotopiques de l'émail dentaire (version non corrigée)* (Université de Provence - Aix-Marseille I). Recuperado de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00402302>
- Blaise, E., & Balasse, M. (2011). Seasonality and season of birth of modern and late Neolithic sheep from south-eastern France using tooth enamel $\delta^{18}\text{O}$ analysis. *Journal of Archaeological Science*, 38(11), 3085-3093. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.007>
- Bocherens, H., & Drucker, D. (2003). Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: Case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 46-53. <https://doi.org/10.1002/oa.662>
- Bocherens, H., Koch, P. L., Mariotti, A., Geraads, D., & Jaeger, J.-J. (1996). Isotopic Biogeochemistry (^{13}C , ^{18}O) of Mammalian Enamel from African Pleistocene Hominid Sites. *Palaios*, 11(4), 306-318. <https://doi.org/10.2307/3515241>
- Boessneck, J. (1969). Osteological differences between sheep (*Ovis aries* Linné) and goat (*Capra hircus* Linné). En D. Brothwell & E. Higgs (Eds.) *Science in archaeology. A survey in progress and research*. Thames & Hudson, pp. 331-358.
- Boessneck, J. (1987). The domestication and its consequences. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 138, 163-176. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR8704735>

- Boessneck, J., & Von den Driesch, A. (1980). *Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberschen Halbinsel*. Madrid: Deutsches Archäologisches Institut Abteilung 7.
- Boessneck, J., Müller, H.-H., & Teichert, M. (1964). Osteologische Untercheidungsmerkmale zwischen Schaf (*Ovis aries* Lineé) und Ziege (*Capra hircus* Lineé). *Kühn Archive*.
- Bogaard, A. (2004). The nature of early farming in Central and South-east Europe. *Documenta Praehistorica*, 31, 49-58. <https://doi.org/10.4312/dp.31.4>
- 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>
- Bökönyi, S. (1969). Archaeological Problems and Methods of Recognizing Animal Domestication. En P. J. Ucko & G. W. Dimbleby (Eds.), *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals* (pp. 219-230). Chicago, Aldine.
- Bosch, À., Buxó, R., Palomo, A., Buch, M., Mateu, J., Taberner, E. & Casadevall, J. (Eds.) (1998). El poblament neolític de Plansallosa. L'exploració del territori dels primers agricultors- ramaders de l'Alta Garrotxa. Publicacions Eventuals d'Arqueologia de la Garrotxa, 5. Museu Comarcal de la Garrotxa.
- Breu, A., (2015). Organic residue analysis from pottery: testing for shape-content relations in the catalan Early Neolithic. University of Bradford. Tesis de master.
- Brown, W. A. B., & Chapman, N. G. (1991). Age assessment of red deer (*Cervus elaphus*): from a scoring scheme based on radiographs of developing permanent molariform teeth. *Journal of Zoology*, 225(1), 85-97. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb03803.x>
- Brugal, J. P. & Dese, J. (2004). Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires. En *Actes des XXIV rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes.
- Bryant, J. D., Froelich, P. N., Showers, W. J., & Genna, B. J. (1996). A Tale of Two Quarries: Biologic and Taphonomic Signatures in the Oxygen Isotope Composition of Tooth Enamel Phosphate from Modern and Miocene Equids. *Palaeos*, 11(4), 397-408. <https://doi.org/10.2307/3515249>
- Bryant, J. D., Froelich, P. N., Showers, W. J., & Genna, B. J. (1996). Biologic and climatic signals in the oxygen isotopic composition of Eocene-Oligocene equid enamel phosphate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 126(1-2), 75-89. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(96\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(96)00071-5)

- Buckley, M. (2018). Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS) Collagen Fingerprinting for the Species Identification of Archaeological Bone Fragments. En C. M. Giovas & M. J. LeFebvre (Eds.), *Zooarchaeology in Practice: Case Studies in Methodology and Interpretation in Archaeofaunal Analysis* (pp. 227-247). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64763-0_12
- Buckley, M., Whitcher Kansa, S., Howard, S., Campbell, S., Thomas-Oates, J., & Collins, M. (2010). Distinguishing between archaeological sheep and goat bones using a single collagen peptide. *Journal of Archaeological Science*, 37(1), 13-20. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.08.020>
- Camarós, E., Sánchez-Hernández, C., & Rivals, F. (2016). Make it clear: molds, transparent casts and lightning techniques for stereomicroscopic analysis of taphonomic modifications on bone surfaces. *Journal of Anthropological Sciences*, 94, 223-230. <https://doi.org/10.4436/JASS.94023>
- Carranza, J. (2017). Ciervo – *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. En A. Salvador & I. Barja (Eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Castaños, P. (1992). Estudio de la macrofauna del abrigo de La Peña (Marañón, Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra*, 10, 147-155.
- Castaños, P. (1998). Estudio de la fauna de Kanpanoste Goikoa (Vírgala, Alava). En A. Alday (Ed.), *El depósito prehistórico de Kanpanoste Goikoa (Vírgala, Alava), Memoria de las actuaciones arqueológicas 1992 y 1993* (pp. 77-82). Vitoria, Diputación Foral de Álava.
- Castaños, P. M. (1985). Estudio de los restos óseos de «La cueva del Forcón» (Huesca). *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 1, 177-182. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=124952>
- Castaños, P. M. (1985). Estudio de los restos óseos de la cueva de «Chaves». *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 1, 125-136. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=124949>
- Castaños, P. M. (1987). Estudio de los restos óseos de la cueva de Espluga de la Puyascada (Huesca). *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 4, 43-56. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=124972>
- Castaños, P. M. (1991). Estudio de los restos faunísticos de la Cueva del Moro (Olvena-Huesca). *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 8, 79-108.
- Castaños, P. M. (1996). Estudio de la fauna de la cámara inferior de la cueva del Moro (Olvena, Huesca). *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 13, 139-142.

- Castaños, P. M. (1997) Estudio arqueozoológico de la fauna de Peña Larga (Cripán, Alava). *Memorias de yacimientos alaveses*, 4, 127-134.
- Castaños, P. M. (2001). Estudio de los macromamíferos de Aizpea (Navarra). *Veleia*, 10, 225-241.
- Castaños, P. M. (2004). Estudio Arqueozoológico de los macromamíferos del Neolítico de la cueva de Chaves (Huesca). *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 4, 125-172.
- Castaños, P. M. (2005). Estudio arqueozoológico de la fauna de Mendandia (Sáseta, Treviño). En A. Alday (Ed.), *El legado arqueológico de Mendandia: Los modos de vida de los últimos cazadores en la Prehistoria de Treviño* (pp. 456-471). Junta de Castilla y León.
- Castaños, P. M. (2006). Informe preliminar de la fauna de la campaña de 2006 del yacimiento de Cueva Drólica (Sarsa de Surta, Huesca). *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 6, 317-319.
- Cava, A. (1994). El Mesolítico en la Cuenca del Ebro. Estado de la cuestión. *Zephyrus*, 47, 65-91.
- Cava, A. (2004). Los «procesos culturales» del comienzo del holoceno en la cuenca del ebro y su contextualización. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 4, 17-40.
- Cerling, T. E., & Harris, J. M. (1999). Carbon isotope fractionation between diet and bioapatite in ungulate mammals and implications for ecological and paleoecological studies. *Oecologia*, 120(3), 347-363. <https://doi.org/10.1007/s004420050868>
- Champlot, S., Berthelot, C., Pruvost, M., Andrew Bennett, E., Grange, T., & Geigl, E. M. (2010). An efficient multistrategy DNA decontamination procedure of PCR reagents for hypersensitive PCR applications. *PLoS ONE*, 5(9), e13042 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013042>
- Chemineau, P., Guillaume, D., Migaud, M., Thiéry, J. C., Pellicer-Rubio, M. T., & Malpoux, B. (2008). Seasonality of Reproduction in Mammals: Intimate Regulatory Mechanisms and Practical Implications. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(s2), 40-47. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01141.x>
- Chessa, B., Pereira, F., Arnaud, F., Amorim, A., Goyache, F., Mainland, I., [...] Palmarini, M. (2009). Revealing the history of sheep domestication using retrovirus integrations. *Science (New York, N.Y.)*, 324(5926), 532-536. <https://doi.org/10.1126/science.1170587>
- Clemente-Conte, I., Gassiot, E., Rey Lanaspá, J., Mazzucco, N., & Obea, L. (2014). «Cort o transito» -Coro Trasito- o corral de tránsito: una cueva pastoril del Neolítico antiguo en el corazón de Sobrarbe. En *Sobrarbe antes de Sobrarbe Pinceladas de historia de los Pirineos*, 11 (pp. 11-32). Centro de estudios de Sobrarbe. Recuperado de <http://digital.csic.es/handle/10261/126630>

- Clutton-Brock, J. (1994). The unnatural world: Behavioural aspects of humans and animals in the process of domestication. En A. Manning & J. A. Serpell (Eds.), *Animals and human society: Changing perspectives* (pp. 23-35). Londres: Routledge Library Editions: Archaeology.
- Colominas, L., Edwards, C. J., Beja-Pereira, A., Vigne, J. D., Silva, R. M., Castanyer, P., Bower, M. A. (2015). Detecting the T1 cattle haplogroup in the Iberian Peninsula from Neolithic to medieval times: New clues to continuous cattle migration through time. *Journal of Archaeological Science*, 59, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.014>
- Colominas, L., Lladó Aguillo, E., Saña Seguí, M., & Tornero, C. (2008). La gestió dels recursos animals durant les ocupacions de l'assentament de la caserna de Sant Pau. *Quarhis: Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, 4, 57-63.
- Conolly, J., Colledge, S., Dobney, K., Vigne, J. D., Peters, J., Stopp, B., Shennan, S. (2011). Meta-analysis of zooarchaeological data from SW Asia and SE Europe provides insight into the origins and spread of animal husbandry. *Journal of Archaeological Science*, 38(3), 538-545. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.10.008>
- Conolly, J., Manning, K., Colledge, S., Dobney, K., & Shennan, S. (2012). Species distribution modelling of ancient cattle from early Neolithic sites in SW Asia and Europe. *The Holocene*, 22(9), 997-1010. <https://doi.org/10.1177/0959683612437871>
- Copley, M. S., Jim, S., Jones, V., Rose, P., Clapham, A., Edwards, D. N., Horton, D., Rowley-Conwy, P., & Evershed, R. P. (2004). Short- and long-term foraging and foddering strategies of domesticated animals from Qasr Ibrim, Egypt. *Journal of Archaeological Science*, 31(9), 1273-1286. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.02.006>
- Cruz Berrocal, M. (2012). The Early Neolithic in the Iberian Peninsula and the Western Mediterranean: A Review of the Evidence on Migration. *Journal of World Prehistory*, 25(3-4), 123-156. <https://doi.org/10.1007/s10963-012-9059-9>
- Cruz Berrocal, M., & Vicent, J. (2007). Rock art as an archaeological and social indicator: The neolithisation of the Iberian Peninsula. *Journal of Anthropological Archaeology*, 26(4), 676-697. <https://doi.org/10.1016/J.JAA.2007.02.003>
- Cuadrat, J. (2004). El clima de Aragón. En J. L. Peña-Monné, L. Longares, & M. Sánchez (Eds.), *Geografía Física de Aragón. Aspectos Generales y Temáticos* (pp. 15-26). Zaragoza, Universidad de Zaragoza/Diputación Provincial de Zaragoza.
- Cucchi, T., Fujita, M., & Dobney, K. (2009). New insights into pig taxonomy, domestication and human dispersal in Island South East Asia: molar shape analysis of *Sus* remains from Niah Caves, Sarawak. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19(4), 508-530. <https://doi.org/10.1002/oa.974>
- Cucchi, T., Fujita, M., & Dobney, K. (2009). New insights into pig taxonomy, domestication and human dispersal in Island South East Asia: molar shape analysis

- of Sus remains from Niah Caves, Sarawak. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19(4), 508-530. <https://doi.org/10.1002/oa.974>
- Cucchi, T., Hulme-Beaman, A., Yuan, J., & Dobney, K. (2011). Early Neolithic pig domestication at Jiahu, Henan Province, China: clues from molar shape analyses using geometric morphometric approaches. *Journal of Archaeological Science*, 38(1), 11-22. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2010.07.024>
- Cucchi, T., Hulme-Beaman, A., Yuan, J., & Dobney, K. (2011). Early Neolithic pig domestication at Jiahu, Henan Province, China: clues from molar shape analyses using geometric morphometric approaches. *Journal of Archaeological Science*, 38(1), 11-22. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.07.024>
- Dahl, G., & Hjort, A. (1976). *Having herds: pastoral herd growth and household economy*. Department of Social Anthropology, University of Stockholm. <https://doi.org/10.1525/aa.1979.81.2.02a00670>
- Daly, K. G., Delser, P. M., Mullin, V. E., Scheu, A., Mattiangeli, V., Teasdale, M. D., [...], & Bradley, D. G. (2018). Ancient goat genomes reveal mosaic domestication in the Fertile Crescent. *Science*, 361(6397), 85-88. <https://doi.org/10.1126/science.aas9411>
- Daniel Bryant, J., Luz, B., & Froelich, P. N. (1994). Oxygen isotopic composition of fossil horse tooth phosphate as a record of continental paleoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107(3-4), 303-316. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90102-3](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90102-3)
- Dansgaard, W. (1964). Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, 16(4), 436-468. <https://doi.org/10.3402/tellusa.v16i4.8993>
- Darr, R. L., & Hewitt, D. G. (2008). Stable isotope trophic shifts in white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*, 72(7), 1525-1531. <https://doi.org/10.2193/2006-293>
- Davis, S. J. M. (1981). The effects of temperature change and domestication on the body size of Late Pleistocene to Holocene mammals of Israel. *Paleobiology*, 7(1), 101-114. <https://doi.org/10.1017/S0094837300003821>
- Davis, S. J. M. (1996). Measurements of a Group of Adult Female Shetland Sheep Skeletons from a Single Flock: a Baseline for Zooarchaeologists. *Journal of Archaeological Science*, 23(4), 593-612. <https://doi.org/10.1006/JASC.1996.0056>
- Davis, S. J. M. (2000). The effect of castration and age on the development of the Shetland sheep skeleton and a metric comparison between bones of males, females and castrates. *Journal of Archaeological Science*, 27(5), 373-390. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0452>
- Davis, S. J. M. (2012). *The archaeology of animals*. Routledge <https://doi.org/10.4324/9780203060131>

- Davis, S. J. M., Gabriel, S., & Simões, T. (2018). Animal remains from Neolithic Lameiras, Sintra: the earliest domesticated sheep, goat, cattle and pigs in Portugal and some notes on their evolution. *Archaeofauna*, 27, 93-172. <https://doi.org/10.15366/archaeofauna2018.27.006>
- Davis, S., & Simões, T. (2016). The velocity of Ovis in prehistoric times: the sheep bones from Early Neolithic Lameiras, Sintra, Portugal. En *O Neolítico em Portugal antes do Horizonte 2020: Perspectivas em debate* (pp. 51-66). AAP Monografias 2.
- De la Fuente, P. (2001). La industria ósea neolítica de Chaves: los objetos apuntados. *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 18, 181-193.
- Debono Spiteri, C., Gillis, R. E., Roffet-Salque, M., Navarro, L. C., Guilaine, J., Manen, C., Evershed, R. P. (2016). Regional asynchronicity in dairy production and processing in early farming communities of the northern Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(48), 13594-13599. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607810113>
- Debono, C., Gillis, R. E., Roffet-Salque, M., Navarro, L. C., Guilaine, J., Manen, C., ... Evershed, R. P. (2016). Regional asynchronicity in dairy production and processing in early farming communities of the northern Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(48), 13594-13599. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1607810113>
- Degen, A. A. (2007). Sheep and goat milk in pastoral societies. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 7-19. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.020>
- DeNiro, M. J., & Epstein, S. (1976). You are what you eat (plus a few ‰): the carbon isotope cycle in food chains. *Geological Society of America*, 6, 834-835
- Diego, M. de, Piqué, R., Saña Seguí, M., Clemente-Conte, I., Mozota Holgueras, M., Palomo, A., & Terradas-Batlle, X. (2017). Fibre Production and Emerging Textile Technology in the Early Neolithic Settlement of La Draga - Banyoles, north-east Iberia; 5300 to 4900 cal BC. En M. Bravermanová, H. Březinová & J. Malcolm-Davies (Eds.) *Archaeological Textiles, Links Between Past and Present NESAT XIII* (pp. 293–302).
- Digard, J. P. (1990). *L'Homme et les animaux domestiques: Anthropologie d'une passion*. París: Fayard.
- Digard, J.-P. (1988). Jalons pour une anthropologie de la domestication animale. *L'Homme*, 28(108), 27-58. <https://doi.org/10.2307/25132700>
- Dobney, K., & Ervynck, A. (1998). A protocol for recording linear enamel hypoplasia on archaeological pig teeth. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8(4), 263-273. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199807/08\)8:4<263::AID-OA427>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199807/08)8:4<263::AID-OA427>3.0.CO;2-P)

- Dobney, K., & Ervynck, A. (2000). Interpreting Developmental Stress in Archaeological Pigs: the Chronology of Linear Enamel Hypoplasia. *Journal of Archaeological Science*, 27(7), 597-607. <https://doi.org/10.1006/JASC.1999.0477>
- Dobney, K., & Larson, G. (2006). Genetics and animal domestication: new windows on an elusive process. *Journal of Zoology*, 269(2), 261-271. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00042.x>
- Dobney, K., Ervynck, A., & La Ferla, B. (2002). Assessment and Further Development of the Recording and Interpretation of Linear Enamel Hypoplasia in Archaeological Pig Populations. *Environmental Archaeology*, 7(1), 35-46. <https://doi.org/10.1179/env.2002.7.1.35>
- Domingo Martínez, R. (2014). Beyond Chaves: functional analysis of Neolithic blades from the Ebro Valley. En J. Marreiros, N. Bicho & J. F. Gibaja (Eds.) *International Conference on Use-Wear Analysis (Use-Wear 2012)* (pp. 672-681). Cambridge Scholars. <https://doi.org/10.13140/2.1.1003.5521>
- Domingo, R., & Montes, L. (2001). Epipaleolítico y Neolítico en las sierras exteriores de Aragón, prospecciones, sondeos y excavaciones. 2001. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 2, 323-336.
- Domingo, R., & Montes, L. (2009). Valcervera y Rambla de Legunova dos yacimientos postpaleolíticos en Biel, Zaragoza. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 9, 295-310.
- Domingo, R., Cuchí, J. A., & Montes, L. (2000). Epipaleolítico y neolítico en las sierras prepirenaicas de Aragón: prospecciones y sondeos, 1998-2001. *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, (17), 87-123.
- Driscoll, C. A., Macdonald, D. W., & O'Brien, S. J. (2009). From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(Supplement 1), 9971-9978. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901586106>
- Drucker, D. G., Bridault, A., Hobson, K. A., Szuma, E., & Bocherens, H. (2008). Can carbon-13 in large herbivores reflect the canopy effect in temperate and boreal ecosystems? Evidence from modern and ancient ungulates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 266(1-2), 69-82. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.020>
- Ducos, P. (1978). Domestication defined and methodological approaches to its recognition in faunal assemblages. En R. H. Meadow & M. A. Zeder (Eds.), *Approaches to faunal analysis in the Middle East* (pp. 53-56). Cambridge: Peabody museum bulletins No. 2.
- Ducos, P. (1989). Defining domestication: A clarification. En J. Clutton-Brock (Ed.), *The walking larder: patterns of domestication, pastoralism, and predation* (pp. 28-30). Routledge Library Editions: Archaeology.

- Ducos, P. (1993). Proto-élevage et élevage au Levant Sud au VIIe millénaire B.C.: les données de la Damascène. *Paléorient*, 19(1), 153-173. <https://doi.org/10.3406/paleo.1993.4589>
- Dwyer, C. (2017). Reproductive management (including impacts of prenatal stress on offspring development). En D. Fergusson, C. Lee & A. Fisher (Eds.) *Advances in Sheep Welfare* (pp. 131-152). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100718-1.00007-8>
- Dwyer, C. M. (2008). Environment and the sheep. En C. Dwyer (Ed.) *The welfare of sheep* (pp. 41-79). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8553-6_2
- Dwyer, P. D. (1996). Boars, Barrows, and Breeders: The Reproductive Status of Domestic Pig Populations in Mainland New Guinea. *Journal of Anthropological Research*, 52(4), 481-500. <https://doi.org/10.1086/jar.52.4.3630298>
- Edwards, C. J., Bollongino, R., Scheu, A., Chamberlain, A., Tresset, A., Vigne, J. D., [...] Burger, J. (2007). Mitochondrial DNA analysis shows a Near Eastern Neolithic origin for domestic cattle and no indication of domestication of European aurochs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1616), 1377-1385. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0020>
- El Zaatari, S., Grine, F. E., Ungar, P. S., & Hublin, J. J. (2016). Neandertal versus modern human dietary responses to climatic fluctuations. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153277>
- Estalrich, A., El Zaatari, S., & Rosas, A. (2017). Dietary reconstruction of the El Sidrón Neandertal familial group (Spain) in the context of other Neandertal and modern hunter-gatherer groups. A molar microwear texture analysis. *Journal of Human Evolution*, 104, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2016.12.003>
- Estévez, J., Vila, A., Terradas, X., Piqué, R., Taulé, M., Gibaja, J., & Ruiz, G. (1998). Cazar o no cazar, ¿es ésta la cuestión? A Vicente López «Tillo», in Memoriam. *Boletín de Antropología Americana*, 33, 5-24. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40978126>
- Ethier, J., Bánffy, E., Vuković, J., Leshtakov, K., Bacvarov, K., Roffet-Salque, M., Evershed, R. P., & Ivanova, M. (2017). Earliest expansion of animal husbandry beyond the Mediterranean zone in the sixth millennium BC. *Scientific reports*, 7, 7146. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07427-x>
- Evin, A., Cucchi, T., Cardini, A., Strand Vidarsdottir, U., Larson, G., & Dobney, K. (2013). The long and winding road: identifying pig domestication through molar size and shape. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), 735-743. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2012.08.005>
- Evin, A., Cucchi, T., Escarguel, G., Owen, J., Larson, G., Strand Vidarsdottir, U., & Dobney, K. (2014). Using traditional biometrical data to distinguish West Palearctic wild boar and domestic pigs in the archaeological record: new methods and

- standards. *Journal of Archaeological Science*, 43, 1-8. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2013.11.033>
- Evin, A., Dobney, K., Schafberg, R., Owen, J., Vidarsdottir, U., Larson, G., & Cucchi, T. (2015). Phenotype and animal domestication: A study of dental variation between domestic, wild, captive, hybrid and insular *Sus scrofa*. *BMC Evolutionary Biology*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12862-014-0269-x>
- Evin, A., Flink, L. G., Bălăşescu, A., Popovici, D., Andreescu, R., Bailey, D., [...] Dobney, K. (2015). Unravelling the complexity of domestication: a case study using morphometrics and ancient DNA analyses of archaeological pigs from Romania. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370, 20130616. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0616>
- Farquhar, G. D., Ehleringer, J. R., & Hubick, K. T. (1989). Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual review of plant biology*, 40(1), 503-537. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.40.060189.002443>
- Farquhar, G. D., Hubick, K. T., Condon, A. G., & Richards, R. A. (1989). Carbon isotope fractionation and plant water-use efficiency. En P. Rundel, J. R. Ehleringer & K. A. Nagy (Eds.) *Stable isotopes in ecological research* (pp. 21-40). Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3498-2_2
- Fernandes, R., Nadeau, M.-J., & Grootes, P. M. (2012). Macronutrient-based model for dietary carbon routing in bone collagen and bioapatite. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 4(4), 291-301. <https://doi.org/10.1007/s12520-012-0102-7>
- Fernández Eraso, J. (2011). Las cerámicas neolíticas de La Rioja alavesa en su contexto. Los casos de Peña Larga y Los Husos I y II. *Sagvntvm Extra*, 12, 117-130.
- Fernandez, H. (2001). *Ostéologie comparée des petits ruminants eurasiatiques sauvages et domestiques (genres Rupicapra, Ovis, Capra et Capreolus): diagnose différentielle du squelette appendiculaire*. University of Geneva. Tesis doctoral. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fernández-Crespo, T., Schulting, R. J., Ordoño, J., Rojo-Guerra, M. A., Sesma-Sesma, J., García-Gazólaz, J., Altuna, J., Mariezkurrena, K., & Arias, P. (2019). Isotopic evidence of strong reliance on animal foods and dietary heterogeneity among Early-Middle Neolithic communities of Iberia. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(10), 5463-5481. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00889-2>
- Fernandez-Jalvo, Y., & Andrews, P. (2016). *Atlas of taphonomic identifications: 1001+ images of fossil and recent mammal bone modification*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>
- Fernández-Llario, P. (2017). Jabalí – *Sus scrofa*, 1758. En A. Salvador & J. J. Luque-Larena, J. J. (Eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales. <http://www.vertebradosibericos.org/>

- Fiorenza, L., Benazzi, S., Tausch, J., Kullmer, O., Bromage, T. G., & Schrenk, F. (2011). Molar macrowear reveals Neanderthal eco-geographic dietary variation. *PLoS One*, *6*(3), e14769. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014769>
- Forcada, F., Abecia, J. A., & Sierra, I. (1992). Seasonal changes in oestrus activity and ovulation rate in Rasa Aragonesa ewes maintained at two different body condition levels. *Small Ruminant Research*, *8*(4), 313-324. [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(92\)90212-M](https://doi.org/10.1016/0921-4488(92)90212-M)
- Frantz, L. A. F., Haile, J., Lin, A. T., Scheu, A., Geörg, C., Benecke, N., [...] Larson, G. (2019). Ancient pigs reveal a near-complete genomic turnover following their introduction to Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(35), 17231-17238. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1901169116>
- Frantz, L. A. F., Schraiber, J. G., Madsen, O., Megens, H.-J., Cagan, A., Bosse, M., Paudel, Y., Crooijmans, R. P. M. A., Larson, G., & Groenen, M. A. M. (2015). Evidence of long-term gene flow and selection during domestication from analyses of Eurasian wild and domestic pig genomes. *Nature Genetics*, *47*(10), 1141-1148. <https://doi.org/10.1038/ng.3394>
- Fraser, R. A., Bogaard, A., Heaton, T., Charles, M., Jones, G., Christensen, B. T., Halstead, P., Merbach, I., Poulton, P. R., Sparkes, D., & Styring, A. K. (2011). Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: Towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices. *Journal of Archaeological Science*, *38*(10), 2790-2804. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.024>
- Fraser, R. A., Bogaard, A., Schäfer, M., Arbogast, R., & Heaton, T. H. (2013). Integrating botanical, faunal and human stable carbon and nitrogen isotope values to reconstruct land use and palaeodiet at LBK Vaihingen an der Enz, Baden-Württemberg. *World Archaeology*, *45*(3), 492-517. <https://doi.org/10.1080/00438243.2013.820649>
- Fraser, R. A., Grün, R., Privat, K., & Gagan, M. K. (2008). Stable-isotope microprofiling of wombat tooth enamel records seasonal changes in vegetation and environmental conditions in eastern Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *269*(1-2), 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.08.004>
- Frémondeau, D., Cucchi, T., Casabianca, F., Ughetto-Monfrin, J., Horard-Herbin, M.-P., & Balasse, M. (2012). Seasonality of birth and diet of pigs from stable isotope analyses of tooth enamel ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$): a modern reference data set from Corsica, France. *Journal of Archaeological Science*, *39*(7), 2023-2035. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2012.04.004>
- Fricke, H. C., & O'Neil, J. R. (1996). Inter- and intra-tooth variation in the oxygen isotope composition of mammalian tooth enamel phosphate: Implications for palaeoclimatological and palaeobiological research. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *126*(1-2), 91-99. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(96\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(96)00072-7)

- Fuller, B. T., De Cupere, B., Marinova, E., Van Neer, W., Waelkens, M., & Richards, M. P. (2012). Isotopic reconstruction of human diet and animal husbandry practices during the Classical-Hellenistic, imperial, and Byzantine periods at Sagalassos, Turkey. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(2), 157-171. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22100>
- Galindo Pellicena, M. Á. (2014). *Estudio de la macrofauna de los niveles holocenos del yacimiento de El Portalón (Sierra de Atapuerca, Burgos)* Universidad Complutense de Madrid. Tesis doctoral inédita.
- Gallego, A., Rivals, F., Colominas Barberà, L., & Palet i Martínez, J. M. (2017). Pastando en las marismas. Una aproximación desde la técnica del microdesgaste dentario a la alimentación del ganado ovino en el Empordà romano (noreste de la Península Ibérica). *Pyrenae*, 48(1), 93–113.
- Gallego, A., Rivals, F., Colominas, L., & Palet, J. M. (2017). Pastando en las marismas. Una aproximación desde la técnica del microdesgaste dentario a la alimentación del ganado ovino en el Empordà romano (noreste de la Península Ibérica). *Pyrenae*, 48(1), 93–113. <https://doi.org/10.1344/Pyrenae2017.vol48num1.4>
- García Borja, P., Cortell Pérez, E., Pardo Gordó, S., & Pérez Jordá, G. (2011). Las cerámicas de la Cova de l'Or (Beniarrés, Alacant). Tipología y decoración de las colecciones del Museu d'Alcoi. *Recerques del Museu d'Alcoi*, 20, 71-136.
- García Gazólaz, J. & Sesma Sesma, J. (2007): Enterramientos en el poblado neolítico de Los Cascajos (Los Arcos). En J. Sesma, M. I. Tabar y J. García Gazólaz (Eds.) *La tierra te sea leve: Arqueología de la muerte en Navarra* (pp.52-58). Museo de Navarra, Pamplona.
- García Martínez de Lagrán, Í. (2012). *El proceso de neolitización en el Interior Peninsular: la Submeseta Norte y el Alto Valle del Ebro: la cerámica como herramienta interpretativa*. Universidad de Valladolid. Tesis doctoral inédita.
- García-Atiénzar, G., & Jover Maestre, F. J. (2011). The introduction of the first farming communities in the western Mediterranean: the valencian region in Spain as example. *Arqueología Iberoamericana*, 10, 17-29. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/20349>
- García-Borja, P., Salazar-García, D. C., Martins, H., Pérez Jordá, G., & Sanchis Serra, A. (2012). Dataciones radiocarbónicas de la Cova de la Sarsa (Bocairent, València). *Recerques del Museu d'Alcoi*, 21, 19-24.
- García-Martínez De Lagran, I. (2008). La cuestión de la complejidad socioeconómica en las comunidades de cazadores-recolectores mesolíticas de la cuenca alta y media del Ebro. *Trabajos de Prehistoria*, 65(2), 49-71. <https://doi.org/10.3989/tp.2008.08003>
- García-Martínez de Lagrán, Í. (2018). Review of the archaeological contexts and theoretical models of the Neolithisation of Spain: The North Meseta, The Ebro Valley and Catalonia as a case study. *Quaternary International*, 472, 172-194. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.12.043>

- García-Puchol, O., Bernabeu-Aubán, J., Barton, C. M., Pardo-Gordó, S., McClure, S. B., & Diez-Castillo, A. (2018). A Bayesian approach for timing the neolithization in mediterranean iberia. *Radiocarbon*, *60*(1), 181-205. <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.61>
- García-Simón, L. M. (2018). *Sílex y territorio en la Cuenca del Ebro: Los sílex Monegros y Evaporítico del Ebro vs. las variedades locales*. Universidad de Zaragoza. Tesis doctoral inédita.
- Gardeisen, A., & Valenzuela, S. (2004). À propos de la présence de lapins en contexte gallo-romain à Lattara (Lattes, Hérault, France). En J. Brugal & J. Dese (Eds.), *Petits animaux et sociétés humaines. Du complément alimentaire aux ressources utilitaires* (pp. 235-254). Antibes: XXIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes.
- Garel, M., Cugnasse, J.-M., Gaillard, J.-M., Loison, A., Gibert, P., Douvre, P., & Dubray, D. (2005). Reproductive output of female mouflon (*Ovis gmelini musimon* x *Ovis* sp.): a comparative analysis. *Journal of Zoology* *266*(1), 65–71.
- Gassiot Ballbè, E., Mazzucco, N., Clemente-Conte, I., Rodríguez Antón, D., Obea, L., Quesada Carrasco, M., & Díaz Bonilla, S. (2017). The beginning of high mountain occupations in the Pyrenees. Human settlements and mobility from 18,000 cal BC to 2000 cal BC.
- Gassiot, E. (2016). *Arqueología del Pastoralismo en el Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici: Montañas humanizadas*. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Gat, J. R. (1980). The isotopes of hydrogen and oxygen in precipitation. En Fritz, P., Fontes, J.-C. (Eds.). *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. The Terrestrial Environment, 1* (pp. 21-42). Elsevier, Amsterdam.
- Geigl, E. M. (2008). Palaeogenetics of cattle domestication: Methodological challenges for the study of fossil bones preserved in the domestication centre in Southwest Asia. *Comptes Rendus - Palevol*, *7*(2-3), 99-112.
- Gerbault, P., Gillis, R., Vigne, J. D., Tresset, A., Bréhard, S., & Thomas, M. G. (2016). Statistically robust representation and comparison of mortality profiles in archaeozoology. *Journal of Archaeological Science*, *71*, 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.05.001>
- Gerling, C., Doppler, T., Heyd, V., Knipper, C., Kuhn, T., Lehmann, M. F., Pike, A. W. G., & Schibler, J. (2017). High-resolution isotopic evidence of specialised cattle herding in the European Neolithic. *PLoS ONE*, *12*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180164>
- Gillis, R., Bréhard, S., Bălăşescu, A., Ughetto-Monfrin, J., Popovici, D., Vigne, J. D., & Balasse, M. (2013). Sophisticated cattle dairy husbandry at Boruşani-Popină (Romania, fifth millennium BC): the evidence from complementary analysis of

- mortality profiles and stable isotopes. *World Archaeology*, 45(3), 447-472. <https://doi.org/10.1080/00438243.2013.820652>
- Gillis, R., Carrère, I., Saña, M., Radi, G., & Vigne, J.-D. (2016). Neonatal Mortality, Young Calf Slaughter and Milk Production during the Early Neolithic of North Western Mediterranean. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26(2), 303-313. <https://doi.org/10.1002/oa.2422>
- Gillis, R., Chaix, L., & Vigne, J. D. (2011). An assessment of morphological criteria for discriminating sheep and goat mandibles on a large prehistoric archaeological assemblage (Kerma, Sudan). *Journal of Archaeological Science*, 38(9), 2324–2339. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.04.012>
- Gonçalves, V. S., Diniz, M., & Sousa, A. C. (coord.) (2015). *5º Congresso do Neolítico Peninsular. Actas*. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, 7-9 abril 2011. Lisboa : UNIARQ WAPS.
- González-Sampérez, P. (2004). *Evolución paleoambiental del sector central de la cuenca del Ebro durante el Pleistoceno superior y Holoceno*. Instituto Pirenaico de Ecología, Zaragoza.
- González-Sampérez, P., Aranbarri, J., Pérez-Sanz, A., Gil-Romera, G., Moreno, A., Leunda, M., Sevilla-Callejo, M., Pablo Corella, J., Morellón, M., Oliva, B., & Valero-Garcés, B. (2017). Environmental and climate change in the southern Central Pyrenees since the Last Glacial Maximum: A view from the lake records. *Catena*, 149, 668-688. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.07.041>
- Goude, G., & Fontugne, M. (2016). Carbon and nitrogen isotopic variability in bone collagen during the Neolithic period: influence of environmental factors and diet. *Journal of Archaeological Science*, 70, 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.04.019>
- Grant, A. (1982). The use of tooth wear as a guide to the age of domestic animals. En B. Wilson, C. Grigson & S. Payne (Eds.), *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites* (pp. 91-108). Oxford: B.A.R.
- Greenfield, H. J. (2008). Faunal assemblages from the Early Neolithic of the central Balkans: methodological issues in the reconstruction of subsistence and land use. En C. Bonsall, V. Boroneanț & I. Radovanović (Eds.), *The Iron Gates in prehistory: new perspectives* (pp. 103-114). Oxford: Archaeopress
- Greenfield, H. J., & Arnold, E. R. (2008). Absolute age and tooth eruption and wear sequences in sheep and goat: determining age-at-death in zooarchaeology using a modern control sample. *Journal of Archaeological Science*, 35(4), 836-849. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.003>
- Grine, F. E. (1986). Dental evidence for dietary differences in Australopithecus and Paranthropus: a quantitative analysis of permanent molar microwear. *Journal of Human Evolution*, 15(8), 783-822. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(86\)80010-0](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(86)80010-0)

- Grine, F. E., & Kay, R. F. (1988). Early hominid diets from quantitative image analysis of dental microwear. *Nature*, 333(6175), 765–768.
- Guilaine, J. (2000). La diffusion de l'agriculture en Europe une hypothese arhythmique. *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, 53-54, 267-272.
- Guilaine, J. (2018). A personal view of the neolithisation of the Western Mediterranean. *Quaternary International*, 470, 211-225.
- Guilaine, J., & Manen, C. (2007). From Mesolithic to Early Neolithic in the western Mediterranean. En A. Whittle & V. Cummings (Eds.), *Going Over: The Mesolithic-Neolithic Transition in North-West Europe* (pp. 21-51). Proceedings of the British Academy 144.
- Guimaraes, S., Pruvost, M., Daligault, J., Stoetzel, E., Bennett, E. A., Côté, N. M. L., ... Grange, T. (2017). A cost-effective high-throughput metabarcoding approach powerful enough to genotype ~44 000 year-old rodent remains from Northern Africa. *Molecular Ecology Resources*, 17(3), 405–417.
- Hadjikoumis, A. (2010). *The origins and evolution of Pig domestication in Prehistoric Spain*. University of Sheffield. Tesis doctoral inédita.
- Hadjikoumis, A. (2011). 'Pig-menting' the Spanish Neolithic. En A. Hadjikoumis, E. Robinson & S. Viner (Eds.), *Dynamics of Neolithisation in Europe: studies in honour of Andrew Sherratt* (pp. 196-230), Oxbow Books. <https://doi.org/10.2307/j.ctvh1dhqm.16>
- Hadjikoumis, A. (2012). Traditional pig herding practices in southwest Iberia: Questions of scale and zooarchaeological implications. *Journal of Anthropological Archaeology*. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2012.02.002>
- Hadjikoumis, A., Vigne, J. D., Simmons, A., Guilaine, J., Fiorillo, D., & Balasse, M. (2019). Autumn/winter births in traditional and Pre-Pottery Neolithic caprine husbandry in Cyprus: Evidence from ethnography and stable isotopes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 53. 102-111.
- Hafez, E. S. E. (1952). Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. Part I. The breeding season in different environments. Part II. The breeding season in one locality. *The Journal of Agricultural Science*, 42(3), 189-231.
- Halley, D. J., & Rosvold, J. (2014). Stable isotope analysis and variation in medieval domestic pig husbandry practices in northwest Europe: absence of evidence for a purely herbivorous diet. *Journal of Archaeological Science*, 49, 1-5.
- Halley, D. J., Minagawa, M., Nieminen, M., & Gaare, E. (2010). Diet: Tissue stable isotope fractionation of carbon and nitrogen in blood plasma and whole blood of male reindeer Rangifer tarandus. *Polar Biology*, 33(10), 1303-1309.

- Halstead, P. (1981). Counting sheep in neolithic and bronze age Greece. En I. Hodder, G. Isaac, & N. Hammond (Eds.), *Pattern of the past: studies in honour of David Clarke* (pp. 85-96). Cambridge: Cambridge University Press
- Halstead, P. (1996). Pastoralism or household herding? problems of scale and specialization in early Greek animal husbandry. *World Archaeology*, 28(1), 20-42. <https://doi.org/10.1080/00438243.1996.9980329>
- Halstead, P. (1998). Mortality models and milking: problems of uniformitarianism, optimality and equifinality reconsidered. *Anthropozoologica*, 27, 3-20.
- Halstead, P. (2006). Sheep in the garden: the integration of crop and livestock husbandry in early farming regimes of Greece and Southern Europe. En D. Field and D. Serjeantson (Eds.). *Animals in the Neolithic of Britain and Europe* (pp. 42-55). Oxford, Oxbow.
- Halstead, P., & Isaakidou, V. (2011). A pig fed by hand is worth two in the bush: Ethnoarchaeology of pig husbandry in Greece and its archaeological implications. En U. Albarella & A. Trentacoste (Eds.). *Ethnozooarchaeology: The Present and Past of Human-Animal Relationships* (pp. 160-174). Oxford, Oxbow.
- Halstead, P., & Isaakidou, V. (2013). Early Stock-Keeping in Greece. En S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning, S. Shennan (Eds.). *The origins and spread of domestic plants in Southwest Asia and Europe* (pp. 129-144). California, Left Coast Press.
- Halstead, P., Collins, P., & Isaakidou, V. (2002). Sorting the sheep from the goats: Morphological distinctions between the mandibles and mandibular teeth of adult Ovis and Capra. *Journal of Archaeological Science*, 29(5), 545-553. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0777>
- Hamilton, J., Hedges, R. E. M., & Robinson, M. (2009). Rooting for pigfruit: Pig feeding in Neolithic and Iron Age Britain compared. *Antiquity*, 83(332), 998-1011. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00099300>
- Hammond, C., & O'Connor, T. (2013). Pig diet in medieval York: Carbon and nitrogen stable isotopes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 5(2), 123-127. <https://doi.org/10.1007/s12520-013-0123-x>
- Haruda, A. F., Varfolomeev, V., Goriachev, A., Yermolayeva, A., & Outram, A. K. (2019). A new zooarchaeological application for geometric morphometric methods: Distinguishing Ovis aries morphotypes to address connectivity and mobility of prehistoric Central Asian pastoralists. *Journal of Archaeological Science*, 107, 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.05.002>
- Heaton, T. H. E. (1986). Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: A review. *Chemical Geology: Isotope Geoscience Section*, 59, pp. 87-102. [https://doi.org/10.1016/0168-9622\(86\)90059-X](https://doi.org/10.1016/0168-9622(86)90059-X)

- Hecker, H. M. (1982). Domestication revisited: Its implications for faunal analysis. *Journal of Field Archaeology*, 9, 217-236.
- Hedges, R. E. M., & Reynard, L. M. (2007). Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 34(8), 1240-1251. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- Hedges, R. E. M., Clement, J. G., Thomas, C. D. L., & O'Connell, T. C. (2007). Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(2), 808-816. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20598>
- Hedges, R. E. M., Stevens, R. E., & Richards, M. P. (2004). Bone as a stable isotope archive for local climatic information. *Quaternary Science Reviews*, 23(7-8), 959-965. <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2003.06.022>
- Helmer, D. (1992). *La domestication des animaux par les hommes préhistoriques*. Masson, Paris.
- Helmer, D. (1995). Biometria i arqueozoologia a partir d'alguns exemples del Proxim Orient. *Cota zero: revista d'arqueologia i ciència*, 11, 51-60.
- Helmer, D. (2000). Discrimination des genres Ovis et Capra à l'aide des prémolaires inférieures 3 et 4 et interprétation des âges d'abattage : l'exemple de Dikili Tash (Grèce). *Anthropozoologica*, 31, 29-38.
- Helmer, D. L., Gourichon, L., Monchot, H., Peters, J., & Segui, M. S. (2005). Identifying early domestic cattle from pre-pottery Neolithic sites on the Middle Euphrates using sexual dimorphism. En J.-D. Vigne, J. Peters, D. Helmer, & I. C. (Eds.), *The first steps of animal domestication: new archaeozoological techniques* (pp. 86-95). Oxford, Oxbow.
- Helmer, D., & Vigne, J. D. (2004). La gestion des cheptels de caprinés au Néolithique dans le midi de la France. En P. Bodu & C. Constantin (Eds.) *Approches fonctionnelles en Préhistoire (Actes XXVe Congrès Préhistorique de France Nanterre, 24-26 novembre 2000)* (pp. 397-407). Paris: Société Préhistorique Française Édition.
- Helmer, D., Blaise, É., Gourichon, L., & Saña, M. (2018). Using cattle for traction and transport during the Neolithic period: contribution of the study of the first and second phalanxes. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 115(1), 71-98.
- Helmer, D., Gourichon, L., & Vila, E. (2007). The development of the exploitation of products from Capra and Ovis (meat, milk and fleece) from the PPNB to the Early Bronze in the northern Near East (8700). *Anthropozoologica*, 42(2), 41-69.
- Helmer, D., Gourichon, L., Sidi Maamar, H., & Vigne, J.-D. (2005). L'élevage des caprinés néolithiques dans le sud-est de la France: saisonnalité des abattages, relations entre grottes-bergeries et sites de plein air. *Anthropozoologica*, 40(1), 167-189.

- Henton, E. (2012). The combined use of oxygen isotopes and microwear in sheep teeth to elucidate seasonal management of domestic herds: The case study of çatalhöyük, central Anatolia. *Journal of Archaeological Science*, 39(10), 3264-3276. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.05.020>
- Henton, E., MCorrison, J., Martin, L., & Oches, E. A. (2014). Seasonal aggregation and ritual slaughter: Isotopic and dental microwear evidence for cattle herder mobility in the Arabian Neolithic. *Journal of Anthropological Archaeology*. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2013.12.004>
- Henton, E., Meier-Augenstein, W., & Kemp, H. F. (2010). The use of oxygen isotopes in sheep molars to investigate past herding practices at the Neolithic settlement of Çatalhöyük, central Anatolia. *Archaeometry*, 52(3), 429-449. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2009.00492.x>
- Herring, G. M. (2012). The organic matrix of bone. En Bourne, G.H. (Ed.). *The Biochemistry and Physiology of Bone*, 1 (pp.127-189). Academic Press, New York.
- Hiendleder, S., Kaupe, B., Wassmuth, R., & Janke, A. (2002). Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1494), 893-904. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.1975>
- Higgs, E. S., & Jarman, M. R. (1972). The origins of animal and plant husbandry. En E. S. Higgs (Ed.), *Papers in economic prehistory: Studies by members and associates of the British Academy major research project in the early history of agriculture* (pp. 3-13). Cambridge, Cambridge University Press.
- Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge university press. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=hO3OtjMZ3gcC>
- Hofmann, R. R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78(4), 443-457. <https://doi.org/10.1007/BF00378733>
- Hongo, H., & Meadow, R. (1998). Pig Exploitation at Neolithic Cayonu Tepesi (Southern Anatolia). *MASCA Research papers in science and archaeology* 15,, 77-98.
- Hu, Y., Hu, S., Wang, W., Wu, X., Marshall, F. B., Chen, X., [...] Wang, C. (2014). Earliest evidence for commensal processes of cat domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1311439110>
- Iacumin, P., & Longinelli, A. (2002). Relationship between $\delta^{18}\text{O}$ values for skeletal apatite from reindeer and foxes and yearly mean $\delta^{18}\text{O}$ values of environmental water. *Earth and Planetary Science Letters*, 201(1), 213-219. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(02\)00635-0](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(02)00635-0)

- Iborra, M., & Martínez-Valle, R. (2009). La fauna de los niveles neolíticos de la Cova de les Cendres. En J. Bernabeu & L. Molina (Eds.), *La Cova de les Cendres (Moraira-Teulada, Alicante)* (pp. 149-162). Alicante: Diputación Provincial de Alicante. Museo Arqueológico de Alicante, Serie Mayor, 6.
- Ingold, T. (1980). *Hunters, pastoralists and ranchers: reindeer economies and their transformations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ingold, T. (1984). Time, social relationships and the exploitation of animals: Anthropological reflections on prehistory. *Animals and archaeology*, 3, 3-12.
- Ingold, T. (2000). From trust to domination: an alternative history of human-animal relations. En T. Ingold (Ed.), *The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill* (pp. 61-76). Routledge.
- Irving-Pease, E. K., Ryan, H., Jamieson, A., Dimopoulos, E. A., Larson, G., & Frantz, L. A. F. (2019). Paleogenomics of Animal Domestication. En C. Lindqvist & O. P. Rajora (Eds.), *Paleogenomics: Genome-Scale Analysis of Ancient DNA* (pp. 225-272). Springer. https://doi.org/10.1007/13836_2018_55
- Isaakidou, V. (2011). A pig fed by hand is worth two in the bush: ethnoarchaeology of pig husbandry in Greece and its archaeological implications. En U. Albarella & A. Trentacoste (Eds.), *Ethnozooarchaeology: The Present and Past of Human-Animal Relationships* (pp. 160-174). Oxford, Oxbow.
- Jarman, M. R. (1972). European deer economies and the advent of the Neolithic. En E. S. Higgs (Ed.), *Papers in economic prehistory: Studies by members and associates of the British Academy major research project in the early history of agriculture* (pp. 125-147). Cambridge, Cambridge University Press
- Jarman, M. R. (1977). Early animal husbandry. En J. Hutchinson, J. G. D. Clark, E. M. Jope, & R. Riley (Eds.), *The early history of agriculture* (pp. 85-94). Oxford, Oxford University Press.
- Jarman, M. R., & Wilkinson, P. F. (1972). Criteria of animal domestication. En E. S. Higgs (Ed.), *Papers in economic prehistory: Studies by members and associates of the British Academy major research project in the early history of agriculture* (pp. 83-96). Cambridge, Cambridge University Press.
- Jim, S., Ambrose, S. H., & Evershed, R. P. (2004). Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in palaeodietary reconstruction. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68(1), 61-72. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00216-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00216-3)
- Jiménez-Manchón, S., Valenzuela-Lamas, S., Cáceres, I., Orengo, H., Gardeisen, A., López, D., & Rivals, F. (2019). Reconstruction of Caprine Management and Landscape Use Through Dental Microwear Analysis: The Case of the Iron Age Site of El Turó de la Font de la Canya (Barcelona, Spain). *Environmental Archaeology*, 24(3), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1080/14614103.2018.1486274>

- Jones, E. L. (2006). Prey choice, mass collecting, and the wild European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of Anthropological Archaeology*, 25(3), 275-289. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2005.11.002>
- Jover, F. J., & García-Atienzar, G. (2014). Sobre la neolitización de los grupos mesolíticos en el este de la Península Ibérica: la exclusión como posibilidad. *Pyrenae*, 45(1), 55-88.
- Jover, F. J., & García-Atienzar, G. (2015). Sociedades en transición durante la expansión y consolidación de las primeras comunidades agrícolas en el Mediterráneo occidental: el ejemplo del Levante de la. *Vegueta*, 15, 133-157.
- Kilgour, R. J., Waterhouse, T., Dwyer, C. M., & Ivanov, I. D. (2008). Farming Systems for Sheep Production and Their Effect on Welfare. In C. M. Dwyer (Eds.). *The Welfare of Sheep*, Springer, pp. 213–265. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8553-6_6
- Kind, K. L., Moore, V. M., & Davies, M. J. (2006). Diet around conception and during pregnancy - Effects on fetal and neonatal outcomes. *Reproductive BioMedicine Online*, 12(5), 532–541. [https://doi.org/10.1016/S1472-6483\(10\)61178-9](https://doi.org/10.1016/S1472-6483(10)61178-9)
- King, T., Humphrey, L. T., & Hillson, S. (2005). Linear enamel hypoplasias as indicators of systemic physiological stress: Evidence from two known age-at-death and sex populations from postmedieval London. *American Journal of Physical Anthropology*, 128(3), 547–559. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20232>
- Knockaert, J., Balasse, M., Rendu, C., Burens, A., Campmajo, 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.2017.05.029>
- Koch, P. L., Tuross, N., & Fogel, M. L. (1997). The effects of sample treatment and diagenesis on the isotopic integrity of carbonate in biogenic hydroxylapatite. *Journal of Archaeological Science*, 24(5), 417–429. <https://doi.org/10.1006/jasc.1996.0126>
- Kohn, M. J. (2010). Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of (paleo)ecology and (paleo)climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(46), 19691–19695. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004933107>
- Kohn, M. J., Schoeninger, M. J., & Valley, J. W. (1996). Herbivore tooth oxygen isotope compositions: Effects of diet and physiology. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60(20), 3889–3896. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(96\)00248-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(96)00248-7)
- Krueger, H. W. (1991). Exchange of carbon with biological apatite. *Journal of Archaeological Science*, 18(3), 355–361. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90071-V](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90071-V)

- Laborda, R. (2018). *El Neolítico antiguo en el valle medio del Ebro: cerámica decorada y dataciones radiocarbónicas entre 5600-4800 cal BC*. Universidad de Zaragoza. Tesis doctoral inédita.
- Laborda, R., Villalba-Mouco, V., Lanau, P., Gisbert, M., Sebastián, M., Domingo, R., & Montes, L. (2017). El Puerto Bajo de Góriz (Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido). Ocupación y explotación de un paisaje de alta montaña desde la prehistoria hasta el siglo XX. *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 26, 9-30.
- Lamy, E., Van Harten, S., Sales-Baptista, E., Guerra, M. M. M., & De Almeida, A. M. (2012). Factors influencing livestock productivity. En V. Sejian, S. M. K. Naqvi, T. Ezeji, J. Lakritz & Lal, R. (Eds.) *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production* (pp. 19-51). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29205-7_2
- Land, L. S., Lundelius, E. L., & Valastro, S. (1980). Isotopic ecology of deer bones. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 32(C), 143–151. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(80\)90037-1](https://doi.org/10.1016/0031-0182(80)90037-1)
- Larson, G., & Burger, J. (2013). A population genetics view of animal domestication. *Trends in Genetics*, 29(4), 197-205. <https://doi.org/10.1016/J.TIG.2013.01.003>
- Larson, G., & Fuller, D. Q. (2014). The Evolution of Animal Domestication. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45(1), 115-136. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110512-135813>
- Larson, G., Albarella, U., Dobney, K., Rowley-Conwy, P., Schibler, J., Tresset, A., ... Cooper, A. (2007). Ancient DNA, pig domestication, and the spread of the Neolithic into Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15276-15281. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703411104>
- Larson, G., Dobney, K., Albarella, U., Fang, M., Matisoo-Smith, E., Robins, J., ... Cooper, A. (2005). Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.11106927>
- Lavocat, R. (1966). *Faunes et flores préhistoriques de l'Europe occidentale*, 3. N. Boubée.
- Leavitt, S. W., & Long, A. (1982). Evidence for $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ fractionation between tree leaves and wood. *Nature*, 298(5876), 742–744. <https://doi.org/10.1038/298742a0>
- Leblond, C. P., & Weinstock, M. (1976). A Comparative Study of Dentin and Bone Formation. En G. H. Bourne (Ed.) *Calcification and Physiology* (pp.517-562). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-119204-4.50019-3>
- Lebond, C.P. & Weinstock, M. (1976). A comparative study of bone and dentin formation. En Bourne, G.H. (Ed.). *The Biochemistry and Physiology of Bone*, 1 (pp. 517-562) Academic Press, New York.

- Lee-Thorp, J. (2002). Two decades of progress towards understanding fossilization processes and isotopic signals in calcified tissue minerals. *Archaeometry*, 44(3), 435-446. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00076>
- Lee-Thorp, J. A., & van der Merwe, N. J. (1991). Aspects of the chemistry of modern and fossil biological apatites. *Journal of Archaeological Science*, 18(3), 343–354. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90070-6](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90070-6)
- Lee-Thorp, J. A., Luyt, J., & Sponheimer, M. B. (2009). Tracking changing environments using stable carbon isotopes in fossil tooth enamel: an example from the South African hominin sites. *Journal of Human Evolution*, 53(5), 595-601.
- Lee-Thorp, J. A., Sealy, J. C., & van der Merwe, N. J. (1989). Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *Journal of Archaeological Science*, 16(6), 585–599. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(89\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(89)90024-1)
- Lee-Thorp, J. A., Sponheimer, M., Passey, B. H., De Ruiter, D. J., & Cerling, T. E. (2010). Stable isotopes in fossil hominin tooth enamel suggest a fundamental dietary shift in the Pliocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1556), 3389-3396. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0059>
- Lee-Thorp, J., & Sponheimer, M. (2003). Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies. *Journal of Anthropological Archaeology*, 22(3), 208-216. [https://doi.org/10.1016/S0278-4165\(03\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0278-4165(03)00035-7)
- Lee-Thorp, J., & Sponheimer, M. (2006). Contributions of biogeochemistry to understanding hominin dietary ecology. *American Journal of Physical Anthropology*, 131(S43), 131-148. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20519>
- Lee-Thorp, J., & Van Der Merwe, N. J. (1987). Carbon isotope analysis of fossil bone apatite. *South African Journal of Science*, 83(11), 712-715.
- Lemoine, X., Zeder, M. A., Bishop, K. J., & Rufolo, S. J. (2014). A new system for computing dentition-based age profiles in *Sus scrofa*. *Journal of Archaeological Science*, 47, 179-193. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2014.04.002>
- Liesau, C., & Morales, A. (2012). Las transformaciones económicas del Neolítico en la Península Ibérica la ganadería. En M. A. Rojo-Guerra, R. Garrido Pena, & Í. García Martínez De Lagrán (Eds.), *El neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo* (pp. 107-128). Cátedra.
- Linares, O. F. (1976). «Garden hunting» in the American tropics. *Human Ecology*, 4(4), 331-349. <https://doi.org/10.1007/BF01557917>
- Llavori de Micheo, R. (1988). El arte postpaleolítico levantino de la península Ibérica. Una aproximación sociocultural al problema de sus orígenes. *Ars Praehistorica*, 7, 145-156.

- Llorente, L. (2015). *Cova Fosca (Ares del Maestrat, Castellón): Zooarchaeology of the Neolithic Revolution in the Iberian Levant*. Universidad Autónoma de Madrid. Tesis doctoral inédita.
- Llorente, L., & Quirarte, V. (2016). A post-cranial osteometrical database for the Spanish ibex (*Capra pyrenaica* Schinz, 1838). *Archaeofauna*, 25, 127-184.
- Loftus, R. T., MacHugh, D. E., Bradley, D. G., Sharp, P. M., & Cunningham, P. (1994). Evidence for two independent domestications of cattle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(7), 2757-2761. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2757>
- Longares, L. A. (2004). Variedad biogeográfica del territorio aragonés. En J. L. Peña, L. A. Longares, & M. Sánchez (Eds.). *Geografía Física de Aragón. Aspectos Generales y Temáticos* (pp. 27-40). Universidad de Zaragoza/Diputación Provincial de Zaragoza.
- Longinelli, A. (1984). Oxygen isotopes in mammal bone phosphate: A new tool for paleohydrological and paleoclimatological research? *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(2), 385–390. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90259-X](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90259-X)
- López-Costas, O., & Alexander, M. (2019). Paleodiet in the Iberian Peninsula: exploring the connections between diet, culture, disease and environment using isotopic and osteoarchaeological evidence. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3653–3664.
- López-Montalvo, E. (2018). Hunting scenes in Spanish Levantine rock art: An unequivocal chrono-cultural marker of Epipalaeolithic and Mesolithic Iberian societies? *Quaternary International*, 472, 205-220.
- Luikart, G., Gielly, L., Excoffier, L., Vigne, J.-D., Bouvet, J., Taberlet, P., ... Cooper, A. (2001). Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10), 5927-5932. <https://doi.org/10.1073/pnas.091591198>
- Lumbreras, L. G. (1981). *La arqueología como Ciencia Social*. Ediciones Peisa. Lima: Ediciones Peisa.
- Luz, B., & Kolodny, Y. (1985). Oxygen isotope variations in phosphate of biogenic apatites, IV. Mammal teeth and bones. *Earth and Planetary Science Letters*, 75(1), 29–36. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(85\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0012-821X(85)90047-0)
- Luz, B., Kolodny, Y., & Horowitz, M. (1984). Fractionation of oxygen isotopes between mammalian bone-phosphate and environmental drinking water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 48, pp. 1689–1693. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90338-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90338-7)
- Lyman, R. L. (2008). *Quantitative Paleozoology*. Cambridge, Cambridge University Press.

- Madgwick, R., Mulville, J., & Stevens, R. E. (2012). Diversity in foddering strategy and herd management in late Bronze Age Britain: An isotopic investigation of pigs and other fauna from two midden sites. *Environmental Archaeology*, 17(2), 126-140. <https://doi.org/10.1179/1461410312Z.00000000011>
- Mainland, I. (2006). Pastures lost? A dental microwear study of ovicaprine diet and management in Norse Greenland. *Journal of Archaeological Science*, 33(2), 238-252. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.013>
- Mainland, I. L. (1998). Dental microwear and diet in domestic sheep (*Ovis aries*) and goats (*Capra hircus*): Distinguishing grazing and fodder-fed ovicaprids using a quantitative analytical approach. *Journal of Archaeological Science*, 25(12), 1259-1271. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0301>
- Mainland, I. L. (1998). The Lamb's Last Supper: the Role of Dental Microwear Analysis in Reconstructing Livestock Diet in the Past. *Environmental Archaeology*, 1(1), 55-62. <https://doi.org/10.1179/env.1996.1.1.55>
- Mainland, I. L. (2000). A dental microwear study of seaweed-eating and grazing sheep from Orkney. *International Journal of Osteoarchaeology*, 10(2), 93-107. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(200003/04\)10:2<93::AID-OA513>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(200003/04)10:2<93::AID-OA513>3.0.CO;2-U)
- Mainland, I. L. (2003). Dental microwear in grazing and browsing Gotland sheep (*Ovis aries*) and its implications for dietary reconstruction. *Journal of Archaeological Science*, 30(11), 1513-1527. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00055-4)
- Mainland, I., & Halstead, P. (2002). The diet and management of domestic sheep and goats at Neolithic Makriyalos. En J. Davies, M. Fabis, I. Mainland, M. Richards & R. Thomas (Eds.) *Diet and Health in Past Animal Populations* (pp. 104-112). Oxbow Books.
- Mainland, I., & Halstead, P. (2005). The economics of sheep and goat husbandry in Norse Greenland. *Arctic Anthropology*, 42(1), 103-120.
- Mainland, I., Towers, J., Ewens, V., Davis, G., Montgomery, J., Batey, C., [...] Downes, J. (2016). Toiling with teeth: An integrated dental analysis of sheep and cattle dentition in Iron Age and Viking-Late Norse Orkney. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, 837-855. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.12.002>
- Makarewicz, C. A. (2017). Sequential $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ analyses of early Holocene bovid tooth enamel: Resolving vertical transhumance in Neolithic domesticated sheep and goats. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 485, 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.028>
- Makarewicz, C. A., & Pederzani, S. (2017). Oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) and carbon ($\delta^{13}\text{C}$) isotopic distinction in sequentially sampled tooth enamel of co-localized wild and domesticated caprines: Complications to establishing seasonality and mobility in herbivores. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 485, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.01.010>

- Makarewicz, C. A., Arbuckle, B. S., & Öztan, A. (2017). Vertical transhumance of sheep and goats identified by intra-tooth sequential carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) isotopic analyses: Evidence from Chalcolithic Köşk Höyük, central Turkey. *Journal of Archaeological Science*, 86, 68-80. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.01.003>
- Manning, K., Stopp, B., Colledge, S., Downey, S., Conolly, J., Dobney, K., & Shennan, S. (2013). Animal exploitation in the early Neolithic of the Balkans and central Europe. En S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning, & S. Shennan (Eds.), *Origins and Spread of Domestic Animals in Southwest Asia and Europe* (pp. 237–252). Walnut Creek, CA, Left Coast Press.
- Marchand, G., & Perrin, T. (2017). Why this revolution? Explaining the major technical shift in Southwestern Europe during the 7th millennium cal. BC. *Quaternary International*, 428, 73-85. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.07.059>
- Mariezkurrena, K., & Altuna, J. (1983). Biometría y dimorfismo sexual en el esqueleto de *Cervus elaphus wüirmiense*, *postwüirmiense* y actual del Cantábrico. *Munibe*, 35(3-4), 203-246.
- Marom, N., & Bar-Oz, G. (2009). Culling profiles: the indeterminacy of archaeozoological data to survivorship curve modelling of sheep and goat herd maintenance strategies. *Journal of Archaeological Science*, 36(5), 1184-1187. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2009.01.007>
- Martí Oliver, B., Capel, J., & Cabanilles, J. J. (2009). Una forma singular de las cerámicas neolíticas de la Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante): los vasos con asa-pitorro. En Fabre, D. (coord.) *De Méditerranée et d'ailleurs... mélanges offerts à Jean Guilaine* (pp. 463-482). Toulouse, Les Archives d'Ecologie Préhistorique
- Martin, L., & Edwards, Y. (2013). Diverse Strategies: Evaluating the Appearance and Spread of Domestic Caprines in the Southern Levant. En S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning, & S. Shennan (Eds.). *The Origins and Spread of Domestic Animals in Southwest Asia and Europe* (pp. 49-82). Walnut Creek, CA: Left Coast Press. <https://doi.org/10.5860/CHOICE.51-3249>
- Martín, P. (2015). Caracterización zooarqueológica de las cuevas redil en la Prehistoria de la Meseta Norte: el caso de El Mirador (Sierra de Atapuerca, Burgos) Universitat Rovira i Virgili. Tesis doctoral inédita.
- Martín, P., & García-González, R. (2015). Identifying sheep (*Ovis aries*) fetal remains in archaeological contexts. *Journal of Archaeological Science*, 64, 77-87. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.10.003>
- Martín, P., Saladié, P., Nadal, J., & Vergès, J. M. (2014). Butchered and consumed: Small carnivores from the Holocene levels of El Mirador Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, 353(1), 153-169. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.011>
- Martins, H., Oms, F. X., Pereira, L., Pike, A. W. G., Roswell, K., & Zilhao, J. (2015). Radiocarbon dating the beginning of the Neolithic in Iberia: new results, new

- problems. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 1(28), 105-131. <https://doi.org/10.1558/jmea.v28i1.27503>
- Mateos-Quesada, P., & Salvador Milla, A. (2017). Corzo – *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758. En A. Salvador & I. Barja (Eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Mazo, C. (2005). Análisis de las huellas de uso de la serie lítica retocada del nivel IV de Mendandía. En Alday, A. (Eds.). *El campamento prehistórico de Mendandía: Ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre el 8500 y el 6400 BP* (pp. 285-320). Vitoria, Fundación José Miguel de Barandiarán.
- Mazucco, N., Clemente-Conte, I., Baldellou, V., & Gassiot, E. (2013). The management of lithic resources during the V millennium cal BC at Espluga de la Puyascada (La Fueva, Huesca). *Preistoria Alpina*, 47(1), 17-30.
- Mazucco, N., Clemente-Conte, I., Gassiot, E., & Gibaja, J. F. (2015). Insights into the economic organization of the first agro-pastoral communities of the NE of the Iberian Peninsula: A traceological analysis of the Cueva de Chaves flaked stone assemblage. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2, 353-366. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.02.010>
- McClure, S. B. (2013). Domesticated animals and biodiversity: Early agriculture at the gates of Europe and long-term ecological consequences. *Anthropocene*, 4, 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2013.11.001>
- Meadow, R. H. (1989). Osteological evidence for the process of animal domestication. En J. Clutton-Brock (Ed.), *The walking larder: patterns of domestication, pastoralism, and predation* (pp. 80-90). Londres, Routledge Library Editions: Archaeology.
- Meadow, R. H. (1999). The use of size index scaling techniques for research on archaeozoological collections from the Middle East. En C. Becker, H. Manhart, & J. Peters (Eds.), *Historia animalium ex ossibus. Contributions to palaeo-anatomy, archaeology, egyptology, ethnology and veterinary history. Studies in honour of Angela von den Driesch* (pp. 285–306). Rahden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH.
- Meadow, R., Hongo, H., Dobney, K., & Ervynck, A. (2001). Born Free? New Evidence for the Status of *Sus scrofa* at Neolithic Çayönü Tepesi (Southeastern Anatolia, Turkey). *Paléorient*, 27(2), 47-73. <https://doi.org/10.3406/paleo.2001.4731>
- Meadows, J. R. S., Hiendleder, S., & Kijas, J. W. (2011). Haplogroup relationships between domestic and wild sheep resolved using a mitogenome panel. *Heredity*, 106(4), 700-706. <https://doi.org/10.1038/hdy.2010.122>
- Meikle, A., de Brun, V., Carriquiry, M., Soca, P., Sosa, C., Adrien, M. de L., ... Abecia, J. A. (2018). Influences of nutrition and metabolism on reproduction of the female

- ruminant. *Animal Reproduction*, 15, 899–911. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0017>
- Mellor, D. J., & Stafford, K. J. (2004). Animal welfare implications of neonatal mortality and morbidity in farm animals. *Veterinary Journal*, 168(2), 118-133. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2003.08.004>
- Merino, G. O. (2016). *Using dental microwear in the study of animal domestication and herding practices during the Neolithic in the north east Iberian Peninsula*. Universitat Autònoma de Barcelona. Trabajo Fin de Máster.
- Montes, L. (2001). El Abrigo epipaleolítico de Peña 14 (Biel. Zaragoza): Excavaciones 1999 y 2000. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 2, 291-306.
- Montes, L. (2005). Abrigos de Legunova y Valcervera en Biel: campaña de 2004. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 5, 257-269.
- Montes, L. (2005). *El Neolítico en el Alto Aragón. Últimos datos*. En P. Arias, R. Ontañón y C. García-Moncó (eds.). *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. (pp. 445-454). Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria 1.
- Montes, L. (2007). El Epipaleolítico reciente o Mesolítico en la Península Ibérica estado de la cuestión. *Caesaraugusta*, 78, 39-48.
- Montes, L. (2016). Completando el mapa de la Cuenca del Ebro: el Mesolítico del IX milenio cap BP de Espantalobos (Huesca, España). *Munibe Antropologia-Arkeologia*. <https://doi.org/10.21630/maa.2015.66.06>
- Montes, L., & Alday, A. (2012). Enredados en la malla neolítica de la Cuenca del río Ebro. Redes, continuidades y cambios. *Rubricatum: revista del Museu de Gavà*, 5, 51-60.
- Montes, L., & Domingo, R. (2016). El yacimiento meso-neolítico de Rambla de Legunova (Biel, Zaragoza). *Actas del I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés (Zaragoza 2015)*, pp. 53-63. Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón.
- Montes, L., Alday, A., & Baldellou, V. (2012). Cuenca del Ebro. En M. Rojo-Guerra, R. Garrido Pena, & Í. García-Martínez de Lagrán (Eds.), *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo* (pp. 291-331). Cátedra.
- Montes, L., Cuchí, J. A., & Domingo, R. (2000). Epipaleolítico y neolítico en las sierras prepirenaicas de Aragón: prospecciones y sondeos, 1998-2001. *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 17, 87-123.
- Montes, L., Cuchí, J. A., & Domingo, R. (2003). Prospecciones y sondeos en las sierras exteriores de Aragón: V Campaña, 2002. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 3, 313-329.

- Montes, L., Domingo, R., González-Sampériz, P., Sebastián, M., Aranbarri, J., Castaños, P., ... Laborda, R. (2016). Landscape, resources and people during the Mesolithic and Neolithic times in NE Iberia: The Arba de Biel Basin. *Quaternary International*, 403, 133-150. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.041>
- Montes, L., Utrilla, P., & Mazo, C. (2006). El Epipaleolítico macrolítico en Aragón en el contexto del valle del Ebro y la Cataluña costera. En A. Alday (Ed.). *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular* (pp. 193-217). Diputación Foral de Álava, Departamento de Cultura.
- Mora, R., Benito-Calvo, A., Martínez-Moreno, J., Marcen, P. G., & De la Torre, I. (2011). Chrono-stratigraphy of the Upper Pleistocene and Holocene archaeological sequence in Cova Gran (south-eastern Pre-Pyrenees, Iberian Peninsula). *Journal of Quaternary Science*, 26(6), 635-644.
- Morales, A., & Riquelme, J. A. (2004). Faunas de mamíferos del Neolítico Andaluz: tendencias diacrónicas fiables. En *Actas del II y III Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja* (pp. 41-51).
- Morand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., & Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 20-34.
- Morey, D. F. (1994). The Early Evolution of the Domestic Dog. *American Scientist*, 82(4), 336-347.
- Müldner, G., & Richards, M. P. (2005). Fast or feast: Reconstructing diet in later medieval England by stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.05.007>
- Naderi, S., Rezaei, H. R., Pompanon, F., Blum, M. G. B., Negrini, R., Naghash, H. R., [...] Taberlet, P. (2008). The goat domestication process inferred from large-scale mitochondrial DNA analysis of wild and domestic individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 105(46), 17659-17664. <https://doi.org/10.1073/pnas.0804782105>
- Naderi, S., Rezaei, H.-R., Taberlet, P., Zundel, S., Rafat, S.-A., Naghash, H.-R., [...] Consortium, for the E. (2007). Large-Scale Mitochondrial DNA Analysis of the Domestic Goat Reveals Six Haplogroups with High Diversity. *PLoS ONE*, 2(10), e1012. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001012>
- Navarrete, V. (2017). *Domesticación animal y primeras prácticas ganaderas en el noreste peninsular (5500-4500 cal BC): integración de los análisis bioquímicos en arqueozoología*. Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral inédita.
- Navarrete, V. (in preparation) Análisis faunístico del yacimiento neolítico de Reina Amalia (Barcelona).
- Navarrete, V., & Saña, M. (2013). Producción y consumo cárnico a inicios del Neolítico animales domésticos en el poblado de la Draga (Banyoles) (5300-5000 cal b.C.). En

- J. M. López Ballesta (Ed.), *La producción de alimentos : arqueología, historia y futuro de la dieta mediterránea: I Congreso sobre la producción en las sociedades mediterráneas: PHICARIA* (pp. 121-129). Mazarrón: Universidad Popular de Mazarrón.
- Navarrete, V., & Saña, M. (2017). Size changes in wild and domestic pig populations between 10,000 and 800 cal. BC in the Iberian Peninsula: Evaluation of natural versus social impacts in animal populations during the first domestication stages. *Holocene*, 27(10), 1526-1539 <https://doi.org/10.1177/0959683617693902>
- Navarrete, V., Colonese, A. C., Tornero, C., Antolín, F., Von Tersch, M., Eulàlia Subirà, M., [...] Saña, M. (2017). Feeding Management Strategies among the Early Neolithic Pigs in the NE of the Iberian Peninsula. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(5), 839-852. <https://doi.org/10.1002/oa.2598>
- Navarrete, V., Tornero, C., Balasse, M., & Saña, M. (2019). Food management of early introduced caprine and bovine herds in the early Neolithic site of La Draga (Banyoles): An isotopic approach. *International Journal of Osteoarchaeology*. <https://doi.org/10.1002/oa.2812>
- Noe-Nygaard, N., Price, T. D., & Hede, S. U. (2005). Diet of aurochs and early cattle in southern Scandinavia: Evidence from 15N and 13C stable isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 32(6), 855-871. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.01.004>
- O'Connor, T. P. (1997). Working at relationships: another look at animal domestication. *Antiquity*, 71(271), 149-156. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00084635>
- Oms, F. X. (2017a). *La neolitització del nord-est de la península Ibèrica*. Societat Catalana d'Arqueologia, Barcelona.
- Oms, F. X., Esteve, X., Mestres, J., Martín, P., & Martins, H. (2014). La neolitización del nordeste de la península Ibérica: Datos radiocarbónicos y culturales de los asentamientos al aire libre del Penedès. *Trabajos de Prehistoria*, 71(1), 42-55. <https://doi.org/10.3989/tp.2014.12123>
- Oms, F. X., Petit, M. À., Morales, J. I., & Garcíá, M. S. (2012). Le processus de néolithisation dans les Pyrénées orientales. Occupation du milieu, culture matérielle et chronologie. *Bulletin de la Societe Prehistorique Francaise*, 109(4), 651-670.
- Otoni, C., Girdland Flink, L., Evin, A., Geörg, C., De Cupere, B., Van Neer, W., [...] Larson, G. (2013). Pig Domestication and Human-Mediated Dispersal in Western Eurasia Revealed through Ancient DNA and Geometric Morphometrics. *Molecular Biology and Evolution*, 30(4), 824-832. <https://doi.org/10.1093/molbev/mss261>
- Paine, R. (1971). Animals as Capital: Comparisons among Northern Nomadic Herders and Hunters. *Anthropological Quarterly*, 44(3), 157.
- Pales, L., Lambert, C., & Garcia, M.-A. (1971). *Atlas ostéologique pour servir à l'identification des mammifères du quaternaire*. Paris, Editions du Centre national de la recherche scientifique.

- Pascual Benito, J. L. (1999). *Utillaje óseo, adornos e ídolos neolíticos valencianos*. Valencia: Diputación de Valencia.
- Payne, S. (1973). Kill-off Patterns in Sheep and Goats: the Mandibles from Aşvan Kale. *Anatolian Studies*, 23, 281-303. <https://doi.org/10.2307/3642547>
- Payne, S. (1985). Morphological distinctions between the mandibular teeth of young sheep, Ovis, and goats, Capra. *Journal of Archaeological Science*, 12(2), 139-147. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(85\)90058-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(85)90058-5)
- Payne, S. (1987). Reference codes for wear states in the mandibular cheek teeth of sheep and goats. *Journal of Archaeological Science*, 14(6), 609-614. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90079-3](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90079-3)
- Payne, S., & Bull, G. (1988). Components of variation in measurements of pig bones and teeth, and the use of measurements to distinguish wild from domestic pig remains. *Archaeozoologia*, 2(II), 27-66.
- Pedrosa, S., Uzun, M., Arranz, J.-J., Gutiérrez-Gil, B., San Primitivo, F., & Bayón, Y. (2005). Evidence of three maternal lineages in near eastern sheep supporting multiple domestication events. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1577), 2211-2217. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3204>
- Peña-Monné, J., Longares, L., & Sánchez, M. (2004). *Geografía Física de Aragón. Aspectos Generales y Temáticos*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza/Diputación Provincial de Zaragoza.
- Pérez Ripoll, M. (1980). La fauna de vertebrados. En B. Martí Oliver, V. Pascual, M. Gallart, P. López-García, M. Pérez-Ripoll, J. Acuña, & F. Robles (Eds.), *Cova de l'Or (Beniarrés-Alicante). Vol. II*. (pp. 193-255) Valencia: Servicio de Investigación Prehistorica. Serie de Trabajos Varios Valencia, 65.
- Pérez Ripoll, M. (1987). La caza en una economía de producción prehistórica y sus implicaciones en el arte levantino. *Lvcentvm*, VI, 23-27. <https://doi.org/10.14198/lvcentvm1987.6.02>
- Pérez Ripoll, M. (1988). Estudio de la secuencia del desgaste de los molares de la *Capra pyrenaica* de yacimientos prehistóricos. *Archivo de Prehistoria levantina*, 18, 83-127.
- Pérez-Barbería, F. J., García-González, R., Palacios, B. (2010). Rebeco – *Rupicapra pyrenaica*. En Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. A. Salvador & J. Cassinello (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Peters, J., Von den Driesch, A., & Helmer, D. (2005). The Upper Euphrates-Tigris basin: cradle of agro-pastoralism? En J.-D. Vigne, J. Peters, & D. Helmer, (Eds.). *The first steps of animal domestication: new archaeozoological techniques*, Oxford, Oxbow Books, pp. 96-124.

- Petit, M. Ed. (1996). *El procés de neolitització a la Vall del Segre. La Cova del Parco (Alòs de Balaguer). Estudi de les ocupacions humanes del Vè al II mil·lenni a.C.* Monografies del SERP 1, Universitat de Barcelona.
- Pfeffer, P. (1967). *Le mouflon de corse (Ovis ammon musimon Schreber, 1782): position systematique, ecologie et ethologie comparees.* Paris: Museum National d'Histoire Naturelle.
- Pitt, D., Sevane, N., Nicolazzi, E. L., MacHugh, D. E., Park, S. D. E., Colli, L., ... Orozco-Wengel, P. (2019). Domestication of cattle: Two or three events? *Evolutionary Applications*, 12(1), 123-136. <https://doi.org/10.1111/eva.12674>
- Pöllath, N., Schafberg, R., & Peters, J. (2019). Astragalar morphology: Approaching the cultural trajectories of wild and domestic sheep applying Geometric Morphometrics. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, 810-821. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.12.004>
- Popkin, P. R. W., Baker, P., Worley, F., Payne, S., & Hammon, A. (2012). The Sheep Project (1): determining skeletal growth, timing of epiphyseal fusion and morphometric variation in unimproved Shetland sheep of known age, sex, castration status and nutrition. *Journal of Archaeological Science*, 39(6), 1775-1792. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2012.01.018>
- Poplin, F. (1977). Paléontologie du mouton. *Ethnozootechnie*, 21, 9-10.
- Price, E. O. (1984). Behavioral aspects of animal domestication. *Quarterly Review of Biology*, 59(1), 1-32. <https://doi.org/10.1086/413673>
- Price, E. O. (2002). *Animal Domestication and Behavior*. Wallingford. CABI Publishing
- Prummel, W. (1987). Atlas for identification of foetal skeletal elements of Cattle, Horse, Sheep and Pig: Part 2. *Archaeozoologia*, 1(2), 11-42
- Prummel, W., & Frisch, H. J. (1986). A guide for the distinction of species, sex and body side in bones of sheep and goat. *Journal of Archaeological Science*, 13(6), 567-577 [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(86\)90041-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(86)90041-5)
- Ramsey, C. B. (2017). Methods for summarizing radiocarbon datasets. *Radiocarbon*, 59(6), 1809-1833.
- Randall, C. E. (2010). *Livestock and landscape: exploring animal exploitation in later prehistory in the South West of Britain*. Bournemouth University. Tesis doctoral.
- Redding, R. W. (1981). *Decision making in subsistence herding of sheep and goats in the Middle East*. University of Michigan. Tesis doctoral.
- Reimer, R. W., & Reimer, P. J. (2017). An online application for ΔR calculation. *Radiocarbon*, 59(5), 1623-1627.

- Richards, M. P., Pettitt, P. B., Stiner, M. C., Trinkaus, E., Marshall, F. B., Chen, X., [...] Wang, C. (2001). Stable isotope evidence for increasing dietary breadth in the European mid-Upper Paleolithic. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(11), 6528-6532. <https://doi.org/10.1073/pnas.111155298>
- Rieau, C. (n.d.). *Etude de la gestion du bétail à l'aide de la méthode des micro-usures dentaires dans le Midi méditerranéen entre l'âge du Bronze et la période gallo-romaine*. Université Paul Valéry - Montpellier III. Tesis doctoral.
- Rivals, F. (2019). MicrowearBivaR: a code to create tooth microwear bivariate plots in R (Version 1). *Zenodo*. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2587575>
- Rivals, F., & Deniaux, B. (2005). Investigation of human hunting seasonality through dental microwear analysis of two Caprinae in late Pleistocene localities in Southern France. *Journal of Archaeological Science*, 32(11), 1603-1612. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.04.014>
- Rivals, F., & Semprebon, G. M. (2006). A comparison of the dietary habits of a large sample of the Pleistocene pronghorn *Stockoceros onusrosagris* from the Papago Springs Cave in Arizona to the modern *Antilocapra americana*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26(2), 495-500. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2006\)26\[495:ACOTDH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2006)26[495:ACOTDH]2.0.CO;2)
- Rivals, F., & Semprebon, G. M. (2011). Dietary plasticity in ungulates: Insight from tooth microwear analysis. *Quaternary International*, 245(2), 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.08.001>
- Rivals, F., & Solounias, N. (2007). Differences in tooth microwear of populations of caribou (*Rangifer tarandus*, *Ruminantia*, Mammalia) and implications to ecology, migration, glaciations and dental evolution. *Journal of Mammalian Evolution*, 14(3), 182. <https://doi.org/10.1007/s10914-007-9044-8>
- Rivals, F., Gardeisen, A., & Cantuel, J. (2011). Domestic and wild ungulate dietary traits at Kouphovouno (Sparta, Greece): Implications for livestock management and paleoenvironment in the Neolithic. *Journal of Archaeological Science*, 38(3), 528-537. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.10.007>
- Rivals, F., Prignano, L., Semprebon, G. M., & Lozano, S. (2015). A tool for determining duration of mortality events in archaeological assemblages using extant ungulate microwear. *Scientific Reports*, 5, 17330. <https://doi.org/10.1038/srep17330>
- Rivals, F., Schulz, E., & Kaiser, T. M. (2009). A new application of dental wear analyses: estimation of duration of hominid occupations in archaeological localities. *Journal of Human Evolution*, 56(4), 329-339. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.11.005>
- Rivals, F., Schulz, E., & Kaiser, T. M. (2009). Late and middle Pleistocene ungulates dietary diversity in Western Europe indicate variations of Neanderthal paleoenvironments through time and space. *Quaternary Science Reviews*, 28(27-28), 3388-3400. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.09.004>

- Rodanés Vicente, J., & Ramón Fernández, N. (1995). *El Neolítico antiguo en Aragón: Hábitat y territorio*. *Zephyrus: Revista de prehistoria y arqueología*, 48, 101-128.
- Rodanés, J. M., & Picazo, J. V. (2005). *El proceso de implantación y desarrollo de las comunidades agrarias en el Valle Medio del Ebro*. Zaragoza: Monografías Arqueológicas 40. Universidad de Zaragoza.
- Rodière, E., Bocherens, H., Angibault, J. M., & Mariotti, A. (1996). Particularités isotopiques de l'azote chez le chevreuil (*Capreolus capreolus*): Implications pour les reconstitutions paléoenvironnementales. *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences - Serie IIA: Sciences de la Terre et des Planètes*, 323(2), 179-185
- Roffet-Salque, M., Gerbault, P., & Gillis, R. (2017). Une histoire de l'exploitation laitière: approches génétique, archéozoologique et biomoléculaire. En M. Balasse & P. Dillmann (Eds.), *Regards croisés: quand les sciences archéologiques rencontrent l'innovation* (pp. 1-23). Editions des Archives Contemporaines.
- Roger, P. A. (2008). The impact of disease and disease prevention on sheep welfare. En C. M. Dwyer (Eds.). *The Welfare of Sheep*, (pp. 159-212). Springer. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.005>
- Rojo-Guerra, M. A., Arcusa Magallón, H., Peña Chocarro, L., Royo Guillen, J. I., Tejedor Rodríguez, C., García Martínez de Lagrán, Í., [...] Alt, K. W. (2015). Los primeros pastores trashumantes de la Alta Ribagorza. En I. Clemente Conte, E. Gassiot, & J. Rey Lanasa (Eds.), *Sobrarbe antes de Sobrarbe Pinceladas de historia de los Pirineos* (pp. 127-151). Centro de Estudios de Sobrarbe.
- Rojo-Guerra, M. A., García-Martínez de Lagrán, Í., & Royo-Guillén, J. I. (2018). The beginning of the Neolithic in the mid-Ebro valley and in Iberia's Inland (Northern and Southern submeseta), Spain. *Quaternary International*, 470, 398-438 <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.037>
- Rojo-Guerra, M. Á., Garrido-Pena, R., & García-Martínez de Lagrán, Í. (2012). *El neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Madrid, Cátedra.
- Rojo-Guerra, M. Á., Kunst, M., Garrido-Pena, R., García-Martínez de Lagrán, Í., & Morán, G. (2008). *Paisajes de la Memoria: asentamientos del Neolítico antiguo en el Valle de Ambrona (Soria, España)*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial,.
- Rojo-Guerra, M. A., Royo Guillen, J. I., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., Tejedor Rodríguez, C., Arcusa Magallón, H., [...] Beriguistain Gúrpide, M. A. (2012). Los caminos del Neolítico: Un proyecto de investigación en el Valle del Ebro. *Rubricatum: revista del Museu de Gavà*, 5, 43-50.
- Rojo-Guerra, M. A., Tejedor Rodríguez, C., Jiménez Jiménez, I., Peña Chocarro, L., Royo Guillén, J. I., García Martínez De Lagrán, Í., [...] Lecumberri, F. G. (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(0), 41. <https://doi.org/10.14201/zephyrus2015754171>

- Rojo-Guerra, M., Garrido-Pena, R., & García-Martínez-de-Lagrán, I. (2008). El valle de Ambrona (Soria, España): un referente cronológico para la primera ocupación neolítica del interior peninsular. En M. Diniz (Ed.) *Early Neolithic in Iberian Peninsula. Regional and Transregional Components* (pp. 35-42). British Archaeological Reports.
- Rojo-Guerra, M., Peña Chocarro, L., Royo Guillén, J., Tejedor Rodríguez, C., García-Martínez de Lagrán, I., Arcusa Magallón, H., [...] Alt, K. (2013). Pastores trashumantes del Neolítico antiguo en un entorno de alta montaña: secuencia cronocultural de la Cova de Els Trocs (San Feliú de Veri, Huesca). *BSAA Arqueología*, 79, 9-55.
- Rosa, H. J. D., & Bryant, M. J. (2003). Seasonality of reproduction in sheep. *Small ruminant research*, 48(3), 155-171. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00038-5)
- Rowley-Conwy, P. (1981). Slash and burn in the temperate European Neolithic. En R. Mercer (Ed.), *Farming practice in British prehistory* (pp. 85-96). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Rowley-Conwy, P. (1997). The animal bones from Arene Candide. Final report. En R. Maggi (Ed.), *Arene Candide: Functional and environmental assessment of the Holocene sequence*. (pp. 153-277). Memorie dell'Istituto Italiano di Paleontologia Umana 5. Roma
- Rowley-Conwy, P. (2011). Westward Ho! *Current Anthropology*, 52(S4), S431-S451. <https://doi.org/10.1086/658368>
- Rowley-Conwy, P., Albarella, U., & Dobney, K. (2012). Distinguishing wild boar from domestic pigs in prehistory: a review of approaches and recent results. *Journal of World Prehistory*, 25(1), 1-44. <https://doi.org/10.1007/s10963-012-9055-0>
- Rowley-Conwy, P., Gourichon, L., Helmer, D., & Vigne, J. (2013). Early domestic animals in Italy, Istria, the Tyrrhenian islands and Southern France. En S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning, & S. Shennan (Eds.). *The origins and spread of domestic animals in southwest Asia and Europe* (pp. 161-194). Walnut Creek, CA: Left Coast Press.
- Rowley-Conwy, P., Halstead, P., & Collins, P. (2002). Derivation and Application of a Food Utility Index (FUI) for European Wild Boar (*Sus scrofa* L.). *Environmental Archaeology*, 7(1), 77-88. <https://doi.org/10.1179/env.2002.7.1.77>
- Rubio, M. (1995). Aproximación al estudio de las figuras zoomorfas representadas en el Arte Rupestre Levantino. *Recerques del Museu d'Alcoi*, 4, 103-119.
- Russell, N. (2002). The Wild Side of Animal Domestication. *Society & Animals*, 10(3), 285-302. <https://doi.org/10.1163/156853002320770083>
- Russell, N. (2012). *Social Zooarchaeology: Humans and Animals in Prehistory*. Cambridge, Cambridge University Press.

- Russell, T. (2017). 'Where goats connect people': Cultural diffusion of livestock not food production amongst southern African hunter-gatherers during the Later Stone Age. *Journal of Social Archaeology*, 17(2), 115-137. <https://doi.org/10.1177/1469605317701596>
- Ryder, M.L. (1992). The interaction between biological and technological change during the development of different fleece types in sheep. *Anthropozoologica*, 16, 131-140.
- Sahlins, M. (1983). *Economía de la Edad de Piedra*. Madrid: Akal.
- Santiago-Moreno, J., Gómez-Brunet, A., Toledano-Díaz, A., Picazo, R., Gonzalez-Bulnes, A., & López-Sebastián, A. (2006). Seasonal endocrine changes and breeding activity in Mediterranean wild ruminants. *Reproduction in Domestic Animals*, 41, 72-81. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2006.00771.x>
- Saña, M. (1998). Els recursos animals. En A. Bosch, R. Buxó, A. Palomo, M. Buch, J. Mateu, E. Taberner, & J. Casadevall (Eds.), *El poblat neolític de Plansallosa. L'exploració del territori dels primers agricultors-ramaders de l'Alta Garrotxa* (pp. 93-98). Olot: Publicacions eventuales d'arqueologia de la Garrotxa 5.
- Saña, M. (1999). *Arqueología de la domesticación animal: la gestión de los recursos animales en Tell Halula (Valle del Éufrates, Siria): del 8.800 al 7.000 BP*. Treballs d'Arqueologia del Pròxim Orient, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Saña, M. (2005). Animal domestication: subject of study and subject of historical knowledge. *Revue de Paléobiologie*, 10, 149-154.
- Saña, M. (2011). La gestió dels recursos animals. En À. Bosch, J. Chinchilla, & J. Tarrús (Eds.). *El poblat lacustre del Neolític antic de la Draga, Excavacions 2000-2005* (pp. 50-64). Girona. Monografies del CASC 9.
- Saña, M. (2013). Domestication of Animals in the Iberian Peninsula. En S. Colledge, J. Conolly, K. Dobney, K. Manning, & S. Shennan (Eds.), *The origins and spread of domestic animals in southwest Asia and Europe* (pp. 195-220). Left Coast Press.
- Saña, M., Antolín, F., Bergadà, M., Castells, L., Craig, O., Edo, M., & Debono, C. (2015). Prácticas agropecuarias durante el neolítico antiguo y el neolítico medio en la cueva de Can Sadurní: una aproximación interdisciplinar. En *Actas del V Congreso del Neolítico Peninsular* (pp. 57-66). Lisboa: UNIARQ WAPS.
- Saña, M., Antolín, F., Bergadà, M., Castells, L., Craig, O., Edo, M., Piqué, R. & Spiteri, C. (2015). Prácticas agropecuarias durante el neolítico antiguo y el neolítico medio en la cueva de Can Sadurní: una aproximación interdisciplinar. En Gonçalves, V.S., Diniz, M., Sousa, A.C. (Eds.), *5º Congresso do Neolítico Peninsular* (pp. 57-66). Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Scheu, A., Powell, A., Bollongino, R., Vigne, J.-D., Tresset, A., Çakırlar, C., [...] Burger, J. (2015). The genetic prehistory of domesticated cattle from their origin to the spread across Europe. *BMC Genetics*, 16(1), 54. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0203-2>

- Schmid, E. (1972). *Atlas of animal bones for prehistorians, archaeologists, and Quaternary geologists*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Schoeller, D. A. (1999). Isotope fractionation: Why aren't we what we eat? *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 667–673. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0391>
- Schuhmacher, T. X., Weniger, G.-C., & Weniger, G.-C. (1995). Continuidad y cambio. Problemas de la neolitización en el este de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 52(2), 83-97. <https://doi.org/10.3989/tp.1995.v52.i2.419>
- Scozzari, R., Cruciani, F., Pangrazio, A., Santolamazza, P., Vona, G., Moral, P., [...] Torroni, A. (2001). Human Y-chromosome variation in the western mediterranean area: Implications for the peopling of the region. *Human Immunology*. [https://doi.org/10.1016/S0198-8859\(01\)00286-5](https://doi.org/10.1016/S0198-8859(01)00286-5)
- Sealy, J. C., van der Merwe, N. J., Thorp, J. A. L., & Lanham, J. L. (1987). Nitrogen isotopic ecology in southern Africa: Implications for environmental and dietary tracing. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51(10), 2707–2717. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(87\)90151-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(87)90151-7)
- Serrano, E., Gállego, L., & Pérez, J. M. (2004). Ossification of the Appendicular Skeleton in the Spanish Ibex *Capra pyrenaica* Schinz, 1838 (Artiodactyla: Bovidae), with Regard to Determination of Age. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia*, 33(1), 33-37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2004.00506.x>
- Sherratt, A. (1980). Water, soil and seasonality in early cereal cultivation. *World Archaeology*, 11(3), 313-330. <https://doi.org/10.1080/00438243.1980.9979770>
- Sherratt, A. (1981). Plough and pastoralism: aspects of the secondary products revolution. En I. Hodder, G. Isaac, & N. Hammond (Eds.), *Pattern of the past: studies in honour of David Clarke* (pp. 261-305). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sierra, A., Bréhard, S., Montes, L., Utrilla, P., & Saña, M. (2019). Sheep exploitation and husbandry in first farming societies: from production to consumption in Central Pyrenees in the Early Neolithic. *Archaeological and Anthropological Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00907-3>
- Smith, B. D. (2011). A Cultural Niche Construction Theory of Initial Domestication. *Biological Theory*, 6(3), 260-271. <https://doi.org/10.1007/s13752-012-0028-4>
- Soler Díaz, J. A., García Atiénzar, G., Duque Espino, D., Ferrer García, C., Gómez Pérez, O., Guillem Calatayud, P. M., ... Ximénez de Embún Sánchez, T. (2014). La primera ocupación neolítica de la Cova d'En Pardo (Planes, Alicante). Avance de estudio pluridisciplinar de los niveles VIII y VIIIb. *Sagvntvm. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 45(45). <https://doi.org/10.7203/sagvntvm.45.2331>
- Soler Díaz, J. A., García Atiénzar, G., Duque Espino, D., Ferrer García, C., Gómez Pérez, O., Guillem Calatayud, P. M., Iborra Eres, P., Martínez Valle, R., Pérez Jordà, G., Roca de Togores Muñoz, C., & Ximénez de Embún Sánchez, T. (2013). La primera

- ocupación neolítica de la Cova d'En Pardo (Planes, Alicante). Avance de estudio pluridisciplinar de los niveles VIII y VIIIb. *Sagvntvm. Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 45, 9–24.
- Solounias, N., & Hayek, L. C. (1993). New methods of tooth microwear analysis and application to dietary determination of two extinct antelopes. *Journal of Zoology*, 229(3), 421–445. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1993.tb02646.x>
- Solounias, N., & Semprebon, G. (2002). Advances in the Reconstruction of Ungulate Ecomorphology with Application to Early Fossil Equids. *American Museum Novitates*, 2002(3366), 1-49. [https://doi.org/10.1206/0003-0082\(2002\)366<0001:aitrou>2.0.co;2](https://doi.org/10.1206/0003-0082(2002)366<0001:aitrou>2.0.co;2)
- Solounias, N., & Semprebon, G. (2002). Advances in the reconstruction of ungulate ecomorphology with application to early fossil equids. *American Museum Novitates*, 2002(3366), 1-49.
- Sorrentino, C. (1999). Faune terrestri. En S. Tiné (Ed.), *Il Neolitico nella Caverna delle Arene Candide (scavi 1972-1977)* (pp. 66-108). Bordighera: Istituto internazionale studi Liguri.
- Soto, A., Alday, A., Mangado, X., & Montes, L. (2016). Epipaleolítico y Mesolítico en la vertiente sur de los Pirineos desde la perspectiva de la industria lítica. *Munibe. Antropología-Arkeologia*, 67, 295-312.
- Soto, A., Montes, L., Domingo, R., & García-Simón, L. M. (2019). Nuevos datos sobre la transición Pleistoceno/Holoceno en el noreste de la península ibérica: el Sauveterriense de Peña-14 (Biel, Zaragoza). *Trabajos de Prehistoria*, 76(1), 29. <https://doi.org/10.3989/tp.2019.12224>
- Sponheimer, M., & Lee-Thorp, J. A. (1999). Isotopic evidence for the diet of an early hominid, *Australopithecus africanus*. *Science*, 283(5400), 368-370. <https://doi.org/10.1126/science.283.5400.368>
- Sponheimer, M., & Lee-Thorp, J. A. (1999). Oxygen isotopes in enamel carbonate and their ecological significance. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 723–728. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0388>
- Sponheimer, M., Robinson, T. F., Roeder, B. L., Passey, B. H., Ayliffe, L. K., Cerling, T. E., ... Ehleringer, J. R. (2003). An experimental study of nitrogen flux in llamas: Is ^{14}N preferentially excreted? *Journal of Archaeological Science*, 30(12), 1649-1655. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00066-9](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00066-9)
- Sponheimer, M., Robinson, T., Ayliffe, L., Roeder, B., Hammer, J., Passey, B., ... Ehleringer, J. (2003). Nitrogen isotopes in mammalian herbivores: hair ^{15}N values from a controlled feeding study. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 80-87. <https://doi.org/10.1002/oa.655>

- Stahl, P. W. (2014). Garden Hunting. En C. Smith (Ed.). *Encyclopedia of global archaeology*. Springer, 2945-2952. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_2132
- Suga, S. (1979). Comparative histology of progressive mineralization pattern of developing incisor enamel of rodents. *Journal of Dental Research*, 58, 1025-1026. <https://doi.org/10.1177/002203457905800214011>
- Suga, S. (1982). Progressive mineralization pattern of developing enamel during the maturation stage. *Journal of Dental Research, Spec No*, 1532-1542.
- Suga, S., Aoki, H., Yamashita, Y., Tsuno, M., & Ogawa, M. (1987). A comparative study of disturbed mineralization of rat incisor enamel induced by strontium and fluoride administration. *Advances in Dental Research*, 1(2), 339-355. <https://doi.org/10.1177/08959374870010022601>
- Suga, S., Murayama, Y., & Musashi, T. (1970). A study of the mineralization process in the developing enamel of guinea pigs. *Archives of Oral Biology*, 15(7), 597-608. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(70\)90129-9](https://doi.org/10.1016/0003-9969(70)90129-9)
- Szpak, P. (2014). Complexities of nitrogen isotope biogeochemistry in plant-soil systems: Implications for the study of ancient agricultural and animal management practices. *Frontiers in Plant Science*, 5, 288. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00288>
- Testart, A. (1982). The significance of food storage among hunter-gatherers: residence patterns, population densities, and social inequalities: with comments and reply. *Current Anthropology*, 23(5), 523-537. <https://doi.org/10.1086/202894>
- Tieszen, L. L. (1991). Natural variations in the carbon isotope values of plants: Implications for archaeology, ecology, and paleoecology. *Journal of Archaeological Science*, 18(3), 227-248. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90063-U](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90063-U)
- Tieszen, L. L., & Fagre, T. (1993). Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO₂, bone collagen, bioapatite, and soft tissues. En J. B. Lambert & G. Grupe (Eds.) *Prehistoric Human Bone* (pp. 121-155). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_5
- Timpson, A., Gillis, R. E., Manning, K., & Thomas, M. G. (2018). Modelling caprine age-at-death profiles using the Gamma distribution. *Journal of Archaeological Science*, 99, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.08.015>
- Tomé, C., & Vigne, J.-D. (2003). Roe deer (*Capreolus capreolus*) age at death estimates: new methods and modern reference data for tooth eruption and wear, and for epiphyseal fusion. *Archaeofauna*, 13, 157-173.
- Tornero, C. (2011). *Estrategias de explotación, gestión y apropiación del ganado en las primeras sociedades campesinas del valle medio del Éufrates. Integración de los análisis biogeoquímicos al estudio arqueofaunístico del yacimiento de Tell Halula (valle medio del Éufrates, república árabe de siria)*. Universitat Autònoma de Barcelona. Tesis doctoral inédita.

- Tornero, C., Aguilera, M., Ferrio, J. P., Arcusa, H., Moreno-García, M., Garcia-Reig, S., & Rojo-Guerra, M. (2018). Vertical sheep mobility along the altitudinal gradient through stable isotope analyses in tooth molar bioapatite, meteoric water and pastures: A reference from the Ebro valley to the Central Pyrenees. *Quaternary International*, 484, 94-106. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2016.11.042>
- Tornero, C., Bălăşescu, A., Ughetto-Monfrin, J., Voinea, V., & Balasse, M. (2013). Seasonality and season of birth in early Eneolithic sheep from Cheia (Romania): Methodological advances and implications for animal economy. *Journal of Archaeological Science*, 40(11), 4039-4055. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.05.013>
- Tornero, C., Balasse, M., Bosch, À., Tarrús, J. & Saña, M. (submitted). Reconstructing seasonal reproductive patterns by sequential stable isotope analyses ($\delta^{18}\text{O}$) of sheep specimens from Cova de l'Avellaner (northeast Iberian Peninsula). *Journal of Archaeological Science-Reports (Special issue)*.
- Tornero, C., Balasse, M., Molist, M., & Saña, M. (2016). Seasonal reproductive patterns of early domestic sheep at Tell Halula (PPNB, Middle Euphrates Valley): Evidence from sequential oxygen isotope analyses of tooth enamel. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, 810-818. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.10.038>
- Towers, J., Gledhill, A., Bond, J., & Montgomery, J. (2014). An investigation of cattle birth seasonality using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ profiles within first molar enamel. *Archaeometry*, 56(SUPPLS1), 208-236. <https://doi.org/10.1111/arc.12055>
- Tresset, A., & Vigne, J. (2007). Substitution of species, techniques and symbols at the Mesolithic-Neolithic transition in Western Europe. *Proceedings of the British Academy*, 144, 189-210. <https://doi.org/10.5871/bacad/9780197264140.003.0010>
- Tresset, A., & Vigne, J. D. (2011). Last hunter-gatherers and first farmers of Europe. *Comptes Rendus – Biologies*, 334(3), 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.010>
- Troy, C. S., MacHugh, D. E., Bailey, J. F., Magee, D. A., Loftus, R. T., Cunningham, P., [...] Bradley, D. G. (2001). Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. *Nature*, 410(6832), 1088-1091. <https://doi.org/10.1038/35074088>
- Twiss, K. C. (2008). An assessment of the archaeological applicability of faunal ageing methods based on dental wear. *International Journal of Osteoarchaeology*, 18(4), 329-351. <https://doi.org/10.1002/oa.940>
- Twiss, K. C. (2012). The archaeology of food and social diversity. *Journal of Archaeological Research*, 20, 357-395. <https://doi.org/10.1007/s10814-012-9058-5>
- Urey, H. C. (1947). The thermodynamic properties of isotopic substances. *Journal of the Chemical Society*, 1947, 562-581. <https://doi.org/10.1039/jr9470000562>
- Utrilla, M., & Baldellou, V. (1996). Evolución diacrónica del poblamiento prehistórico en el valle del Cinca-Ésera: el registro de Olvena y otros yacimientos prepirenaicos.

- Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 13, 239-261.
- Utrilla, M., & Baldellou, V. (1999). Arte rupestre y cultura material en Aragón: Presencias y ausencias, convergencias y divergencias. *Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses*, 16, 21-37
- Utrilla, P. (2002). Epipaleolíticos y neolíticos del Valle del Ebro. *Sagvntvm: El Paisaje en el Neolítico Mediterráneo*, 2, 179-208.
- Utrilla, P. (2012). Caminos para el Neolítico aragonés: la aportación del radiocarbono y del arte rupestre. *Rubricatum: revista del Museu de Gavà*, 5, 555-564.
- Utrilla, P., & Baldellou, V. (2001). Cantos pintados neolíticos de la cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 2, 45-126.
- Utrilla, P., & Baldellou, V. (2007). Les galets peints de la grotte de Chaves. *Préhistoire, Arts et Sociétés*, 62, 73-88.
- Utrilla, P., & Calvo, M. J. (1999). Cultura material y arte rupestre "levantino": la aportación de los yacimientos aragoneses a la cuestión cronológica. Una revisión del tema en el año 2000. *Bolskan*, 16, 39-70.
- Utrilla, P., & Domingo, R. (2014). La transition Mesolithique- Neolithique dans la Vallee de l'Ebre. En C. Manen, T. Perrin, & J. Guilaine (Eds.) *La Transition Mesolithique-Neolithique En Mediterranee. Actas du colloque: Transitions en Mediterranee, ou Comment des Chasseurs devinrent Agriculteurs. Museum de Toulouse, 14-15 Avril 2011* (pp. 327-358). Toulouse, Errance, Archives d'Ecologie Prehistorique.
- Utrilla, P., & Laborda, R. (2018). La cueva de Chaves (Bastarás, Huesca): 15 000 años de ocupación prehistórica. *Trabajos de Prehistoria*, 75(2), 248-269. <https://doi.org/10.3989/tp.2018.12214>
- Utrilla, P., & Martínez Bea, M. (2005). La captura del ciervo vivo en el arte prehistórico. *Munibe Antropologia – Arkeologia*, 57(3), 161-178.
- Utrilla, P., & Martínez Bea, M. (2006). Arte levantino y territorio en la España mediterránea. *Clío Arqueológica*, 20, 17-52.
- Utrilla, P., & Martínez Bea, M. (2009). Acerca de la cronología del arte esquemático. Terminología, superposiciones y algunos paralelos mobiliarios aragoneses. En R. Cruz-Auñón & E. Ferrer (Eds.), *Estudios de Prehistoria y Arqueología en Homenaje a Pilar Acosta* (pp. 109-140). Sevilla, Universidad de Sevilla.
- Utrilla, P., & Mazo, C. (2007). La peña de Las Forcas de Graus (Huesca). Un asentamiento reiterado desde el Magdalenense Inferior al Neolítico antiguo. *Saldvie: Estudios de prehistoria y arqueología*, 7, 9-38.
- Utrilla, P., Berdejo, A., & Obón, A. (2012). El Esplugón: un abrigo mesolítico en el valle del Guarga (Huesca). En J. R. Muñiz Alvarez (coord.) *Ad Orientem: del final del*

Paleolítico en el Norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente Próximo: estudios en homenaje a Juan Antonio Fernández-Tresguerres Velasco (pp. 235-252). Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones.

- Utrilla, P., Lorenzo, J. I., Baldellou, V., Sopena, M. C., & Ayuso, P. (2008). Enterramiento masculino en fosa, cubierto de cantos rodados, en el Neolítico antiguo de la Cueva de Chaves. En *Actas del IV Congreso del Neolítico Peninsular (Alicante 2006)*, 2 (pp. 131-140).
- Utrilla, P., Mazo, C., & Domingo, R. (2014). Los abrigos de Forcas en la dinámica cultural del Valle del Ebro. En P. Utrilla & C. Mazo (Eds.). *La Peña de las Forcas (Graus, Huesca) Un asentamiento estratégico en la confluencia del Ésera y el Isábena* (pp. 345-408). Zaragoza: Monografías Arqueológicas. Prehistoria, 46, Universidad de Zaragoza.
- Utrilla, P., Montes, L., Mazo, C., Alday, A., Rodanés, J. M., Blasco, M. F., Domingo, R., & Martínez, M. (2010). El Paleolítico superior en la cuenca del Ebro a principios del siglo XXI. Revisión y novedades. En X. Mangado Llach (coord.) *El Paleolítico Superior Peninsular. Novedades del siglo XXI. Monografies 8* (pp. 23-62). Universitat de Barcelona
- Utrilla, P., Montes, L., Mazo, C., Martínez-Bea, M., & Domingo, R. (2009). El Mesolítico geométrico en Aragón. En P. Utrilla & L. Montes (Eds.). *El Mesolítico geométrico en la Península Ibérica* (pp. 131-190). Monografías Arqueológicas, Prehistoria, 44, Universidad de Zaragoza.
- Vai, S., Vilaça, S. T., Romandini, M., Benazzo, A., Visentini, P., Modolo, M., Bertolini, M., MacQueen, P., Austin, J., Cooper, A., Caramelli, D., Lari, M., & Bertorelle, G. (2015). The Biarzo case in northern Italy: Is the temporal dynamic of swine mitochondrial DNA lineages in Europe related to domestication? *Scientific Reports*, 5, 16514. <https://doi.org/10.1038/srep16514>
- Vaiglova, P., Bogaard, A., Collins, M., Cavanagh, W., Mee, C., Renard, J., [...] Fraser, R. (2014). An integrated stable isotope study of plants and animals from Kouphovouno, southern Greece: A new look at Neolithic farming. *Journal of Archaeological Science*, 42, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.023>
- Van der Merwe, N. J., & Medina, E. (1991). The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in aazonia. *Journal of Archaeological Science*, 18(3), 249-259. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90064-V](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90064-V)
- Van Der Merwe, N. J., & Vogel, J. C. (1978). ^{13}C Content of human collagen as a measure of prehistoric diet in woodland North America. *Nature*, 276(5690), 815. <https://doi.org/10.1038/276815a0>
- Vanpoucke, S., Mainland, I., De Cupere, B., & Waelkens, M. (2009). Dental microwear study of pigs from the classical site of Sagalassos (SW Turkey) as an aid for the reconstruction of husbandry practices in ancient times. *Environmental Archaeology*, 14(2), 137-154. <https://doi.org/10.1179/146141009X12481709928328>

- Vaquero, M. (2006). El Mesolítico de Facies Macrolítica en el centro y sur de Cataluña. En A. Alday (Ed.), *El Mesolítico de muescas y denticulados en la cuenca del Ebro y el litoral mediterráneo peninsular* (pp. 137-160). Diputación Foral de Álava, Departamento de Cultura.
- Varela, S., & Rodríguez, J. (2004). *Atlas osteológico, carnívoros ibéricos*. MNCN, Madrid.
- Vento Mir, E. (1985). Ensayo de clasificación sistemática de la industria ósea neolítica, La Cova l'Or (Beniarrés, Alacant): excavaciones antiguas. *Sagvntvm: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, 19, 31-84.
- Vicent, J. M. (1990). El Neolític: transformacions socials i econòmiques. En L. Anfruns (Ed.), *El canvi cultural a la prehistòria* (pp. 241-293). Barcelona, Columna.
- Vicent, J. M. (1997). The island filter model revisited. En M. S. Balmouth, A. Gilman, & L. P. Torreira (Eds.), *Encounters and Transformations. The Archaeology of Iberia in Transition* (pp. 1-13). Monographs in Mediterranean Archaeology, Sheffield Academic Press.
- Vicent, J. M. (1998). La Prehistoria del modo tributario de producción. *Hispania*, LVIII/3(200), 827-843.
- Vicent, J. M. (1998). La prehistoria del modo tributario de producción. *Hispania*, 58(200), 823-846. <https://doi.org/10.3989/hispania.1998.v58.i200.629>
- Vigne, J.-D. (1993). Domestication ou appropriation pour la chasse: histoire d'un choix socio-culturel depuis le Néolithique. L'exemple des cerfs (*Cervus*). *Anthropozoologica*, HS(1), 201-220.
- Vigne, J.-D. (2011). The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere. *Comptes Rendus Biologies*, 334(3), 171-181. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.009>
- Vigne, J.-D. (2015). Early domestication and farming: what should we know or do for a better understanding? *Anthropozoologica*, 50(2), 123-150.
- Vigne, J.-D., & Helmer, D. (2007). Was milk a “secondary product” in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats. *Anthropozoologica*, 42(2), 9-40. Recuperado de
- Vigne, J.-D., Balasse, M., Gourichon, L., Helmer, D., Lesue, J., Mashkour, M., [...] Vila, E. (2011). Etats des connaissances archéozoologiques sur les débuts de l'élevage du mouton dans l'ancien monde. *Ethnozootecnie*, 91, 11-19.
- Vigne, J.-D., Helmer, D., & Peters, J. (2005). New archaeological approaches for the first steps of animal domestication: general presentation; reflections and proposals. En J. Vigne, J. Peters, & D. Helmer (Eds.), *First Steps of Animal Domestication New archaeozoological approaches* (pp.1-17). Oxford: Oxbow Books.

- Vigne, J.-D., Zazzo, A., Saliège, J. F., Poplin, F., Guilaine, J., & Simmons, A. (2009). Pre-Neolithic wild boar management and introduction to Cyprus more than 11,400 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(38), 16135-16138. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905015106>
- 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.
- Vogel, J. (1978). Isotopic assessment of the dietary habits of ungulates. *South African Journal of Science*, 74(8), 298
- Von den Driesch, A. (1976). *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites: As Developed by the Institut Für Palaeoanatomie, Domestikationsforschung und Geschichte Der Tiermedizin of the University of Munich*, Peabody Museum Press.
- Wilkins, A. S., Wrangham, R. W., & Tecumseh Fitch, W. (2014). The «domestication syndrome» in mammals: A unified explanation based on neural crest cell behavior and genetics. *Genetics*, 197(3), 795-808.
- Worley, F., Baker, P., Popkin, P., Hammon, A., & Payne, S. (2016). The Sheep Project (2): The effects of plane of nutrition, castration and the timing of first breeding in ewes on dental eruption and wear in unimproved Shetland sheep. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, 862-874.
- Wright, L. E. (2017). Oxygen Isotopes. En A. S. Gilbert, P. Goldberg, V. T. Holliday, R. D. Mandel, & R. S. Sternberg (Eds.). *Encyclopedia of geoarchaeology* (pp. 567-574). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4409-0_22
- Yellen, J. E. (1991). Small mammals: !Kung San utilization and the production of faunal assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology*, 10(1), 1-26. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(91\)90019-T](https://doi.org/10.1016/0278-4165(91)90019-T)
- Zapata, L., Baldellou, V., & Utrilla, P. (2008). Bellotas de cronología neolítica para consumo humano en la cueva de Chaves (Bastarás, Huesca). En *Actas del IV Congreso del Neolítico Peninsular: 27-30 de noviembre de 2006* (pp. 402-410). Museo Arqueológico de Alicante-MARQ.
- Zazzo, A., Balasse, M., & Patterson, W. P. (2005). High-resolution $\delta^{13}\text{C}$ intratooth profiles in bovine enamel: Implications for mineralization pattern and isotopic attenuation. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 69(14), 3631-3642. <https://doi.org/10.1016/J.GCA.2005.02.031>
- Zazzo, A., Lécuyer, C., & Mariotti, A. (2004). Experimentally-controlled carbon and oxygen isotope exchange between bioapatites and water under inorganic and microbially-mediated conditions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68(1), 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00278-3)

- Zeder, M. A. (2006). Central questions in the domestication of plants and animals. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 15(3), 105-117. <https://doi.org/10.1002/evan.20101>
- Zeder, M. A. (2008). Animal Domestication in the Zagros: an Update and Directions for Future Research. *Publications de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée*, 49(1), 243-277.
- Zeder, M. A. (2008). Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(33), 11597-11604. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801317105>
- Zeder, M. A. (2012). Pathways to Animal Domestication. En P. Gepts, T. R. Famula, R. L. Bettinger, S. B. Brush, A. B. Damania, P. E. McGuire, & C. O. Qualset (Eds.), *Biodiversity in Agriculture: Domestication, Evolution and Sustainability* (pp. 227-259), Cambridge, Cambridge University press.
- Zeder, M. A., & Hesse, B. (2000). The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the Zagros mountains 10,000 years ago. *Science*, 287(5461), 2254-2257. <https://doi.org/10.1126/science.287.5461.2254>
- Zeder, M. A., & Lapham, H. A. (2010). Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in sheep, *Ovis*, and goats, *Capra*. *Journal of Archaeological Science*, 37(11), 2887-2905. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.06.032>
- Zeder, M. A., & Pilaar, S. E. (2010). Assessing the reliability of criteria used to identify mandibles and mandibular teeth in sheep, *Ovis*, and goats, *Capra*. *Journal of Archaeological Science*, 37(2), 225-242. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.002>
- Zeder, M. A., Bradley, D. G., Smith, B. D., & Emshwiller, E. (Eds.). (2006). Documenting domestication: new genetic and archaeological paradigms. Univ of California Press.
- Zeder, M. A., Lemoine, X., & Payne, S. (2015). A new system for computing long-bone fusion age profiles in *Sus scrofa*. *Journal of Archaeological Science*, 55, 135-150. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2014.12.017>
- Zeuner, F. E. (1963). *A history of domesticated animals*. London, Hutchinson & Co.
- Zilhão, J. (1993). The Spread of Agro-Pastoral Economies across Mediterranean Europe: A View from the Far West. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 6(1), 5-63. <https://doi.org/10.1558/jmea.v6i1.5>
- Zilhão, J. (2001). Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(24), 14180-14185. <https://doi.org/10.1073/pnas.241522898>

Zilhão, J. (2011). Time Is On My Side... En A. Hadjikoumis, E. Robinson, & S. Viner (Eds.), *The dynamics of neolithisation in Europe. Studies in honour of Andrew Sherratt* (pp. 46-65). Oxford: Oxbow Books.

Zohary, D., Tchernov, E., & Kolska Horwitz, L. (1998). The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *Journal of Zoology*, 245(2), 129-135. <https://doi.org/10.1017/S0952836998006025>

Zvelebil, M. (2000). The social context of the agricultural transition in Europe. En C. Renfrew & K. V Boyle (Eds.). *Archaeogenetics: DNA and the population prehistory of Europe* (pp. 57-79) Cambridge, McDonald Institute.

Zvelebil, M. (2001). The agricultural transition and the origins of Neolithic society in Europe. *Documenta Praehistorica*, 28, 1-26. <https://doi.org/10.4312/dp.28.1>

Zvelebil, M. (2002). Demography and dispersal of early farming populations at the Mesolithic-Neolithic transition: linguistic and genetic implications. En P. Bellwood & C. Renfrew (Eds.), *Examining the farming/language dispersal hypothesis* (pp. 379-394). McDonald Institute for Archaeological Research.

ANEXOS

Biometria de Chaves

Ovis/Capra

Especie		Elemento			
		ESCÁPULA	GLP	LG	BG
OC	Q		31.6*	25.2	
OC			31.7	24.5	20.9
OC			34.4	25.5	22.5
OC			26.3*	21.9	18.7
OC			33.1	23.8	20.9
OC			30.5	22.5	19.5
OC	Q		32	23.4	20.4
OC			31.8	23	20.3
OC			28.3	20.8	19.3
OC	Q				19.6
OC					19.5
OC	NF		20.5	15.1	13.3
OC					22
OC	Q		26.2*	21.3	18.7
OC	Q		31.1	24.1	19.5
OC			30.4	22	19.5
OC					18.8
OC	Q		34.8	27.1	24.2
OC			34.1*		
OC			30.2*	25.2	20.7
OC			32.6	24.8	20.4
OC					
OC			34.8	23.7	22.2
OC			37.4	27.6	25.2
OC			29.2*		20.5
OC	Q		29.9	22.6	20.1
OC			32.1	24	21.2
OC			31.9	24.2	21.3
OC			34.3	25.8	22.6
OC	Q				18.1
OC	ENF				17.1
OC	ENF				15.1
OC					18.8
OC	Q		28.5		18
OC	Q				18.4
OC			29.9		18*
OC			37.4	27	25.2

		ULNA	BPC	DPA
OC	Q		17.3	
OC			16.6	
OC			15.4	24.3
OC	Q		16.3	
OC			17.3	
OC			12.6	23.9
OC			15.7	23.8
OC			15.4	26.5
OC			16.2	25.5
OC			15.7*	25.8
OC			17	25.1
OC			14	
OC			16.5	24.1
OC		EROSIONADO	15.5*	
OC	Q		16.3	23.3
OC			17.3	
OC			19.2	27.7
OC	NF		18.7	28
OC			18.3	
OC			15.8	25.7
OC			17.4	
OC			16.5	27.5
OC			17.2	
OC			15.9	28.7
OC	Q		15.3	24.6
OC			16.3	27.6
OC			16.3	25.8
OC		FETAL/NEONATO	11	
OC	Q		16.5	28.3
OC			15.3	
OC	Q		15.7	

		FALANGE 3	DLS	Ld
OC			32.8	26.2
OC			30.2	24.9
OC			31.2	24.6
OC			29.8	24.7
OC			28.7	23.5
OC			29	24.6
OC			23.1	18.5
OC	Q		26.5	21.3

Ovis aries

Sp

Elemento

		HÚMERO	Bd	BT	HT	HTC
<i>Ovis</i>			29.1	27.2	16.5*	13.5
<i>Ovis</i>	Q		26.6	25.3	16.6	12.1
<i>Ovis</i>	Q		26.2	25.9	16.8	12.6
<i>Ovis</i>	Q		30.9	28.6	19.3	14.3
<i>Ovis</i>			27.3	26.3	16.2	12.3
<i>Ovis</i>			27.7	26.1	16.8	12.7
<i>Ovis</i>			29.7	26.6	18.2	13.8
<i>Ovis</i>			29.7	28.4	18.9	15
<i>Ovis</i>			28.3	28.6	18.3	14.8
<i>Ovis</i>			28.1	26.9	18.4	13.3
<i>Ovis</i>			29	27.7	17.3	13.3
<i>Ovis</i>			28.5	26.7	17.7	13.6
<i>Ovis</i>			28.2	27.9	18.3	14.3
<i>Ovis</i>			28.6	27.5	17.1	12.6
<i>Ovis</i>			27	25.7	16.5	12.8
<i>Ovis</i>	ENF		26.1	24.5	16.4	12.7
<i>Ovis</i>			28.9	27.9	18.7	14.2
<i>Ovis</i>			30.8	29.9	17.5	13.9
<i>Ovis</i>			28.6	25.8	17.2	13.2
<i>Ovis</i>			33.5	30.5	21.2	14.9
<i>Ovis</i>			32.4	30.7	20.2	15
<i>Ovis</i>			26.8*	25*	16.8*	12.8*
<i>Ovis</i>			29.7	28.3	19.5	15.5
<i>Ovis</i>	Q		25.9	25	16.3	12.1
<i>Ovis</i>			26.8	25.7	16.7	12.8
<i>Ovis</i>			26.6	25.1	17	13.8
<i>Ovis</i>						14.2
<i>Ovis</i>			30	27.4	18.4	13.8
<i>Ovis</i>			28.6	25.8	17.9	13.8
<i>Ovis</i>			28.4	26	17.6	13.2
<i>Ovis</i>			28.7	27.2	17.9	13.6

		RADIO	Bp	BFp	Bd	BFd
<i>Ovis</i>			28.2	25.7		
<i>Ovis</i>	NF				28.3	24.5
<i>Ovis</i>			32	30		
<i>Ovis</i>	Q				26.5	22.6
<i>Ovis</i>	NF+Q				28.7	25.1
<i>Ovis</i>	NF+Q				28.2	23.5
<i>Ovis</i>	NF				28.8	22.8
<i>Ovis</i>	NF				28.7	23.6
<i>Ovis</i>	NF				28.7	23.6
<i>Ovis</i>						
<i>Ovis</i>	NF				29.1	23.2
<i>Ovis</i>	NF				28.3	22.9
<i>Ovis</i>	NF				25.9	22.4
<i>Ovis</i>					26.5	23

<i>Ovis</i>	NF			26.1	23.1
<i>Ovis</i>	NF			24.4	22.6
<i>Ovis</i>	NF			27.2	24.9
<i>Ovis</i>				24.5	X
<i>Ovis</i>				26.3	21.9
<i>Ovis</i>				28.3	24.5
<i>Ovis</i>	ENF			27.9	23.4
<i>Ovis</i>				25.8	22.8
<i>Ovis</i>	NF			25.9	23.3
<i>Ovis</i>	NF			25.6	23
<i>Ovis</i>	NF			29.6	23.8
<i>Ovis</i>		28	25.4		
<i>Ovis</i>		28.9	27.2		
<i>Ovis</i>		33	29.7		
<i>Ovis</i>		29.3	27.1		
<i>Ovis</i>		30.3	27.6		
<i>Ovis</i>	NF			29.4	25.2

		METACARPO	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DIM	Bp
<i>Ovis</i>	Q		24.4	11.5	11.2	10.2	14.3	12.8	
<i>Ovis</i>			25.2	11.3	11.6	11.8	15.8	14	
<i>Ovis</i>			24.1	10.7	11.1	10.2	13.2*	11.1	
<i>Ovis</i>	Q		24.8	10.4	11.7	9.82	15.7	13.12	
<i>Ovis</i>			22.8	11.2	9.9	10.1	14.5	13.4	
<i>Ovis</i>			22.7	10.3	9.7	9.6	14.9	12.4	
<i>Ovis</i>			23.7	10.6	11.2	10.6	14.8*	13.3	
<i>Ovis</i>			23.4	11	10.6	11.5	14.6*	14.1	
<i>Ovis</i>			25.3	11.8	11.2		16.4		
<i>Ovis</i>			25.7	11.6	11.3		16		
<i>Ovis</i>			24.3	10.6	11.1	10.36	16	14.07	
<i>Ovis</i>			23.8	11	11.1		15		
<i>Ovis</i>	Q		24.3	11.7	10.6		15.6		
<i>Ovis</i>									23.9
<i>Ovis</i>									22.3
<i>Ovis</i>			24.7	11	11.8		15.5		
<i>Ovis</i>			23.9	10.5	10.6		14.6		
<i>Ovis</i>			23.3	10.7	10.6		16		
<i>Ovis</i>	Q		22.2	10.1	9.7		14		
<i>Ovis</i>			25.7	11.3	12		15.1		
<i>Ovis</i>			26.06	11.66	11.96	12.2	16.62	14.27	

		TIBIA	Bd	Dd	GL	Bp	SD
<i>Ovis</i>			24.9	18.9			
<i>Ovis</i>	Q		25.4	19			
<i>Ovis</i>			24.5	17.9			
<i>Ovis</i>			25.6	19.6			
<i>Ovis</i>			25.8	18.8			
<i>Ovis</i>	Q		24.1	19.4			

<i>cf Ovis</i>		26.7	17.3
<i>Ovis</i>		25.7	19.3
<i>Ovis</i>	NF	25	18.4
<i>Ovis</i>	NF	26.4	20.9
<i>Ovis</i>	NF	27.1	20
<i>Ovis</i>	NF	23.2	17.9
<i>Ovis</i>	NF	23.6	19.5
<i>Ovis</i>		23.4	18.1
<i>Ovis</i>		26.1	19.8
<i>Ovis</i>		25.1	19.6
<i>Ovis</i>		25.3	20
<i>Ovis</i>		24.9	19.8
<i>Ovis</i>	NF	24.4	19.6
<i>Ovis</i>		26.4	19.9
<i>Ovis</i>		X	X
<i>Ovis</i>		X	X
<i>Ovis</i>		25	18.7
<i>Ovis</i>		24	18.5
<i>Ovis</i>		25.5	19.6
<i>Ovis</i>	NF	27.9	21.2
<i>Ovis</i>			21
<i>Ovis</i>	Q	29.4	22.8
<i>Ovis</i>		25.4	19.9
<i>Ovis</i>		25.1	19.4

	METATARSO	Bp	Bd	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM
<i>Ovis</i>				22.2	9.2	9.9		
<i>Ovis</i>				22.5	10.4	9.8	11.1	16
<i>Ovis</i>			22.9	23.1	10	10.8		
<i>Ovis</i>				22.15	10.72	9.82	10.55	16.01

	CALCANEIO	GL	GB
<i>Ovis</i>			16.1
<i>Ovis</i>		55.7	17.9
<i>Ovis</i>	Q	62.8	20.2
<i>Ovis</i>	NF	52.6	18.4
<i>Ovis</i>		59.5	17.3
<i>Ovis</i>			18.2*
<i>Ovis</i>		58.9	20.8
<i>Ovis</i>	NF	52.3	17.8
<i>Ovis</i>			16.7*
<i>Ovis</i>		59.5	21.5
<i>Ovis</i>	NF	51.8	15.7
<i>Ovis</i>	NF	53.4	19.7
<i>Ovis</i>	NF	50.8	17.2
<i>Ovis</i>		55.2	19.4
<i>Ovis</i>			19
<i>Ovis</i>	NF	53	19.2

<i>Ovis</i>	NF	47	17.7
<i>Ovis</i>			20.7
<i>Ovis</i>	NF	57.2	20.5
<i>Ovis</i>			19
<i>Ovis</i>			17*
<i>cf Ovis</i>			18.9*
<i>Ovis</i>		63.1	20
<i>Ovis</i>		65.8	21.2
<i>Ovis</i>	NF	48.6	18.2*
<i>Ovis</i>	NF	39.2	14.5
<i>Ovis</i>		57.9	18.5
<i>Ovis</i>		53.9	17.2
<i>Ovis</i>			16.4
<i>Ovis</i>			19.6
<i>Ovis</i>		54.3	18

TALUS

		GLI	GLm	Bd	DI	Dm
<i>Ovis</i>	Q	X	27.3	17.5	15.8	16.8
<i>Ovis</i>		28	26.4	17	15.5	15.7
<i>Ovis</i>		26.7	26	17.2	15.7	16.2
<i>Ovis</i>		27.5	26.3	17.9	15.3	14.9
<i>Ovis</i>	Q+ Abrasión	27.87	26.7	15.1*	15	16.3
<i>Ovis</i>		27.6	27.4	17.4	15.8	14.9
<i>Ovis</i>		28.3	27.5	18.4	15.8	16.2
<i>Ovis</i>		27.7	27.5	17.3	15.6	16.7
<i>Ovis</i>	Q	28.7	27.7	18.1	16.2	17.4
<i>Ovis</i>		27.7	27	17	15.5	17
<i>Ovis</i>		28.8	28.3	19.6	16.6	17.7
<i>Ovis</i>		26.9	25.5	17.1	15.6	16.6
<i>Ovis</i>		27.6	26.3	17.8	16.1	16
<i>Ovis</i>		31.1	30.1	19.9	17.5	18
<i>Ovis</i>	Abrasión	28.7	28	17.8	17	16.9
<i>Ovis</i>	Esponjoso	27.2	27.1	16.5	15.3	14.9
<i>Ovis</i>		26	25.2	16.6	14.6	15.3
<i>Ovis</i>		28.6	27.9	17.3	15.8	16.7
<i>Ovis</i>		27.1	26.5	17.4	15.9	16.9
<i>Ovis</i>		30	29.1	18.6	16.8	16.9
<i>Ovis</i>		27.7	26.4	18.4	16.2	17
<i>Ovis</i>		28.8	28.5	18.4	16.3	17.6
<i>Ovis</i>		26.5	25.7	17.3	15.3	15.3
<i>Ovis</i>		25.3	24.4	17.1	14.8	15.5
<i>Ovis</i>		28.7	27.6	19.3	16.4	17
<i>Ovis</i>		27.8	26.1	17.8	15.3	15.3
<i>Ovis</i>		25.1	24.6	16.6	14.2	14.6
<i>Ovis</i>		29.9	29.2	18.1	17	17.5
<i>Ovis</i>		26.4	25.7	16.7	15.1	15.7
<i>Ovis</i>		29.9	28.8	19.5	16.4	17
<i>Ovis</i>		28.9	27.6	18.8	16.7	17.6

<i>Ovis</i>		27.1	25.6	17.7	15.7	15.3
<i>Ovis</i>		26.6	25.8	17.2	15.3	15.7
<i>Ovis</i>		25.4	24.8	15.6	14	14.6
<i>Ovis</i>	Q+ roto	30.2*	28.5	x	16.5*	17.1
<i>Ovis</i>		28.8	28.1	19.3	16.8	17.5
<i>Ovis</i>	Q	25.9	25.5	17.7	14.8	15.7
<i>Ovis</i>	Q	27.8	27	17.4	15.7	16.3
<i>Ovis</i>		27.3	25.2	17	15.2	15.3
<i>Ovis</i>	Esponjoso	26.4	25.2	16	14.6	14.1
<i>Ovis</i>	Esponjoso+Q	24.9*	24.2	14*	14.2	13.9
<i>Ovis</i>		28.2	27.2	11.7	16.1	16.7
<i>Ovis</i>	Q	31.1	29.5	19.1	17.8	18.3
<i>Ovis</i>		29.2	27.5	17.8	16.2	16.3
<i>Ovis</i>		28.9	28	18.7	16.8	18.7
<i>Ovis</i>		27.3	26.2	17.3	15.5	15.6
<i>Ovis</i>		27.1	26.6	17.8	17.5	16.3
<i>Ovis</i>		25.6	25	16.4	14.4	15.2
<i>Ovis</i>		30.1	29	19.4	17	17.9
<i>Ovis</i>	Q	28.2	27.1	17.9	15.8	16.2
<i>Ovis</i>		30.8	28.6	20.2	17.7	17.7
<i>Ovis</i>		28	26.7	17.1	15.8	16.2
<i>Ovis</i>		29.3	28.6	18.5	16.9	17.6
<i>Ovis</i>	Q	27.1	26.7	18.4	15.8	16.3
<i>Ovis</i>		29.4	28.5	19.1	16.4	17.4
<i>Ovis</i>		27.3	26.4	17.3	15.7	16.1
<i>Ovis</i>		26.9	26.6	17.7	15.4	15.9
<i>Ovis</i>		25.8	25	17.4	14.9	15.4
<i>Ovis</i>		26.9	26.6	17.6	15.2	16.8
<i>Ovis</i>		28.6	27.8	17.8	15.8	17.2
<i>Ovis</i>		27.9	27.6	17.4	15.4	16.5
<i>Ovis</i>		27.9	26.5	17.9	15.9	16.6

CENTROTARSAL

	GB
<i>Ovis</i>	26.2
<i>Ovis</i>	20.6
<i>Ovis</i>	21.5
<i>Ovis</i>	20.5
<i>Ovis</i>	Esponjoso
<i>Ovis</i>	21.1
<i>Ovis</i>	21.1
<i>Ovis</i>	22.8
<i>Ovis</i>	22.4
<i>Ovis</i>	24.5
<i>Ovis</i>	Esponjoso
<i>Ovis</i>	22
<i>Ovis</i>	21.6
<i>Ovis</i>	22.1
<i>Ovis</i>	21.9
<i>Ovis</i>	23.4
<i>Ovis</i>	22.1

<i>Ovis</i>		20.7					
<i>Ovis</i>		21.4					
<i>Ovis</i>		19.7					
			FALANGE 1				
			GL	Bp	Bd	Glpe	SD
<i>Ovis</i>		40.8	12.7	11.6	39.1	9.6	
<i>Ovis</i>		34.1	12	9.4	33.3	8.2	
<i>Ovis</i>				11			
<i>Ovis</i>				10.4			
<i>Ovis</i>				11.6			
<i>Ovis</i>				10.7			
<i>Ovis</i>		31.7	11	9.9	30.6	8.7	
<i>Ovis</i>			10.2				
<i>Ovis</i>				10.4			
<i>Ovis</i>	NF			9.7			
<i>Ovis</i>			12.6*				
<i>Ovis</i>				11.3			
<i>Ovis</i>				9.1			
<i>Ovis</i>				12.3			
<i>Ovis</i>				9.8			
<i>Ovis</i>				11			
<i>Ovis</i>		38.1	11	10	37.4	8.4	
<i>Ovis</i>				10.7			
<i>Ovis</i>			12.5				
<i>Ovis</i>				11.7			
<i>Ovis</i>				11.6			
<i>Ovis</i>		37.9	11.3	10.1	36.4	8.3	
<i>Ovis</i>	NF			11		8.8	
<i>Ovis</i>				11.6	36.2*		
<i>Ovis</i>	ENF	34	10.4	9.3	33.2	7.5	
<i>Ovis</i>			11.6				
<i>Ovis</i>	Q			11.6			
<i>Ovis</i>				11.2			
<i>Ovis</i>				11.8			
<i>Ovis</i>	Q			10.5			
<i>Ovis</i>							
<i>Ovis</i>		34.5	11.3	9.7	34	8.5	
<i>Ovis</i>		34.4	11.3	10.3	32.5	9	
<i>Ovis</i>		36.1	11.8	11.7	35.2	8.9	
<i>Ovis</i>		37.6	11.7	10.3	35.7	8.3	
<i>Ovis</i>		35.9	11.6	10.5	35.8	8.1	
<i>Ovis</i>		38.3	11.3	11	39.7	9.4	
<i>Ovis</i>	NF			11.3			
<i>Ovis</i>	NF			9.2			
<i>Ovis</i>				9.9			
<i>Ovis</i>	NF		12				
<i>Ovis</i>				10.8			
<i>Ovis</i>			13.2				

<i>Ovis</i>							11.6
<i>Ovis</i>							11.3
<i>Ovis</i>							9.9
<i>Ovis</i>							10
<i>Ovis</i>							9.3
<i>Ovis</i>						11.7	
<i>Ovis</i>						12.8	
<i>Ovis</i>	NF						9.5
<i>Ovis</i>							10.2
<i>Ovis</i>							9.1
<i>Ovis</i>							11.3

		FALANGE 2	GL	Bp	Bd	SD	Glpe
<i>Ovis</i>			24.4	12	10.1	8.1	22.7
<i>Ovis</i>			25.2	11.5	9.1	8.7	23.9
<i>Ovis</i>			24.9	13.1	10.2	9.9	22.9
<i>Ovis</i>			22.4	11.4	8.7	7.5	20.4
<i>Ovis</i>	Q		24.1	11.8	9.2	8.9	22.5
<i>Ovis</i>			25.6	11.8	9.1	8.4	24.6
<i>Ovis</i>			24.4	12.4	9.1	8.5	23.3
<i>Ovis</i>	Q		22.7	10.5	8.1	8.3	21.6
<i>Ovis</i>	Q		24.2	10.7	8.7	8.4	22.3
<i>Ovis</i>			26.9	13.9	10.7	10.2	24.9
<i>Ovis</i>	Q		24.6	12	8	8.2	22.2
<i>Ovis</i>			24.7	13	9.1	8.7	23
<i>Ovis</i>			23.8	13	9.6	8.6	22.2
<i>Ovis</i>			X	X	9	7.5	22.5
<i>Ovis</i>			20.8	9.9	7.7	7.2	20.4
<i>Ovis</i>			23.5	8.9*	8.3	7.1	22.7
<i>Ovis</i>			23.4	11.3	8.5	7.5	23
<i>Ovis</i>			25.1	12.4	9.4	8.2	23.4
<i>Ovis</i>			21.7	11.2	8.7	7.9	20.8
<i>Ovis</i>			22.7	10.2	8	6.8	21.3
<i>Ovis</i>			21.7	9.2	7.6	6.7	20.5
<i>Ovis</i>			22.9	11.1	9.7	8.2	21
<i>Ovis</i>			24.6	10.6	8	7.8	23.2
<i>Ovis</i>			22.3	10.2	7.6	6.6	21.8
<i>Ovis</i>			25.6	12.4	10.2	9.6	23.8

Capra hircus

Sp	Elemento				
	HÚMERO	Bd	BT	HT	HTC
<i>Capra</i>				16.4	
<i>Capra</i>		29	26.8	18.1	13.2
<i>Capra</i>		33.7	29.4	18.9	14

		RADIO	Bp	BFp	Bd	BFd		
<i>Capra</i>			29.9	27				
<i>Capra</i>	NF				26	24.1		
<i>Capra</i>	NF				28.6	25.7		
<i>Capra</i>					27.6	25.2		
		METACARPO	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DIM
<i>Capra</i>			23.2	10.3	10.3	10.3	14.3	12.8
<i>Capra</i>			22.1	10.1	10.4	9.7	14.1	12.7
<i>Capra</i>			22.3	10.8	10		15.6	
<i>Capra</i>			23.3	10.2	10.5	10.5	16.4	13.07
<i>Capra</i>			22.1	9.9	10.2		15	
<i>Capra</i>	Q		26.8	12.1	12.3		16.9	
<i>Capra</i>			22.4	9.7	10		15.7	
		TIBIA	Bd	Dd	GL	Bp	SD	
<i>Capra</i>			26	19				
<i>Capra</i>			30.2	22.3				
<i>Capra</i>			27.2	19.9				
<i>Capra</i>	Q		25.4	19.3				
<i>Capra</i>			25.7	20.2				
<i>Capra</i>			28.5	21.7				
<i>Capra</i>	NF		26.8	20				
<i>Capra</i>	NF		26.2	18.5				
<i>Capra</i>			28.2	20.6				
<i>Capra</i>			28	19.5				
		METATARSO	Bp	Bd	BFd	WCM	WCL	
<i>Capra</i>				22.8		10.4	9.5	
<i>Capra</i>					21.72	9.9	9.17	
		CALCANEEO	GL	GB				
<i>Capra</i>			56.7	18.8				
<i>Capra</i>	NF		50.3	16.7				
<i>Capra</i>				21				
<i>Capra</i>			51.9	17.9				
<i>Capra</i>	NF		56.1	19.4				
<i>Capra</i>	Q		57.9	19.3				
		TALUS	GLI	GLm	Bd	DI	Dm	
<i>Capra</i>			31.1	29.5	20	17.1	18	
<i>Capra</i>	Q		28.7	28	18.8	16.3	16.5	
<i>Capra</i>	Esponjoso		31.6	29.5	19.6	15.8	17.8	
<i>Capra</i>			26.8	25	17.3	15.5	15.9	
<i>Capra</i>			30.9	29.1	20.1	17.5	18.5	
<i>Capra</i>			25.5	25	16.2	14.4	15.8	
<i>Capra</i>			29.3	28	18.9	16.9	18.1	
<i>Capra</i>	Q		28.5	27.1	18.9	13.9	16.5	
<i>Capra</i>			28.9	27.6	18.3	16.9	17.6	

<i>Capra</i>		30.8	28.6	19.7	17.2	17
<i>Capra</i>		29	27.7	18.4	16.4	17.2
<i>Capra</i>		25.1	22.7	16.5	13.4	13.7
<i>Capra</i>		30.9	28.8	19.7	17.1	17.4
<i>Capra</i>	Q	28.9	28.8	18.9	16.6	17.3
<i>Ovis</i>		30.1	29	19.4	17	17.9

CENTROTARSAL

		GB
<i>Capra</i>		20.5
<i>Capra</i>		21.5
<i>Capra</i>		22.1
<i>Capra</i>		20.9
<i>Capra</i>		22.4
<i>Capra</i>		22.4
<i>Capra</i>		20.8
<i>Capra</i>		22.9

METAPODO

		BFd	WC	DE	DV	DI	WCM
<i>Capra</i>	F	21.8			15.1		10.4

FALANGE 1

		GL	Bp	Bd	Glpe	SD
<i>Capra</i>	Q	39.2	11.2*	11.2	38.5	9.2
<i>Capra</i>			12.1			
<i>Capra</i>				11.7		
<i>Capra</i>		37.2	12.5	11.9	35.2	10.1
<i>Capra</i>				10.5		
<i>Capra</i>	Q			10.2		
<i>Capra</i>	ENF	40.2	11.8	10.7	39.5	8.7
<i>Capra</i>		40.5	11.9	10.6	39.1	8.6
<i>Capra</i>		30.6	10.8	10	29.5	8.6*
<i>Capra</i>			12.1			
<i>Capra</i>		39.3	12.1	11.2	37.5	8.6
<i>Capra</i>		35.7	10.8	10.7	35.8	8.2
<i>Capra</i>		39.9	12.5	11.8	38.5	10
<i>Capra</i>				11.2	34.1*	
<i>Capra</i>				11		
<i>Capra</i>				9.5		
<i>Capra</i>				9.8		
<i>Capra</i>				10.9		
<i>Capra</i>				12.2		
<i>Capra</i>				10		
<i>Capra</i>			11.9			
<i>Capra</i>				9.9		
<i>Capra</i>				12.3		

FALANGE 2

		GL	Bp	Bd	SD	Glpe
<i>Capra</i>		26.7	15.4	11.8	11.4	24.7
<i>Capra</i>		27.7	13.3	10.8	9.8	27

SUS	GER	INF	20.1	14.9	14.9
SUS		INF	19.1	11.1	11.8
SUS		INF	17.8	9.8	9.7
SUS		INF	17.9	10.8	11.2
SUS	GER	INF	23	12.9	14.2
SUS		M2 SUP	18	13.8	13.2
SUS		INF	20.8	12.1	12
SUS		M2 SUP	17.4	12.9	12.9
SUS		INF	22.8	12.3	12.4
SUS	GER		22.8	12.5	15.8
SUS		INF	22.9	13.1	12.3
SUS		SUP	18.3	13.6	12.8
SUS		SUP	18	13.2	13.1
SUS		SUP	16.8	13	13.3
SUS		SUP	13.9	11.3	11.1
SUS		SUP	14.2	11.1	10.9
SUS	GER		22.9	13.5	12.7
SUS		INF	18.6	9.7	10.7
SUS		SUP	15.7	11.8	11.1
SUS		SUP	21.4	16.1	
SUS		SUP	13.8	11.1	11.4
SUS		SUP	14.4	11.1	
SUS		SUP	13.6	11.6	
SUS		SUP	22.7	15.8	14.4
SUS		SUP	15.4	11.4	11
SUS		SUP	15.4	10.8	11
SUS		INF	16.9	X	10.8

		M3	L	WA	WM	WP	A
SUS		INF	36.8	15	15.3	13	
SUS		SUP		17.8	14.6		
SUS		INF	35	15.3	14.3	12.1	
SUS		INF	36.4	17.8	15.9	13	
SUS	GER	INF	36	16.9	15.3	13.2	
SUS		INF	33.2				15
SUS	GER		36.5				17.7
SUS	GER		27.5				16.2

		D4	L	WA	WM	WP	A
SUS		INF	19.7	6.5	7.7	8.5	
SUS		INF	21.5	7	8	9.7	
SUS		INF	18	5.4	6.8	8.4	
SUS		INF	19.1	6.4	7	8.6	
SUS		INF	19.5	6.4	7.3	8.6	
SUS		INF	20.4	6.4	7.2	8.7	
SUS		SUP	14	6.1		8.4	
SUS		INF	19.8	6.2	7.5	8.7	
SUS		INF	18.6	6.7	X	8.5	

SUS	INF		6.4		9.2
SUS	INF	18.8	6.8		9.1
SUS	INF	18.6	6.3		8.9
SUS	INF	20.8	6.2	7.7	9.3
SUS	SUP	13.2			8.5
SUS	SUP	13.1			8.5

	P4	L	A		
SUS		15.2	9.1		

	AT	BFer	H	GLF	GL
SUS	Q (N)	61	40.6		41.5

		Escápula	GLP	SLC	BG
SUS	F		48.1	36.1	31.3
SUS	NF			19.2	
SUS	NF		35.6	24.1	24
SUS	ND			24.9	
SUS		EROS		24	
SUS		Q+CONCR	40	25.6	25.3
SUS			37.3		

		Húmero	Bd	BT	Ed	HTC	HM
SUS			40.4	33.7		20.4	
SUS	NF		38.9	29.3		16.8	
SUS			49.3	38.3		23.3	
SUS				4			
SUS			44.5	33.4		20.2	
SUS	ENF		41.2	32.7		20.9	
SUS	ENF	Q (G)	40.2			21.3	
SUS	F		53.7	38.7		23.6	
SUS	ENF		47.3	36.4		22.8	
SUS	NF		39.4	31.3		19.4	
SUS	NF	Q (M)	38.2	30		19.1	

		Radio	BpP	Bd	BFd		
SUS		Q (N)	39.1				
SUS			34.3				
SUS		EROS+Q	30.1				
SUS	ENF		30.7				
SUS	F	Q (M)	26.9				
SUS	NF		25.8				
SUS	F			30,1			
SUS	NF		28.7				
SUS		Q+EROS		34.5	28.8		
SUS	NF		28.4				

SUS	NF	Q		30.3	28.4			
SUS		Q (N)	31.1					
SUS	NF			36.3	33.4			
SUS	NF	Q (M)		29.7	28.7			
		Ulna	DPA	Em O	APC			
SUS	NF		39.1					
		Metacarpia nos	GL	Bp	B	Bd	Lep	
SUS		III	78.1	16	13.8	15.5		
SUS		III		18.9				
SUS	ND	IV		19.4				
SUS	ND	IV		15.3				
SUS	F	III	86.5	20.1		20.8		
SUS		IV	95.3			21.2		
SUS		III		22.1				
SUS		III		20.9				
SUS		III		16.3				
SUS		IV		20.9				
SUS		IV		14.1				
SUS		III		19,4 *				
		Pelvis	LR	AA				
SUS		Q+EROS	34*					
SUS		EROS	31.9					
		Fémur	Bd					
SUS	NF		39.1					
		Tibia	BdP	Sd	Dd	Bp		
SUS			41		33.9			
SUS			38.8		32.5			
SUS			38.7		30.9			
SUS	NF		30		25.1			
SUS			38.9		31			
SUS	ENF	Q (M)	33.9		31.2			
SUS	NF	Q (N)	30.9		26.5			
SUS	NF					52.1		
SUS	NF		31.6		28			
		Calcáneo	GL	GB				
SUS	NF	FRACT	X	20.9				
SUS	NF		77.9	22.7				
SUS	F	Q(N)	102	27.6				
SUS	ND			24,6 *				
SUS	NF		77.8	21.4				

SUS	NF		82.5	23.7		
SUS	NF		70.8	20.6		

**Metatarsian
os**

			Bp	GL	Bd	
SUS		IV	15.3			
SUS		V	9.3			
SUS	NF	II	4.8	57.7		
SUS	NF	V	3.7	50.2		
SUS	ND	III	14.6			
SUS	NF	II	5	44.8		
SUS	ND	III	17.6			
SUS	ND	III	14			
SUS		IV	19.1			
SUS		III	15.6			
SUS	F	V	5.7	72.7	9.2	
SUS		IV	14.6			
SUS		IV	15,9*			

Metapodo

			Bd
SUS	ENF		15.4
SUS	NF		16.1
SUS			20.4
SUS			22.2
SUS	F	Q	13
SUS	NF	Q	14.8
SUS			16
SUS			12.1
SUS			16.2
SUS		Q	19.4
SUS	NF		17.5
SUS	NF		13
SUS			15.1
SUS			15.8
SUS			19.2
SUS	NF		17.1

Astrágalo

			GLl	GL m	Dl	Bd	Dm
SUS		Q(N)	38.12	37.9	23.6	23.9	23.5
SUS		CONCR	44.6	41.1	25.1	26.6	26.6
SUS			49.4	44.1	25.8	27.6	30.1
SUS	POR	EROS	42.1	37.8	22.7	23.3	22.5
SUS		Q(N)				22.3	
SUS			52.8	47.6	28.8	32.6	32.1
SUS	POR	EROS	41.8	37.5	22.4	23	20.3
SUS			45.2	41.2	23.2	26.8	26.2
SUS			46.3	41.8	24.1	25.6	27.2
SUS		EROS	45.9	41	26	25,9*	26.1

		Falange 1	Bp	GL	Sd	Bd	GLpe	
SUS	ENF		15.8	42.5	13.5	15.4	42.1	
SUS		Q+CONCR	16.6	37	12.9	15.3	36.3	
SUS	NF	Q	16.6	39.9	15.2	17.1	39.5	JOVE
SUS	NF		15.2					N
SUS			14.6					
SUS			14.4					
SUS	F		20					
SUS	NF	Q (M)	8	19.3		6.7	18.8	
SUS	NF			30.3		14.6		
SUS	NF		16.7					
SUS	F		20.8	46.5				
SUS	NF					17		
SUS	NF	EROS				12,8*		
SUS	F	ATROFICA ?	16	29.2		11	31.2	
SUS		CONCR	15.6	38.4		14.9	38.3	
SUS		Q	16.2					
SUS	NF		16.2					
SUS	NF	Q	15.5					
SUS	NF		13.7					
SUS						14.4		
SUS	NF			21,9 *		11.9		
SUS	F	ATRO	11.6	22.8		8.1	24.7	
SUS	F	ATRO+Q	9.5	20.1		6.7	21.5	
SUS	NF	ATRO	8.5	20.5		7.9	19.1	
SUS	NF	ATRO	93	21.4		7.5	21.4	
SUS		Q (M)	20.3	42.2	16.9	20	40	
		Falange 2	GL	Bp	Sd	Bd	Ld	
SUS	F		27.1	19.3	16.2	18.1		
SUS	ENF		24.3	16	12.9	15		
SUS	NF		16.3	13.7	11.7	12.7		
SUS	NF					13.4		
SUS	NF			15.9				
SUS	F		31.6	20.4		17.8		
SUS	NF				11.8	13.7		
SUS	NF				13.6	14.4		
SUS	F		28.3	19.2	16	16.8		
SUS	NF	ATRO	11	9.7		8.3		
SUS		Q	26.6	17.7	15	16.7		
		Falange 3	LSD	Ld	DIA ART			
SUS			37.4	37.1	19.2			
SUS			34.4	35.1	18.9			
SUS			X	X	19.8			

SUS			30.6	28.9	15.9
SUS			35.3	33.9	17.4
SUS	POR		29	28.1	14.1
SUS	POR		25.9	24.2	14.8
SUS		Q(N)	33.1	31.3	17.7
SUS			40.1	38.1	22.8
SUS			26.5	25.1	14.6
SUS	POR	Q	25.5	23.1	14.4
SUS			29.8	27.9	19
SUS		ATRO	20.4	19	10.2
SUS			34.2	32.5	
SUS			47.5	41	

Bos sp

Especie	Elemento					
	M1-2	L	W	dap	dt	
<i>Bos sp</i>		29.6	17	28.8	21.8	
<i>Bos sp</i>		26		19.9	14.89	
	D4	L	A			
<i>Bos sp</i>	28.84	13.92				
<i>Bos sp</i>		28.64	13.55			
<i>Bos sp</i>	29.06	13.87				
	ESCAPULA		GLP	LG	BG	
<i>Bos sp</i>		57.71	42.72	38.57		
	HÚMERO	Bd	BT	HT	HTC	
<i>Bos sp</i>				44.03		
	ULNA	BPC				
<i>Bos sp</i>	46.44					
	METACARPO	Bp	Dp	Bd		
<i>Bos sp</i>	JOV	54.75	32.25			
<i>Bos sp</i>				57.49		
	PELVIS	LA	MRDA			
<i>Bos sp</i>		77.87	11.94			
	TALUS	GLI	GLm	Bd	Dl	Dm
<i>Bos sp</i>	66.8	62.37	42.12			
<i>Bos sp</i>	63.72	59.4	40.91	36.51	33.03	

		METAPODO	Bd	WCL	DEL	DVL	DIL
<i>Bos sp</i>	NF		65.92*	32.01	28.28	35.814	34.79

		CENTROTARSAL	GM
<i>Bos sp</i>			69.07

		FALANGE 1	GL	Bp	Bd
<i>Bos sp</i>	Q		66.8	37.4	
<i>Bos sp</i>				35.15	
<i>Bos sp</i>	ABR			25.78	
<i>Bos sp</i>	NF			25.36	
<i>Bos sp</i>	NF			23.03	
<i>Bos sp</i>					26.68

		FALANGE 2	GL	Bp	Bd	SD	Glpe
<i>Bos sp</i>	Q		37.37	29.45	25.84	23.51	
<i>Bos sp</i>			32.98	23.14	19.95	19.53	
<i>Bos sp</i>			40.6	25.48	20.2	21.07	
<i>Bos sp</i>			50.33	34.81	29.67	28.42	

		FALANGE 3	DLS	Ld
<i>Bos sp</i>	Q		74.62	55.08
<i>Bos sp</i>			62.4	46.65
<i>Bos sp</i>			70.26	53.79

Cervus elaphus/ Capreolus capreolus

		M1-3	LM	AM
<i>Cervus elaphus</i>	SUP		20.16	20.19
<i>Cervus elaphus</i>	SUP		18.88	
<i>Cervus elaphus</i>	SUP		19.42	20.8
<i>Cervus elaphus</i>	SUP		21.85	21.33
<i>Cervus elaphus</i>	INF		20.29	12.65
<i>Cervus elaphus</i>	INF		19.49	12.73

		GB	GL	GLF	BFcd
<i>Cervus elaphus</i>		86.67	91.79	73.1	

		ESC	GLP	LG	BG	SLC	ASG
<i>Cervus elaphus</i>			59.13	43.96	44.15	34.32	36.33
<i>Cervus elaphus</i>	Q		46.52	35.25	35		
<i>Cervus elaphus</i>			50.21	38.66			
<i>Cervus elaphus</i>				40.27	41.13		
<i>Cervus elaphus</i>	Q		52.02	40.4	35.75		
<i>Cpcp</i>			27.83	21.59	20.89	19.3	

		HU	Bd	BT	HT	HTC
--	--	-----------	----	----	----	-----

<i>Cervus elaphus</i>	Q		44.53	35.92	27.19					
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>			50.17	47.45*	35.41	27.11				
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>			56.36	48.78	38.87	29.61				
<i>Cervus elaphus</i>			51.86	45.34	36.31	27.26				
<i>Cervus elaphus</i>			57.83	47.73	38.51	27.39				
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>					34.77					
<i>Capreolus capreolus</i>			29.07	24.72	20.73	16.3				
		RA	Bd	BFd						
<i>Cervus elaphus</i>	Q		46.93	41.79						
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>										
<i>Cervus elaphus</i>	Q		45.65	35.33						
<i>Cervus elaphus</i>			46.14	34.66						
<i>Cervus elaphus</i>			50.75	49.76						
<i>Capreolus capreolus</i>			25.47							
<i>Cervus elaphus</i>	Q		43.82	42.57						
		ULN	LO	SPC	DPA					
<i>Cervus elaphus</i>			57.42							
<i>Cervus elaphus</i>	NF		59.2	27.06	49.68					
		MC/MT	Bp	Bd	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DIM
<i>Cervus elaphus</i>		MC			36.87	16.8	16.64	17.58		
<i>Cervus elaphus</i>		MC	36.95							
<i>Cervus elaphus</i>	Q	MC	35.52*							
<i>Cervus elaphus</i>		MT			41.38	18.21	17.44	20.47	26.21	24.43
<i>Cervus elaphus</i>	Q	MC			38.21	16.58	16.23	19.64	26.55	23.29
<i>Cervus elaphus</i>	Q	MC			35.84	16.62	16.34	17.54	23.4	21.59
<i>Cervus elaphus</i>		MC				17.3		18.93	25.55	23.41
<i>Cervus elaphus</i>		MT								
<i>Cervus elaphus</i>		MT			39.24	17.98	18.16	18.8	26.02	23.92
<i>Cervus elaphus</i>		MT	30.82							
<i>Cervus elaphus</i>		MC			40.5	18.73	17.74	19.99	25.58	23.86
<i>Cervus elaphus</i>		MC			39.37	17.56	16.84	19.02	26.61	23.73
<i>Cervus elaphus</i>		MC			43.06	20.42	19.84	21.13	26.56	25.26
<i>Cervus elaphus</i>		MC			37.19	15.9	16.19	17.28	23.96	22.14
<i>Cervus elaphus</i>		MP				18.13		17.67	25.05	24.19
<i>Cervus elaphus</i>		MP				18.6		18.95		23.64

<i>Capreolus capreolus</i>		MC	25.44	11.43	11.29	11.23	16.61	13.86
<i>Capreolus capreolus</i>		MC	22.85	10.53	10.38	11.53	14.74	13.4
<i>Capreolus capreolus</i>		MP	24.9	11.7	10.77	11.3	16.63	14.08
<i>Cervus elaphus</i>	Q	PEL	LA					
			47.2					
<i>Cervus elaphus</i>		FE	DC					
			35.83					
<i>Cervus elaphus</i>			30.57					
<i>Cervus elaphus</i>			31.55					
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>	Q		34.61					
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>			32.52					
<i>Cervus elaphus</i>			35.39					
		TI	Bd	Dd				
<i>Cervus elaphus</i>	Q+E							
	NF		43.39	32.91				
<i>Cervus elaphus</i>	Q		47.62	35.6				
<i>Cervus elaphus</i>			X	X				
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>			46.72	33.51				
<i>Cervus elaphus</i>			43.27	32				
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>			49.22	37.6				
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>								
<i>Cervus elaphus</i>			46.85	35.78				
<i>Cervus elaphus</i>			43.5	33.42				
<i>Cervus elaphus</i>	Q		41.6	31.78				
		ROT	GL	GB				
<i>Cervus elaphus</i>			56.04	48.04				
		MAL	GD					
<i>Cervus elaphus</i>			23.07					

<i>Cervus elaphus</i>		26.48					
		CAL	GL	GB			
<i>Cervus elaphus</i>							
<i>Cervus elaphus</i>			113.5	33.72			
<i>Cervus elaphus</i>				30.17			
<i>Cervus elaphus</i>				29.48			
		TAL	GLI	GLm	Bd	DI	Dm
<i>Cervus elaphus</i>	Q		52.75	49.27	33.37	29.02	
<i>Cervus elaphus</i>			53.73	49.91	33.65	29.35	
<i>Cervus elaphus</i>	Q		50.57	47.26	33.27	28.41	29.88
<i>Cervus elaphus</i>	Q				34.3		
<i>Cervus elaphus</i>			48.98	43.82	31.71	27.29	28.72
<i>Cervus elaphus</i>			51.46	47.34	31.82	27.97	
<i>Cervus elaphus</i>			51.79	49.99	30.85	27.87	27.67
<i>Cervus elaphus</i>			50.9	47.13	32.59	27.63	
<i>Cervus elaphus</i>			51.5	47.38	33.65	28.11	
<i>Cervus elaphus</i>	Q		52.26	52.2	32.64	28.66	
		TCEN	GM				
<i>Cervus elaphus</i>			37.56				
<i>Cervus elaphus</i>	Q		41.32				
<i>Cervus elaphus</i>			39.13				
<i>Cervus elaphus</i>			36.52				
<i>Cervus elaphus</i>			42.36				
<i>Cervus elaphus</i>	Q		39.21				
<i>Cervus elaphus</i>			42.32				
		FA1	GL	Bp	Bd	SD	
<i>Cervus elaphus</i>				19.48			
<i>Cervus elaphus</i>			51.72	17.97	18.46	15.13	
<i>Cervus elaphus</i>				20.42			
<i>Cervus elaphus</i>					15.72		
<i>Cervus elaphus</i>				20.49			
<i>Cervus elaphus</i>				18.5			
<i>Cervus elaphus</i>				20.78			
<i>Cervus elaphus</i>							
<i>Cervus elaphus</i>				22.52			
<i>Cervus elaphus</i>				16.81*			
<i>Cervus elaphus</i>					18.13		
<i>Cervus elaphus</i>					18.82		
<i>Cervus elaphus</i>				18.13			
<i>Cervus elaphus</i>				18.39			
<i>Cervus elaphus</i>	Q			18.14			
<i>Cervus elaphus</i>				18.73			
<i>Cervus elaphus</i>	Q		48.27		17.18		
<i>Capreolus capreolus</i>			28.98	11.27	8.32	7.83	

<i>Cervus elaphus</i>	Q				19.1	
<i>Cervus elaphus</i>		57.69	20.37*			
		FA2	GL	Bp	Bd	SD
<i>Cervus elaphus</i>			40.41	20.7	17.3	16.21
<i>Cervus elaphus</i>	NF			17.8		
<i>Cervus elaphus</i>				22.18		
<i>Cervus elaphus</i>		36.11	17.47	15.42	12.55	
<i>Cervus elaphus</i>					14.85	
<i>Cervus elaphus</i>	Q				10.94	
<i>Cervus elaphus</i>	Q			16.75		
<i>Cervus elaphus</i>		41.73	19.99	16.96	14.93	
<i>Cervus elaphus</i>		38.78	18.87	17.39	13.87	
<i>Cervus elaphus</i>						
<i>Cervus elaphus</i>	ENF			18.8		
<i>Cervus elaphus</i>	NF				14.09	
<i>Cervus elaphus</i>	Q	38.11	18	15.98	13.97	
<i>Cervus elaphus</i>				21.01		
<i>Cervus elaphus</i>	Q	40.78	19.09	16.86*		
<i>Cervus elaphus</i>				17.92		
<i>Cervus elaphus</i>				21.37		
<i>Cervus elaphus</i>				19.07		
<i>Capreolus capreolus</i>				12.1		
<i>Cervus elaphus</i>	NF+					
<i>Cervus elaphus</i>	Q				14.72	
<i>Cervus elaphus</i>					15.68	
<i>Cervus elaphus</i>	Q			17.61		
		FA3	DLS	LD	MBS	
<i>Cervus elaphus</i>			49.36	43.44	13.3	
<i>Cervus elaphus</i>			46.79	44.6	15.12	
<i>Cervus elaphus</i>			45.79	42.21	12.94	
<i>Cervus elaphus</i>			46.55	46.41	12.53	
<i>Cervus elaphus</i>			45.32	41.83	10.95	
<i>Cervus elaphus</i>	Q		51.12	42.37	12.25	
<i>Cervus elaphus</i>	Q		40.45	38.66	10.84	

Capra pyrenaica

	ATLAS	GL		
<i>Capra pyrenaica</i>		66.47		
	ESCAPULA	GLP	LG	BG
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	42.5		31.9
<i>Capra pyrenaica</i>	NF+Q	35.1		23.8
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	34.8	27.1	24.2
<i>Capra pyrenaica</i>		44.01	31	30.65

<i>Capra pyrenaica</i>		57.71	42.72	38.57
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	50.27	41.65	29.6*
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	44.81*	30.65*	31.73*
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	41.77	29.61	30.72

		HÚMERO			
		Bd	BT	HT	HTC
<i>Capra pyrenaica</i>	Q			23.9	
<i>Capra pyrenaica</i>	Q			26.1	
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	37.5	36.3	21.7	17.3
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	36.2	33.9	22.2	16.6
<i>Capra pyrenaica</i>		37	35	23.2	17.5
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	42.1	39.4	25	18.4
<i>Capra pyrenaica</i>		43.9	40.9	25.6	18.9

		RADIO			
		Bp	BFp	Bd	BFd
<i>Capra pyrenaica</i>		35.1	33.7		

		METACARPO					
		BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DVL
<i>Capra pyrenaica</i>		35.43	16.34	16.22	13.43	19.62	18.32
<i>Capra pyrenaica</i>		33.43	15.35	14.78	13.47	20.45	19.8
<i>Capra pyrenaica</i>		37.71	16.21	17.59	13.23	22.01	22.15
<i>Capra pyrenaica</i>		35.28	16.04	16.42	12.87	20.65	20.58
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	36.1	16.3	15.83	13.5	20.62	20.29

		FEMUR
		DC
<i>Capra pyrenaica</i>		28.44
<i>Capra pyrenaica</i>		27.45
<i>Capra pyrenaica</i>		28.21
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	24.85
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	24.24

		TIBIA				
		Bd	Dd	GL	Bp	SD
<i>Capra pyrenaica</i>	NF	30.2	23.6			
<i>Capra pyrenaica</i>		34	25.6			
<i>Capra pyrenaica</i>		37.6	27.8			
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	34.2	26.8			
<i>Capra pyrenaica</i>		34.02	25.93			

		METATARSO					
		Bp	Bd	BFd	WCM	WCL	DEM
<i>Capra pyrenaica</i>			34.1		14.7	15.6	13.5

		CALCANEEO	
		GL	GB
<i>Capra pyrenaica</i>			20.9*
<i>Capra pyrenaica</i>		69.9	X
<i>Capra pyrenaica</i>		X	25.03
<i>Capra pyrenaica</i>		69.8	22.68
<i>Capra pyrenaica</i>	NF	74.05	27.7

<i>Capra pyrenaica</i>	NF	67.3	23.47
<i>Capra pyrenaica</i>	NF	68.48	24.9
<i>Capra pyrenaica</i>	NF	60.85	24.34

TALUS		GLI	GLm	Bd	DI	Dm
<i>Capra pyrenaica</i>		35	32.5	21.9	18.7	18.7
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	35.7	32.6	22.4	19.7	19.8
<i>Capra pyrenaica</i>		39.6	36.7	26.5	21.9	21.9
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	37.2	X	24.6	19.8*	19.7*
<i>Capra pyrenaica</i>		34.76	32.85	21.48	19.59	18.81
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	34.04	33.11	22.42	19.20*	18.53

CENTROTARSAL		GB
<i>Capra pyrenaica</i>		24.7
<i>Capra pyrenaica</i>		24.5
<i>Capra pyrenaica</i>		28.24
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	26.47

METAPODO		BFd	WC	WCM	WCL	DEM
<i>Capra pyrenaica</i>		29.8		13.4	13.3	11.7
<i>Capra pyrenaica</i>			14.5			

FALANGE 1		GL	Bp	Bd	Glpe	SD
<i>Capra pyrenaica</i>	Q			12.7		
<i>Capra pyrenaica</i>			18.2			
<i>Capra pyrenaica</i>			14.8			
<i>Capra pyrenaica</i>			17.8			
<i>Capra pyrenaica</i>		47.21	18.94	19.15	48.73	15.26
<i>Capra pyrenaica</i>				17.17		
<i>Capra pyrenaica</i>				15.03		
<i>Capra pyrenaica</i>				14.28		
<i>Capra pyrenaica</i>				16.74		
<i>Capra pyrenaica</i>				15.84		
<i>Capra pyrenaica</i>			14.77			
<i>Capra pyrenaica</i>	Q		15.84			
<i>Capra pyrenaica</i>		50.8				
<i>Capra pyrenaica</i>		42.4	14*	15.46		
<i>Capra pyrenaica</i>				15.54		

FALANGE 2		GL	Bp	Bd	SD	Glpe
<i>Capra pyrenaica</i>		31.7	13.9	11.9	10.6	30.1
<i>Capra pyrenaica</i>		34.56	16.77	13.18	13.05	32.88
<i>Capra pyrenaica</i>			15.6			
<i>Capra pyrenaica</i>		32.1	17.2	13.4	12.3	29.9
<i>Capra pyrenaica</i>		36	19.5	16.4	17.4	33.2
<i>Capra pyrenaica</i>		29.69	15.32	12.7	11.78	27.53
<i>Capra pyrenaica</i>		32.38	18.27	15.33	14.01	31.08
<i>Capra pyrenaica</i>	Q	29.53	13.37	10.89	10.27	27.87

Capra pyrenaica 34.6 19.37 15.9 17.6 33.7

FALANGE 3 DLS Ld MBS
Capra pyrenaica Q 45.59 35.7

Biometria de Puyascada

		Húmero	Bd	BT	HT	HTC	Bp	Dp
<i>Ovis</i>			29.9	28.7	17.2	13.5		
<i>Ovis</i>			30.8	29.5	19.2	15.2		
<i>O/C</i>	ENF (muy joven)		25.3	25.3	14.9	12.3		
<i>O/C</i>	Q (MN)		29.4*		19.6	14.4		
<i>cf Ovis</i>			29.4	28.9	18.1	13.5		
<i>O/C</i>	ABRA						36.2*	41.6
<i>O/C</i>	ABRA						32.4*	45.1*
<i>Ovis</i>	Q (M)		27.5	27.2	16.8	12.5		
<i>Capra</i>			32.8	31.7	19.5	14.5		
<i>Sus</i>	NF		30.1					

		Radio	Bp	BFp	Bd	BFd
<i>Capra</i>	Q (M)		28.4	29.1		
<i>Ovis</i>					27	24
<i>Ovis</i>					24.9	21.5
<i>Bos</i>			83.38	77.41		

		Ulna	BPC	DPA	SDO
<i>O/C</i>	No fusionado		19.6	28.6	23.6
<i>O/C</i>	No fusionado		14.1	21.4	18.5

		Metacarpo	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DIM	DEL	Bp
<i>Ovis</i>					10.4					10.1
<i>Ovis</i>			23.8	11.3	11.1	10.2	15.6	13.1	9.7	
<i>Ovis</i>			24.2	11.1	10.9	12	16.8	14.4	11.1	
<i>Ovis</i>			24.6	11.5	11.6	11.7	16.4	14.4	11	
<i>O/C</i>				10.4		10.2*	13.1*	13		
<i>Bos</i>										49.83

		Carpales	GL	GB
<i>Bos</i>		CII-III	38.5	35.27

		Pelvis	LAR	SB	MRDA
<i>O/C</i>	Hembra		26.7	9.1	
<i>O/C</i>				8.8	

		Tibia	Bd	Dd
<i>Ovis</i>	En fusion		24.4	18.4
<i>Ovis</i>			23.9	18.5

<i>O/C</i>		23.4	18									
	Fémur	DC										
<i>Cervus</i>		26.69										
	Metatarso	BFd	WCM	WCL	DEM	DVM	DIM	DEL	DVL	DIL	Bp	
<i>Ovis</i>		23.1	10.4	9.6	9.9	13*	12.2	9	13.7	13.7		
<i>O/C</i>	muy joven											14.9

	Talus	GLl	GLm	Bd	DI	Dm	
<i>cf Ovis</i>	Esponjoso/abrasión	27.8*	26.2*	17.9*	14.3*	14.6*	
<i>Ovis</i>	Normal	28.7	27.6	17.4	16.8	17	
<i>cf Ovis</i>	Normal	27.5		17.5*	15.7		
<i>Ovis</i>	Normal Q (M)	27.8	26.5	17.1	15.9	16.2	
<i>cf Ovis</i>	Esponjoso Q (N)	25.2	25.2	15.1	14.5	13.6	
<i>Sus</i>	Normal	38.96	37.37	22.49	22.83	23.86	
<i>Bos</i>	Esponjoso	57.6	54.48	32.89	30.6	X	

	Calcáneo	GL	GB
<i>Ovis</i>		56.1	17.8*

	Centrotarsal	GL	GB
<i>O/C</i>		21.8	18.3

	Falange 1	Bp	Bd	GL	Glpe	SD
<i>Capra</i>		11.9	10.9	34.7	36	9
<i>O/C</i>	NF		10.1*	26.2*	26.1*	8.3*
<i>O/C</i>			11.6			
<i>O/C</i>	Fetal			16*		
<i>Capra</i>	ENF	13	12.3	37.2	37.6	9.8
<i>Capra</i>		12.3	11.2	35.6	36.2	9.3
<i>Capra</i>		12.2	12.1	36.7	36.8	9.7
<i>O/C</i>	Q (MN)	10.7	10	34.6	35.3	8.3
<i>O/C</i>		11.1				
<i>Bos</i>		30.6	26.97	54.64	59.05	24.31
<i>Bos</i>		31.41	29.5	54.23*	59.06	24.3
<i>Bos</i>						
<i>Bos</i>	NF		22.88	41.26		
<i>Bos</i>	NF		21.83	36.57		
<i>Sus</i>		14.09*		36.54		

	Falange 2	Bp	Bd	GL	Glpe	SD
<i>Ovis</i>	ENF	11	8.6	24.7	24	7.5

<i>Ovis</i>		12.3	10.2	24.9	23.3	8.7
<i>Ovis</i>		12	9.6	24.4	22.1	8.7
<i>O/C</i>		11.3	8.2	26.7	23.4	7.2
<i>Bos</i>		26.88	23.14	38.8	x	21.59
<i>Cervus</i>		18.16	15.29	38.08	39.2	13.56
<i>Bos</i>	ENF	28.84	23.92	37.48	37.5	22.09
<i>Bos</i>		29.94	24.66	40.74	38.28*	23.75
<i>Bos</i>		30.21	26.02	39.22		25.08

	Falange 3	DLS	Ld	MBS
<i>Bos</i>		76.03	57.91	25.44
<i>Sus</i>		30.19	28.42	9.87
<i>Sus</i>		34.85	33.88	14.31
<i>Sus</i>		33.01	33.45	10.87
<i>Bos</i>			62.38*	
<i>Bos</i>		38.94	32.66	13.15

Fractura de los huesos largos en Chaves

Húmero					
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	92.3%	95.2%	57.28%	52%	43%
Longitudinal	1	4	11		1
Oblicua	5	7	29	9	1
Mixta	6	9	18		1
Transversal			1		
Longitud (mm)	47.7	65	44.75	57	73
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4
Circunferencia	1/2-1	1/2-1	1	1/2-1	1/4-1/2
TOTAL	13	21	103	27	7

Radio					
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	81.8%	94.7%	49.47%	50%	33%
Longitudinal	3	5	23		
Oblicua	2	1	17	7	
Mixta	3	12	52	5	1
Transversal			1		
Longitud (mm)	60.9	75.6	55.16	61	60
Longitud relativa	1/4-1/2	1/4-1/2	1/4	1/4-1/2	1/4

Circunferencia	1/2	1/2	1/2	1/2-1	1/4
TOTAL	11	19	190	30	3

Metacarpo				
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	69.2%	85.7%	66.95%	64%
Longitudinal	2	4	21	1
Oblicua	2	2	20	3
Mixta	4	12	38	3
Longitud (mm)	53.1	62.8	49.24	58
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4
Circunferencia	1/2	1	1/4-1/2-1	1/4-1/2-1
TOTAL	13	21	115	11

Fémur					
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	76.5%	74.1%	47.78%	18%	33%
Longitudinal	2	4	8		
Oblicua		9	20	2	
Mixta	8	7	12		1
Transversal			3		
Longitud (mm)	47.6	65	61.16	60.5	140
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4	1/2
Circunferencia	1/2	1/2	1/4-1/2-1	1	1/2
TOTAL	17	27	89	11	3

Tibia					
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	93.3%	91.7%	61.59%	32%	63%
Longitudinal	3	6	30		1
Oblicua	4	9	24	6	
Mixta	7	18	30		3
Transversal			1		
Longitud (mm)	7.3	81.2	62.47	73	87.5
Longitud relativa	1/4	1/4	1/4-1/2	1/4-1/2-3/4	1/4-1/2
Circunferencia	1	1/4-1/2-1	1	1	1/4
TOTAL	15	36	138	22	5

Falange 1					
	<i>Capra pyrenaica</i>	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Ovis/Capra</i>	<i>Sus sp</i>	<i>Bos sp taurus</i>
Fractura	82.8%	90.0%	58.28%	36%	10%
Longitudinal	8	1	32	5	
Oblicua	7	7	32	6	
Mixta	6	10	24	2	1
Transversal					
Longitud (mm)	29.3	33.3	22.18	27.5	60
Longitud relativa	1/2	1/2	1/2	1	1
Circunferencia	1/2-1	1	1	1/2-1	1
TOTAL	29	20	151	36	10

Yacimiento	Región	Cultura	Tipo yacimiento	NISP
Cubio Redondo	Cantábrico	Mesolítico	Cueva	147
Aizpea	Pirineo	Mesolítico	Abrigo	857
Mendandia	Valle del Ebro	Mesolítico geo	Abrigo	580
Mendandia	Valle del Ebro	Mesolítico MyD	Abrigo	3272
Forcas II	Valle del Ebro	Mesolítico geo	Abrigo	189
Forcas II	Valle del Ebro	Mesolítico geo	Abrigo	273
Forcas II	Valle del Ebro	Neolítico antiguo	Abrigo	266
Forcas II	Valle del Ebro	Neolítico antiguo	Abrigo	105
Kanpanoste Goikoa	Valle del Ebro	Mesolítico geo	Abrigo	120
Marizulo	Cantábrico	Mesolítico	Cueva	422
Marizulo	Cantábrico	Mesolítico	Cueva	173
El Toral	Cantábrico	Mesolítico	Abrigo	453
El Mazo	Cantábrico	Mesolítico	Cueva	198
La Peña	Valle del Ebro	Mesolítico	Abrigo	154
Herriko Barra	Cantábrico	Mesolítico	Aire libre	1173
Bauma del serrat del Pont	Noreste	Mesolítico	Abrigo	465
Bauma del serrat del Pont	Noreste	Mesolítico	Abrigo	314
Bauma del serrat del Pont	Noreste	Mesolítico	Abrigo	165
Cingle de Mas Cremat	Levante	Mesolítico	Abrigo	492
Tossal de la Roca	Levante	Mesolítico	Abrigo	744
Tossal de la Roca	Levante	Mesolítico	Abrigo	574
Santa Maira	Levante	Mesolítico	Cueva	408
Cocina	Levante	Mesolítico	Cueva	2776
Artusia	Valle del Ebro	Mesolítico MyD	Abrigo	297
abric de la Falguera	Levante	Mesolítico	Abrigo	232
Cova Fosca	Levante	Mesolítico	Cueva	787
Valmayor	Valle del Ebro	Mesolítico con neo	Abrigo	593
Chaves	Valle del Ebro	Neolítico antiguo	Cueva	4632
Chaves	Valle del Ebro	Neolítico antiguo	Cueva	8118

La Renke	Valle del Ebro	Neolítico	Aire libre	470
Kobaederra	Cantábrico	Neolítico antiguo	Cueva	1109
Los Cascajos	Valle del Ebro	Neolítico antiguo	Aire libre	270
Coro Trasito	Pirineo	Neolítico antiguo	Cueva	206
Trocs I	Pirineo	Neolítico antiguo	Cueva	1153
El Mirón	Cantábrico	Neolítico	Cueva	297
El Mirón	Cantábrico	Neolítico	Cueva	441
El Mirón	Cantábrico	Neolítico	Cueva	260
El Mirón	Cantábrico	Neolítico	Cueva	189
El Mirón	Cantábrico	Neolítico	Cueva	73
La Draga	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	4750
Caserna de Sant Pau	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	1193
Mendandia	Valle del Ebro	Neolítico	Abrigo	986
Mendandia	Valle del Ebro	Neolítico	Abrigo	311
la Lampara	Meseta	Neolítico antiguo	Aire libre	136
Valmayor	Valle del Ebro	Neolítico	Abrigo	613
la Revilla	Meseta	Neolítico antiguo	Aire libre	118
Reina Amalia cova de Cantábrico	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	2421
Sadurni II	Noreste	Neolítico antiguo	Cueva	556
cova del Vidre	Noreste	Neolítico antiguo	Cueva	932
cova Frare C6	Noreste	Neolítico antiguo	Cueva	545
Cova de l'Or	Levante	Neolítico antiguo cardial	Cueva	1110
Cueva de la Vaquera	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	737
Cueva de la Vaquera	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	320
Espluga de la Puyascada	Pirineo	Neolítico	Abrigo	307
cova de les Cendres	Levante	Neolítico Cardial	Cueva	2509
cova de les Cendres	Levante	Neolítico Impresa	Cueva	546
cova de les Cendres	Levante	Neolítico	Cueva	386
cova de les Cendres	Levante	Neolítico peinada	Cueva	477
cova de les Cendres	Levante	Neolítico peinada	Cueva	126
Cova de Sarsa	Levante	Neolítico antiguo	Cueva	2350
Plansallosa	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	310
Plansallosa	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	159
Cueva del Mirador	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	228
Cueva del Mirador	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	137
Cueva del Mirador	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	274
Cueva del Mirador	Meseta	Neolítico antiguo	Cueva	276
Los Gitanos	Cantábrico	Neolítico antiguo	Cueva	206
La Dou	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	138
abric de la Falguera	Levante	Neolítico	Abrigo	732
Guixeres de Vilobí	Noreste	Neolítico cardial	Aire libre	104
Vale Boi	Portugal	Neolítico antiguo	Aire libre	214
Zatoya	Pirineo	Neolítico antiguo	Cueva	378
Parralejo	Sur	Neolítico inicial	Cueva	740
Caldeirão	Portugal	Neolítico antiguo	Cueva	153
La Dehesilla	Sur	Neolítico inicial	Cueva	142
Cocina	Levante	Neolítico antiguo	Cueva	1220

serra de Mas Bonet	Noreste	Neolítico antiguo	Aire libre	227
cova del Frare C5	Noreste	Neolítico antiguo	Cueva	505
Coro Trasito	Pirineo	Neolítico antiguo	Cueva	141
Trocs II	Pirineo	Neolítico antiguo	Cueva	1127
Cantábrico Sadurni	Noreste	Neolítico antiguo	Cueva	218
Cova Fosca	Levante	Neolítico antiguo	Cueva	15153

Resultados bioapatita de las ovejas de Chaves

sample	mm from		wt (μg)	$\text{d}^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$	$\text{d}^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 1 M2- 1	28.37	69063	610	-11.753	-1.522
CH Ovis 1 M2- 2	26.49	69064	595	-11.907	-1.983
CH Ovis 1 M2- 3	25.04	69067	605	-11.700	-2.832
CH Ovis 1 M2- 4	23.4	69068	617	-11.584	-3.244
CH Ovis 1 M2- 5	21.57	69069	601	-11.536	-3.526
CH Ovis 1 M2- 6	20.01	69070	591	-11.483	-4.119
CH Ovis 1 M2- 7	18.21	69071	598	-11.463	-4.630
CH Ovis 1 M2- 8	16.72	69072	624	-11.281	-4.839
CH Ovis 1 M2- 9	15.31	69073	616	-11.309	-4.937
CH Ovis 1 M2- 10	13.47	69074	622	-11.239	-4.603
CH Ovis 1 M2- 11	12.19	69075	624	-11.055	-3.861
CH Ovis 1 M2- 12	10.55	69076	615	-10.940	-3.266
CH Ovis 1 M2- 13	8.79	69079	628	-11.111	-2.122
CH Ovis 1 M2- 14	6.74	69080	630	-11.144	-1.886
CH Ovis 1 M2- 15	4.97	69081	635	-11.238	-1.758

x

sample	mm from		wt (μg)	$\text{d}^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$	$\text{d}^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 2 M2- 1	26.59	69256	582	-11.209	-3.055
CH Ovis 2 M2- 2	24.68	69257	628	-11.187	-3.390
CH Ovis 2 M2- 3	22.89	69258	611	-11.364	-3.884
CH Ovis 2 M2- 4	21.82	69259	618	-11.287	-3.988
CH Ovis 2 M2- 5	19.69	69260	631	-11.109	-3.906
CH Ovis 2 M2- 6	18.23	69261	619	-11.139	-3.795
CH Ovis 2 M2- 7	17.06	69262	607	-11.120	-3.600
CH Ovis 2 M2- 8	15.74	69263	589	-11.253	-3.400
CH Ovis 2 M2- 9	14	69264	608	-11.068	-2.334
CH Ovis 2 M2- 10	12.28	69265	638	-11.095	-1.464
CH Ovis 2 M2- 11	10.51	69268	613	-11.228	-0.645
CH Ovis 2 M2- 12	8.94	69269	623	-11.351	0.006
CH Ovis 2 M2- 13	7.14	69270	602	-11.352	0.164
CH Ovis 2 M2- 14	5.32	69271	580	-11.507	0.206
CH Ovis 2 M2- 15	3.66	69272	586	-11.511	-0.391

sample	mm from		wt (μg)	$\text{d}^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$	$\text{d}^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 3 M2 - 1	26.98	69043	626	-11.132	0.480
CH Ovis 3 M2 - 2	25.74	69044	603	-10.916	1.245

CH Ovis 3 M2 - 3	24.59	69045	610	-10.866	1.809
CH Ovis 3 M2 - 4	23.1	69046	604	-10.853	1.583
CH Ovis 3 M2 - 5	21.6	69047	640	-10.888	1.502
CH Ovis 3 M2 - 6	20.26	69048	593	-10.573	1.373
CH Ovis 3 M2 - 7	19.06	69049	617	-10.654	1.241
CH Ovis 3 M2 - 8	18.04	69050	608	-10.979	1.069
CH Ovis 3 M2 - 9	16.23	69051	618	-10.847	0.535
CH Ovis 3 M2 - 10	14.86	69052	618	-11.092	0.774
CH Ovis 3 M2 - 11	13.65	69055	657	-10.997	0.339
CH Ovis 3 M2 - 12	12.19	69056	598	-11.050	-0.057
CH Ovis 3 M2 - 13	10.89	69057	632	-11.121	0.079
CH Ovis 3 M2 - 14	9.35	69058	596	-11.081	-0.482
CH Ovis 3 M2 - 15	7.64	69059	582	-11.202	-0.948
CH Ovis 3 M2 - 16	6.28	69060	607	-11.447	-1.504
CH Ovis 3 M2 - 17	4.93	69061	609	-11.319	-2.104
CH Ovis 3 M2 - 18	3.27	69062	623	-11.452	-2.156

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μg)	$\text{d}^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$	$\text{d}^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$
CH Ovis 4 M2 - 1	29.5	69273	603	-10.766	-2.729
CH Ovis 4 M2 - 2	28.1	69274	615	-10.974	-2.518
CH Ovis 4 M2 - 3	26.61	69275	617	-11.102	-2.054
CH Ovis 4 M2 - 4	25.27	69276	611	-11.024	-1.471
CH Ovis 4 M2 - 5	23.82	69277	621	-10.958	-1.125
CH Ovis 4 M2 - 6	22.48	69280	632	-11.098	-1.334
CH Ovis 4 M2 - 7	20.67	69281	621	-11.145	-1.170
CH Ovis 4 M2 - 8	19.41	69282	602	-11.233	-1.186
CH Ovis 4 M2 - 9	18.05	69283	601	-11.248	-1.111
CH Ovis 4 M2 - 10	16.73	69284	616	-11.385	-1.036
CH Ovis 4 M2 - 11	15.1	69285	590	-11.394	-0.816
CH Ovis 4 M2 - 12	13.53	69286	618	-11.563	-0.732
CH Ovis 4 M2 - 13	12.06	69287	599	-11.355	-0.682
CH Ovis 4 M2 - 14	10.43	69288	642	-11.217	-0.821
CH Ovis 4 M2 - 15	8.94	69289	604	-11.028	-0.934
CH Ovis 4 M2 - 16	7.28	69292	624	-10.995	-1.232
CH Ovis 4 M2 - 17	5.96	69293	611	-11.012	-1.577

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μg)	$\text{d}^{13}\text{C}_{\text{VPDB COR}}$	$\text{d}^{18}\text{O}_{\text{VPDB COR}}$
CH Ovis 5 M2 - 1	24.12	69363	587	-9.419	-1.459
CH Ovis 5 M2 - 2	22.26	69364	596	-9.832	-1.880
CH Ovis 5 M2 - 3	20.68	69365	580	-9.875	-1.807
CH Ovis 5 M2 - 4	18.98	69366	609	-10.080	-1.315
CH Ovis 5 M2 - 5	16.99	69367	598	-10.077	-0.817
CH Ovis 5 M2 - 6	15.32	69368	606	-10.134	0.291
CH Ovis 5 M2 - 7	13.18	69369	619	-10.206	1.181
CH Ovis 5 M2 - 8	11.67	69370	601	-10.153	2.229
CH Ovis 5 M2 - 9	9.72	69371	647	-9.883	2.785

CH Ovis 5 M2 - 10	8.06	69372	637	-9.764	2.777
CH Ovis 5 M2 - 11	6.24	69375	612	-9.712	2.663
CH Ovis 5 M2 - 12	4.39	69376	637	-9.024	2.162

sample	mm from		wt (μ g)	$d^{13}C_{VPDB\ COR}$	$d^{18}O_{VPDB\ COR}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 6 M2 - 1	31.29	69377	626	-11.401	-0.319
CH Ovis 6 M2 - 2	29.65	69378	589	-11.514	-0.528
CH Ovis 6 M2 - 3	28.2	69379	605	-11.522	-0.703
CH Ovis 6 M2 - 4	26.45	69380	624	-11.285	-0.898
CH Ovis 6 M2 - 5	24.79	69381	597	-10.955	-1.386
CH Ovis 6 M2 - 6	23.16	69382	595	-11.118	-1.534
CH Ovis 6 M2 - 7	21.66	69383	590	-10.988	-2.171
CH Ovis 6 M2 - 8	20.02	69384	613	-10.790	-2.684
CH Ovis 6 M2 - 9	18.51	69387	616	-10.572	-3.210
CH Ovis 6 M2 - 10	16.84	69388	604	-10.545	-3.460
CH Ovis 6 M2 - 11	15.36	69389	616	-10.656	-3.907
CH Ovis 6 M2 - 12	13.61	69390	617	-10.791	-3.839
CH Ovis 6 M2 - 13	12.19	69391	605	-10.713	-3.857
CH Ovis 6 M2 - 14	10.25	69392	585	-10.382	-3.607
CH Ovis 6 M2 - 15	8.91	69393	586	-10.739	-2.546
CH Ovis 6 M2 - 16	6.85	69394	633	-11.086	-1.321
CH Ovis 6 M2 - 17	5.25	69395	594	-11.403	-0.664
CH Ovis 6 M2 - 18	3.8	69396	592	-11.202	0.082

sample	mm from		wt (μ g)	$d^{13}C_{VPDB\ COR}$	$d^{18}O_{VPDB\ COR}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 7 M2- 1	28.93	69580	601	-10.591	0.359
CH Ovis 7 M2- 2	27.2	69581	580	-10.630	0.229
CH Ovis 7 M2- 3	26.08	69582	629	-10.704	0.272
CH Ovis 7 M2- 4	24.92	69583	594	-10.553	0.219
CH Ovis 7 M2- 5	23.17	69584	611	-10.640	-0.181
CH Ovis 7 M2- 6	21.63	69585	603	-10.945	-0.874
CH Ovis 7 M2- 7	20.07	69586	601	-10.688	-1.370
CH Ovis 7 M2- 8	18.74	69587	630	-11.052	-1.745
CH Ovis 7 M2- 9	17.34	69588	601	-11.265	-2.139
CH Ovis 7 M2- 10	15.76	69589	636	-11.334	-2.334
CH Ovis 7 M2- 11	14.22	69592	609	-11.493	-2.707
CH Ovis 7 M2- 12	12.56	69593	620	-11.632	-2.401
CH Ovis 7 M2- 13	10.99	69594	604	-11.714	-2.264
CH Ovis 7 M2- 14	9.58	69595	619	-11.606	-2.019
CH Ovis 7 M2- 15	7.87	69596	614	-11.505	-1.394
CH Ovis 7 M2- 16	6.48	69597	617	-11.410	-0.570
CH Ovis 7 M2- 17	5.07	69598	638	-11.436	-0.065
CH Ovis 7 M2- 18	3.56	69599	596	-11.245	0.073

sample	mm from		wt (μ g)	$d^{13}C_{VPDB\ COR}$	$d^{18}O_{VPDB\ COR}$
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 8 M2.- 1	29.02	69600	586	-11.907	-0.064

CH Ovis 8 M2.- 2	27.28	69601	616	-11.995	-0.212
CH Ovis 8 M2.- 3	25.3	69604	606	-11.740	-0.791
CH Ovis 8 M2.- 4	23.89	69605	605	-10.391	-2.086
CH Ovis 8 M2.- 5	22.5	69606	584	-11.049	-2.407
CH Ovis 8 M2.- 6	20.85	69607	616	-11.713	-2.834
CH Ovis 8 M2.- 7	19.16	69608	634	-11.685	-3.505
CH Ovis 8 M2.- 8	16.61	69609	592	-11.651	-3.845
CH Ovis 8 M2.- 9	15.93	69610	624	-11.593	-4.397
CH Ovis 8 M2.- 10	14.21	69611	630	-11.546	-4.522
CH Ovis 8 M2.- 11	12.82	69612	590	-11.475	-4.485
CH Ovis 8 M2.- 12	11.45	69613	633	-11.507	-3.896
CH Ovis 8 M2.- 13	9.66	69616	606	-11.453	-3.322
CH Ovis 8 M2.- 14	8.07	69617	582	-11.390	-2.282
CH Ovis 8 M2.- 15	6.32	69618	595	-11.293	-1.578
CH Ovis 8 M2.- 16	4.83	69619	623	-11.411	-1.473
CH Ovis 8 M2.- 17	3.06	69620	608	-11.484	-1.526

sample	mm from		wt (μ g)	d ¹³ C _{VPDB} COR	d ¹⁸ O _{VPDB} COR
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 9 M3 - 1	30.82	68887	596	-10.693	-2.099
CH Ovis 9 M3 - 2	29.8	68888	602	-10.862	-2.558
CH Ovis 9 M3 - 3	28	68889	628	-10.875	-2.888
CH Ovis 9 M3 - 4	27.6	68890	629	-11.164	-3.226
CH Ovis 9 M3 - 5	26.12	68891	613	-10.791	-3.396
CH Ovis 9 M3 - 6	25.14	68894	617	-10.924	-3.468
CH Ovis 9 M3 - 7	23.8	68895	624	-10.863	-3.643
CH Ovis 9 M3 - 8	22.55	68896	602	-11.277	-3.276
CH Ovis 9 M3 - 9	21.55	68897	603	-10.995	-2.984
CH Ovis 9 M3 - 10	20.58	68898	590	-11.571	-3.020
CH Ovis 9 M3 - 11	19.02	68899	595	-11.498	-2.099
CH Ovis 9 M3 - 12	18.23	68900	599	-11.579	-1.591
CH Ovis 9 M3 - 13	16.83	68901	602	-11.263	-1.039
CH Ovis 9 M3 - 14	15.78	68902	612	-11.452	-0.636
CH Ovis 9 M3 - 15	14.25	68903	595	-11.118	0.179
CH Ovis 9 M3 - 16	13.06	68906	612	-11.384	0.239
CH Ovis 9 M3 - 17	11.81	68907	651	-10.955	0.676
CH Ovis 9 M3 - 18	11.06	68908	640	-10.958	0.375
CH Ovis 9 M3 - 19	9.54	68909	592	-10.553	0.533
CH Ovis 9 M3 - 20	8.11	68910	591	-9.798	-0.225
CH Ovis 9 M3 - 21	6.76	68911	605	-9.034	-1.031
CH Ovis 9 M3 - 22	5.01	68912	597	-8.919	-1.926

sample	mm from		wt (μ g)	d ¹³ C _{VPDB} COR	d ¹⁸ O _{VPDB} COR
	ERJ	MNHN #			
CH Ovis 10 M3- 1	33.42	68998	594	-10.887	-0.918
CH Ovis 10 M3- 2	31.61	68999	600	-10.845	-1.133
CH Ovis 10 M3- 3	30.28	69000	602	-10.701	-1.086

CH Ovis 10 M3- 4	28.38	69001	594	-10.687	-0.981
CH Ovis 10 M3- 5	26.7	69002	599	-10.308	-1.108
CH Ovis 10 M3- 6	25.14	69003	603	-10.190	-1.203
CH Ovis 10 M3- 7	23.61	69004	611	-10.235	-1.487
CH Ovis 10 M3- 8	22.23	69005	631	-10.285	-2.179
CH Ovis 10 M3- 9	20.66	69006	625	-10.021	-2.956
CH Ovis 10 M3- 10	19.09	69007	607	-10.066	-3.690
CH Ovis 10 M3- 11	17.41	69010	606	-10.220	-4.327
CH Ovis 10 M3- 12	15.94	69011	590	-10.316	-4.799
CH Ovis 10 M3- 13	14.69	69012	613	-10.579	-5.214
CH Ovis 10 M3- 14	13.3	69013	628	-10.641	-5.283
CH Ovis 10 M3- 15	11.73	69014	583	-10.665	-4.634
CH Ovis 10 M3- 16	10.35	69015	598	-10.718	-4.312
CH Ovis 10 M3- 17	8.52	69016	621	-10.930	-3.169
CH Ovis 10 M3- 18	7.29	69017	630	-10.830	-2.107
CH Ovis 10 M3- 19	5.9	69018	599	-10.939	-1.014

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μ g)	$d^{13}C_{VPDB}$ COR	$d^{18}O_{VPDB}$ COR
CH Ovis 11 M3 - 1	33.52	68684	601	-11.090	-0.792
CH Ovis 11 M3 - 2	32.07	68685	613	-11.080	-1.261
CH Ovis 11 M3 - 3	30.53	68686	592	-11.223	-1.447
CH Ovis 11 M3 - 4	28.97	68687	596	-11.029	-2.134
CH Ovis 11 M3 - 5	27.3	68688	609	-10.872	-2.991
CH Ovis 11 M3 - 6	25.5	68689	610	-10.923	-3.158
CH Ovis 11 M3 - 7	23.99	68690	600	-10.947	-3.504
CH Ovis 11 M3 - 8	22.28	68691	585	-11.098	-3.559
CH Ovis 11 M3 - 9	20.9	68692	629	-10.947	-3.675
CH Ovis 11 M3 - 10	19.09	68693	598	-11.104	-3.610
CH Ovis 11 M3 - 11	17.8	68696	593	-11.153	-2.907
CH Ovis 11 M3 - 12	16.11	68697	593	-11.513	-2.334
CH Ovis 11 M3 - 13	14.78	68698	625	-11.501	-1.396
CH Ovis 11 M3 - 14	13.12	68699	594	-11.805	-1.200
CH Ovis 11 M3 - 15	11.24	68700	587	-11.695	-1.022
CH Ovis 11 M3 - 16	9.86	68701	599	-11.838	-1.299
CH Ovis 11 M3 - 17	8.31	68702	605	-11.696	-1.678
CH Ovis 11 M3 - 18	6.94	68703	628	-12.017	-2.203
CH Ovis 11 M3 - 19	5.28	68704	615	-11.768	-3.047

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μ g)	$d^{13}C_{VPDB}$ COR	$d^{18}O_{VPDB}$ COR
CH Ovis 12 M3 M3-1	29.53	68705	630	-11.964	-3.060
CH Ovis 12 M3 M3-2	28.79	68708	609	-11.977	-2.722
CH Ovis 12 M3 M3-3	27.04	68709	580	-11.408	-2.031
CH Ovis 12 M3 M3-4	24.98	68710	655	-11.175	-0.993
CH Ovis 12 M3 M3-5	23	68711	619	-11.084	-0.246
CH Ovis 12 M3 M3-6	21.37	68712	635	-11.195	0.475
CH Ovis 12 M3 M3-7	19.67	68713	612	-11.266	1.077

CH Ovis 12 M3 M3-8	18.08	68714	622	-11.147	1.209
CH Ovis 12 M3 M3-9	16.66	68715	630	-10.994	1.326
CH Ovis 12 M3 M3-10	15.33	68716	601	-10.994	1.339
CH Ovis 12 M3 M3-11	13.74	68717	622	-10.811	1.063
CH Ovis 12 M3 M3-12	12.43	68720	621	-11.162	0.567
CH Ovis 12 M3 M3-13	10.94	68721	618	-10.997	0.006
CH Ovis 12 M3 M3-14	9.56	68722	623	-10.975	-0.749
CH Ovis 12 M3 M3-15	7.65	68723	649	-10.862	-1.125
CH Ovis 12 M3 M3-16	6.26	68724	616	-11.026	-1.784
CH Ovis 12 M3 M3-17	5.04	68725	623	-11.246	-1.973
CH Ovis 12 M3 M3-18	3.69	68726	616	-11.060	-1.535

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μg)	d¹³C_{VPDB} COR	d¹⁸O_{VPDB} COR
CH Ovis 5 M3.- 1	32.07	68729	606	-8.604	2.384
CH Ovis 5 M3.- 2	30.35	68730	628	-8.253	2.046
CH Ovis 5 M3.- 3	28.99	68731	624	-8.243	2.034
CH Ovis 5 M3.- 4	27.41	68732	615	-7.713	1.788
CH Ovis 5 M3.- 5	25.88	68733	637	-7.670	1.498
CH Ovis 5 M3.- 6	24.31	68734	622	-7.842	0.674
CH Ovis 5 M3.- 7	23.04	68735	598	-8.121	-0.068
CH Ovis 5 M3.- 8	21.03	68736	616	-8.332	-0.835
CH Ovis 5 M3.- 9	19.53	68737	589	-8.652	-1.853
CH Ovis 5 M3.- 10	18.59	68738	595	-8.550	-2.434
CH Ovis 5 M3.- 11	17.27	68741	603	-8.855	-3.103
CH Ovis 5 M3.- 12	15.64	68742	604	-8.827	-2.885
CH Ovis 5 M3.- 13	14.34	68743	614	-9.609	-2.423
CH Ovis 5 M3.- 14	13.37	68746	588	-9.436	-1.696
CH Ovis 5 M3.- 15	11.37	68747	598	-9.818	-1.570
CH Ovis 5 M3.- 16	10.27	68748	616	-10.088	-0.128
CH Ovis 5 M3.- 17	8.71	68749	593	-9.604	0.322
CH Ovis 5 M3.- 18	7.43	68750	627	-9.337	1.079
CH Ovis 5 M3.- 19	5.79	68751	608	-8.861	1.317

sample	mm from ERJ	MNHN #	wt (μg)	d¹³C_{VPDB} COR	d¹⁸O_{VPDB} COR
CH Ovis 2 M3.- 1	36.64	68752	623	-10.828	0.360
CH Ovis 2 M3.- 2	35.2	68753	620	-11.119	0.431
CH Ovis 2 M3.- 3	33.93	68754	596	-10.922	0.356
CH Ovis 2 M3.- 4	32.13	68757	589	-11.093	0.472
CH Ovis 2 M3.- 5	30.64	68758	621	-10.982	-0.029
CH Ovis 2 M3.- 6	29.27	68759	612	-10.987	-0.223
CH Ovis 2 M3.- 7	27.81	68760	605	-11.020	-0.754
CH Ovis 2 M3.- 8	26.36	68761	621	-10.880	-1.227
CH Ovis 2 M3.- 9	24.62	68762	626	-10.846	-1.457
CH Ovis 2 M3.- 10	22.97	68763	619	-10.741	-1.825
CH Ovis 2 M3.- 11	21.32	68764	602	-10.909	-2.803
CH Ovis 2 M3.- 12	19.83	68765	612	-10.909	-2.951

CH Ovis 2 M3.- 13	17.96	68768	631	-10.988	-3.458
CH Ovis 2 M3.- 14	16.63	68769	591	-11.065	-3.731
CH Ovis 2 M3.- 15	15.2	68770	629	-11.042	-3.847
CH Ovis 2 M3.- 16	13.43	68771	609	-11.300	-3.151
CH Ovis 2 M3.- 17	12.12	68772	618	-11.340	-2.533
CH Ovis 2 M3.- 18	10.65	68773	602	-11.407	-2.134
CH Ovis 2 M3.- 19	9.01	68774	594	-11.472	-1.231
CH Ovis 2 M3.- 20	7.84	68775	629	-11.529	-0.452

Aplicación del modelo Balasse et al. 2012

