



TRABAJO DE FIN DE GRADO

TAFONOMÍA Y PALEOBIOLOGÍA DE LOS MICROMAMÍFEROS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR DEL YACIMIENTO DE EL MIRÓN (RAMALES DE LA VICTORIA, CANTABRIA).

AINHOA PASTOR SEMPERE

Tutorizado por Gloria Cuenca Bescós.

Grado en geología, curso 2013/2014.
Campus de Ciencias, Departamento de Geología.
Facultad de Ciencias de la Tierra, Departamento de Paleontología.



ÍNDICE

1. <u>PLANTEAMIENTO</u>	3
2. <u>OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACIÓN</u>	3
3. <u>ABSTRACT</u>	4
4. <u>METODOLOGÍA Y CONTEXTO GEOLÓGICO</u>	
4.1. <u>METODOLOGÍA</u>	4
4.2. <u>CONTEXTO GEOLÓGICO</u>	
4.2.1. <u>DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA</u>	7
4.2.2. <u>GEOLOGÍA DE EL MIRÓN</u>	8
5. <u>IMPORTANCIA BIOESTRATIGRAFICA</u>	11
6. <u>PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</u>	13
7. <u>DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</u>	22
8. <u>CONCLUSIONS</u>	27
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	29

1. PLANTEAMIENTO

Este trabajo está orientado al estudio de la morfología y diversificación de los molares de *Arvicola sapidus* en el yacimiento de El Mirón, para poder deducir cambios evolutivos y climáticos del Pleistoceno Superior-Holoceno en el citado yacimiento. Para ello se realizará un estudio bibliográfico para describir la geología y la distribución geográfica del yacimiento, así como una explicación de la importancia bioestratigrafía de los micromamíferos y de *Arvicola sapidus* para obtener cambios climáticos en el área de estudio. A partir de esta información se presentarán los datos obtenidos mediante el estudio metodológico de los niveles 121 al 130 de El Mirón. Al finalizar se realizará la discusión de estos resultados, identificándose el número de poblaciones en cada nivel, argumentando esta variación, asociada a posibles cambios climáticos. Para ello se hará un conteo de los molares de cada nivel, para observar aumentos o disminuciones poblacionales, mediante las medidas tomadas en cada muela.

Con todo ello se presentarán unas tablas en las que se homogeneizará y se presentará toda la información.

2. OBJETIVOS DE ESTA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como objetivo principal conocer la diversificación de la especie de arvicolino, *Arvicola sapidus*, en el paleoambiente Cuaternario que se daba entre el

Cultura	14 C Ka B.P.
Medieval	1,1-1,4
Bronce	3,2-3,7
Calcolítico	3,7-4,1
Neolítico	4,7-5,8
Mesolítico	8,4-9,6
Azilian	9-11,5
Magdalenense Superior	11,5-13
Magdalenense Inferior	13-17
Solutrense	17-20
Gravetiense	20-28
Auriñaciense Superior	28-35
Chatelperroniense	35
Auriñaciense Inferior	35-40
Musteriense	41-

Tabla 1.: Datos de radiocarbon de los Niveles culturales del Paleolítico y Neolítico Europeo. Cronología en miles de años (Ka). De Cuenca Bescós et al., 2008.

Solutriense y el Musteriense (Pleistoceno superior-Holoceno) (Tabla 1). Esta evolución y diversificación se identificará mediante el estudio de las características morfológicas de los molares de esta especie. Se pretende establecer cuál ha sido la diversificación e identificar las diferentes poblaciones de *Arvicola sapidus* que pueden encontrarse en los diferentes niveles estudiados de El Mirón. También se pretende conocer la geología, la bioestratigrafía y la distribución geográfica de los hallazgos mediante la bibliografía para poder contextualizar toda la información que se extraiga de la investigación de los fósiles mencionados.

El estudio morfológico se dará lugar mediante la observación, toma de fotografías y medición de cada

uno de los molares para obtener los datos estadísticos que nos interesan.

3. ABSTRACT

The Mirón cave, which locates near Ramales de La Victoria, is on the northern edge of the Cantabrian range, at East of Cantabria. That range have an elevation of about 260 meters above sea level, and locates at 3° 27' West and 43° 15' North of Greenwich meridian (Figure 1). This cave was discovered by scientists at the beginning of the twentieth century, but the systematic excavations on it did not begin until 1996.

The great diversity of small mammals in the Upper Pleistocene and Holocene deposits of this cave, with a total of 26 species belonging to 6 mammalian orders (Erinaceomorpha, Soricomorpha, Chiroptera, Carnivora, Rodentia and Lagomorpha), makes this an important sequence for the study of the development of small mammal associations during the Pleistocene-Holocene transition; what it allows us to know the evolution of the climate and the landscape in the Cantabrian Region. At the end of the Quaternary the last extinction of Pleistocene microfauna is registered and also local extinction are documented like the disappearance from Spain of cold-climate mammals characteristic of the steppe-tundra ecozones of Northern Europe and Siberia (Cuenca-Bescós et al., 2009).



Fig.1.: Location of El Mirón cave on the Iberian Peninsula.
From Cuenca-Bescós et al., 2008.

In this work we focus in the gender *Rodentia*, in the genus *Arvicola*, especially in the specie *Arvicola sapidus*, the southern water vole, limited to the Iberian Peninsula and southern France. We focus in the morphological characters of the arvicoline molars that are unique among rodent molars. There are a related species called *Mimomys savini*, that could have been the parent of *Arvicola*, by the relationships with the molars (lower in the first, and higher in the second) which allows to established the *Mimomys-Arvicola* transition, that has been proposed as the biostratigraphic Early-Middle Pleistocene limit in Europe (Cuenca-Bescós et al., 2010).

4. METODOLOGÍA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. METODOLOGÍA

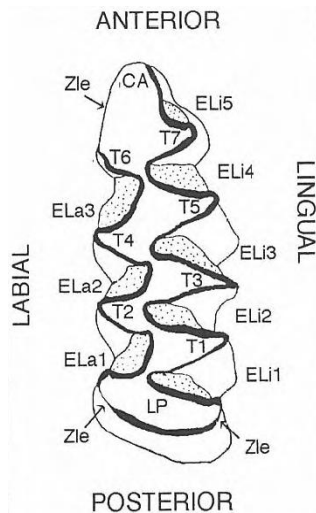
Como punto de partida se tomará la bibliografía (detallada en el apartado correspondiente), usada para conocer la geología, estratigrafía, paleobiología y las relaciones de especies fósiles encontradas en El Mirón. Primeramente se consultó gran variedad de bibliografía existente sobre la temática que nos concierne, para

tener una idea del desarrollo a seguir en el trabajo y contrastar los datos entre unos y otros autores. Esto se llevó a cabo porque no he hecho un estudio propio de la geología, estratigrafía y asociación faunística de El Mirón, sino que he obtenido la información de los datos bibliográficos. También he usado la bibliografía para conocer la metodología a seguir para la toma de datos y para aprender a diferenciar los molares del arvicolino que nos interesa.

Más adelante se procedió a realizar un triado de las muestras, para separar los restos mandibulares y dentales del resto de partes esqueléticas que se hallaban en cada muestra. En este proceso cada uno de los restos diferenciados se colocaba cuidadosamente con unas pinzas sobre una plaqueta de plástico, sobre la que previamente se había puesto una fina línea de masilla adhesiva. Una vez triados todos los niveles y comprobado que no faltaba ningún resto mandibular o dental por clasificar, se pasó a la observación de cada una de las muestras, de cada uno de los niveles. Estas muestras, ya nombradas, se clasificaban en función del yacimiento, número de cuadrícula, cuadrado de esta, sección, nivel y tramo de nivel correspondiente. Esta observación se llevó a cabo con una lupa binocular, variando entre los aumentos x10, x12.5 y x16, en función del tamaño de la muela que se estuviese observando, para identificar cuál de los restos mandibulares triados pertenecían a la especie *Arvicola sapidus*. Mientras se realizaba esta observación, se anotaban características morfológicas importantes de algunos molares, así como se iban anotando el número de muelas diferenciadas en cada muestra.

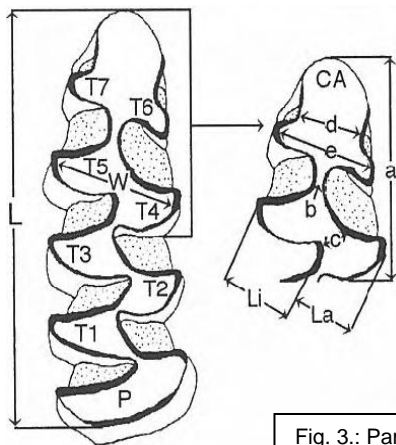
El siguiente paso fue realizar las fotografías de cada uno de los molares identificados durante el triado, conectando la lupa binocular a un ordenador con un monitor que permitía ver imágenes en la pantalla del ordenador, mediante el uso de un programa informático llamado *Inspector*. Una vez colocado el molar en una posición estable se tomaba la fotografía, añadiéndosele una línea roja que indicaba la escala de 1 mm.

A continuación se pasó a tomar los datos del tamaño de cada uno de los molares, proceso que se realizó mediante un programa denominado *tpsDig2* (Morphometrics). En cada molar se tomaron las medidas de longitud, anchura, longitud de CA (Complejo Anterocónido), anchura de CA, anchura del cuello, distancia entre T4 y T5, anchura lingual y anchura labial, como se muestra en las Figuras 2 y 3.



- T: Triángulos de esmalte.
- Zle: Zonas libres de esmalte.
- LP: Lóbulo posterior.
- CA: Complejo anterocónido.
- T1, T2, T3, T4, T5, T6 y T7: Triángulos.
- E: entrantes numerados de la parte posterior a la anterior. Siendo La la parte labial y Li la parte lingual.

Fig.2.: Terminología utilizada en la descripción del primer molar inferior (M_1) de los arvicolinos.
Imagen de Cuenca-Bescós et al., 1995.



- L: Longitud máxima de M_1 .
- W: Anchura máxima de M_1 .
- a: Longitud máxima del complejo anterocónido.
- b: Anchura del cuello entre T4-T5 y T6-T7.
- c: Anchura del rombo pitimidiano.
- d: Distancia más corta entre ELa4 y ELi5.
- Li: Anchura lingual
- La: Anchura labial.

Fig. 3.: Parámetros medidos en M_1 de arvicolinos. Imagen de Cuenca-Bescós et al., 1995.

Estas figuras muestran las partes más características de la M_1 de los arvicolinos, aunque no corresponden a *Arvicola sapidus*, pero sirven de ejemplo para ilustrar el modo en el que se tomaron los datos e indicar el nombre de cada una de las zonas del diente. Es en las figuras 4 y 5 donde se muestra la toma de datos real, con imágenes propias de las muestras estudiadas, en las que se observan claras diferencias con los M_1 de las anteriores figuras, sobretudo la reducción de triángulos, que en *Arvicola sapidus* son solo cinco.

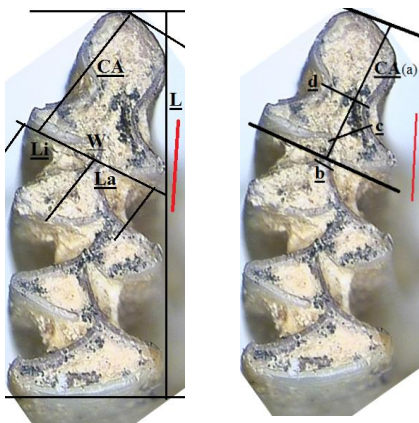


Fig. 4.: Imagen que indica la toma de medidas en los molres de arvicolinos de la muestra de El Mirón. Niveles 121 al 130.
La franja roja indica la escala de 1 mm.
Fotografías tomadas por Pastor-Sempere, 2014.

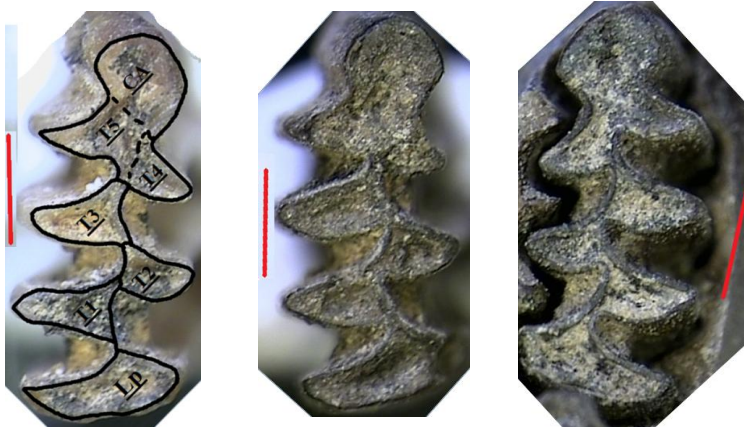


Fig.5.: Izquierda: Fotografía en la que se diferencian los sectores en los que se divide un molar (M_1) de un arvicolino de los niveles 121 al 130 de El Mirón: Triángulos (T), complejo anterocónico (CA) y lóbulo posterior (Lp).
Centro: Fotografía de un molar derecho. Arvicolino número 190, nivel 121. Muestra 52: Mirón 2010.n249.CdrV9.ScB.Lvl121.Tr5.
Derecha: Fotografía de un molar izquierdo. Arvicolino número 183, nivel 121. Muestra 49: Mirón 2010.n248.CdrV9.ScaA.Lvl121.Tr5.
La franja roja indica la escala (1mm).
Fotografías tomadas por Pastor-Sempere, 2014.

El siguiente paso fue realizar las tablas de datos con toda la información obtenida. Una vez almacenados se procedió a crear los histogramas, las gráficas bivariantes y a obtener los datos estadísticos de cada nivel, todo ello recogido en el apartado de presentación de los datos. Con todos estos datos se realiza el estudio de los molares y, como último paso, se redactar el informe.

2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.2.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La cueva de El Mirón se ubica en un acantilado calizo en la falda Oeste del Monte Pando, contrafuerte de la Peña del Moro que domina la confluencia de los ríos Calera y Gándara, afluentes del río Asón, que crea un valle en el que se sitúa la localidad de Ramales de la Victoria. (Figura 6) (González Morales et al., 2000). Su boca tiene unos 20 metros de altura y 130 metros de largo. La entrada mide 18 metros de ancho por 30 metros de fondo y unos 12 metros de altura y en todo el techo se presentan los llamados "golpes de gubia", testigo de su formación inicial bajo condiciones de presión.

Forma parte del sistema cárstico del Monte Pando, donde se desarrollan otras cuevas (mostradas en la Figura 6). La Cueva de El Mirón se encuentra a 260 metros por encima del nivel del mar, a unos 150 metros por encima del nivel del valle y su orientación es de $3^\circ 27'$ al Oeste y $43^\circ 16'$ Norte. La entrada estaba orientada hacia poniente y relativamente cerca del litoral durante el último máximo glacial (LGM: 17 Ka), es probable que por esto la cueva de El Mirón haya sido utilizada con cierta continuidad por los seres humanos al menos desde el Musteriense, pues su posición domina el paso de las grandes vías de comunicación antiguas y actuales entre la costa y el valle del Asón, con la Meseta y con el valle de Soba. Esta confluencia liga Cantabria central y oriental con Vizcaya, por una parte, y la costa con el Valle del Ebro y la Meseta por otra.



Fig.6.: Cuenca Hidrográfica del Río Asón y sus principales yacimientos Cuaternarios, así como detalles geográficos y políticos.
1: La Fragua, El Perro, San Carlos; 2: La trecha; 3: El Otero; 4: Cobrantes; 5: La Chora; 6: El Valle; 7: Sotarriza, Covanegra; 8: Morro, Pondra, Arco A, B y C; 9: Venta de la Perra, Polvorín; 10: Cullalvera; 11: Ramales yacimiento exterior, LA Haza, El Mirón, Covalanas, El Horno; 12: Tarrerón; 13: Los Emboscados, Patatal, Cubio Redondo; 14: Cubera.
La línea discontinua indica el límite entre las provincias de Burgos, Vizcaya y Cantabria. Este límite marca también el límite geográfico entre la Meseta y la Cordillera Cantábrica.
De Cuenca Bescós et al., 2008.

2.2.2. GEOLOGÍA DE EL MIRÓN

Como he comentado al principio del informe, la geología ha sido extraída de la bibliografía, en particular de los trabajos de Cuenca-Bescós et al., 2008, 2009 y 2014.

En estos yacimientos arqueológicos la numeración de los niveles es diferente a la tradicional en los yacimientos geológicos, pues se empieza a describir desde el techo hasta la base de la excavación. Esto no quiere decir que se haya alcanzado el sustrato, pues en este caso no es así, simplemente que es el último nivel estudiado. En las Figuras 7, 8, 9 y 10 se muestran los cortes de las trincheras excavadas en la cueva de El Mirón, con la diferenciación de los diversos niveles con su descripción litológica.

Debido a la gran superficie de la cueva de El Mirón, las excavaciones que se han realizado en ella han dividido en cuatro zonas todo el perímetro, como se muestra en la Figura 7.

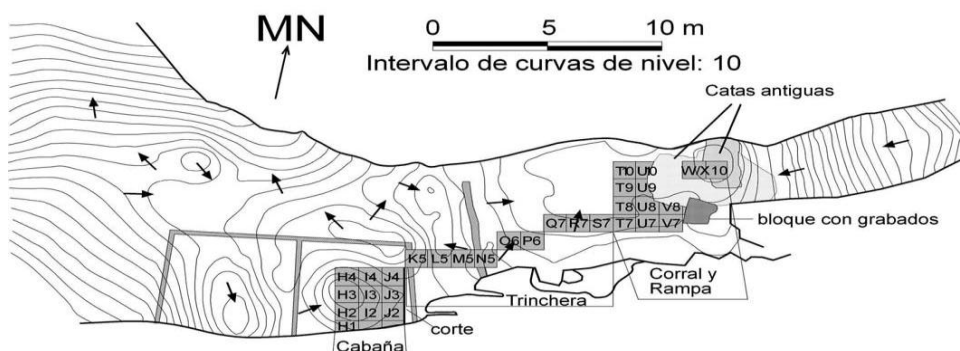


Fig.7.: Plano de la cueva de El Mirón. Las zonas de excavación son, de Oeste a Este: Cabaña (Cuadros H-K); Trinchera (Cuadros L-P); Corral (Cuadros Q-V) y el sondeo de la Rampa (Cuadros W-X) que comunica el Vestíbulo de la cueva de El Mirón con la zona hipogea, oscura.
De Cuenca-Bescós et al., 2008.

El tramo de La Cabaña (Figura 8) se caracteriza por litologías tipo arcillas y arenas con

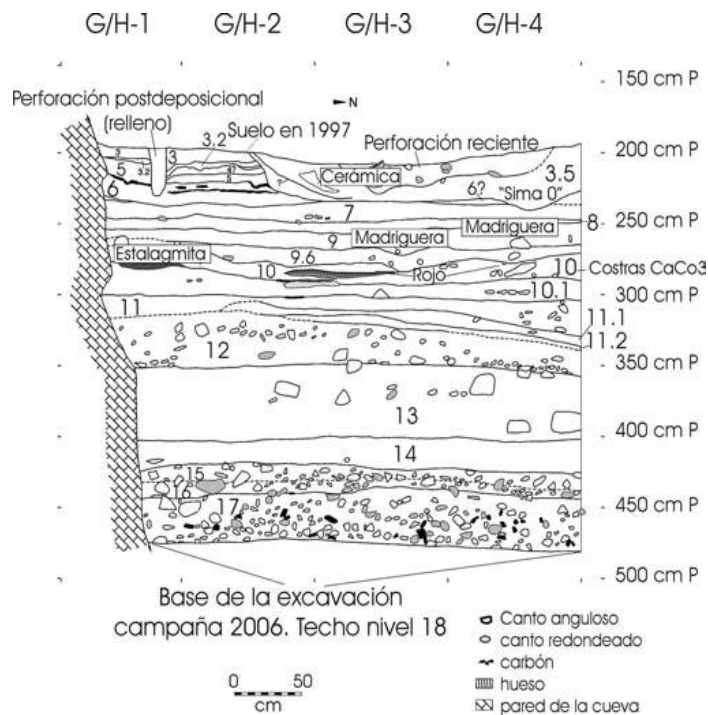


Fig. 8.: Estratigrafía de la zona de La Cabaña. Los niveles están representados por los números dentro del esquema estratigráfico. Los números de la columna de la derecha indican la profundidad de excavación en centímetros (cm P). De Cuenca-Bescós et al., 2008.

gravas y cantos. Las únicas excepciones a esto serían el nivel 1 y el 4, pues en el primero se encuentran restos de materia orgánica debidos al relleno final de la cueva; mientras que en el segundo se encuentra un horizonte de incendio; presentando los niveles 6, 7 y 9 gran cantidad de restos de carbón y ceniza.

En cuanto a los restos arqueológicos y paleontológicos estos abundan en los niveles 2 (grandes mamíferos domésticos), (pequeños mamíferos), 5 (rico en pequeños vertebrados) y 10. En este último aparece (en el sub-nivel 10.1) por primera vez la

especie *Arvicola sapidus*. Ésta sería la primera entrada holocena de la rata de agua ibérica al Norte de la península, encontrándose también en yacimientos cántabros del Pleistoceno superior: niveles Solutrenses de La Riera y Las Caldas; así como en el Magdaleniense de Rascaño y en el Magdaleniense inicial de El Mirón.

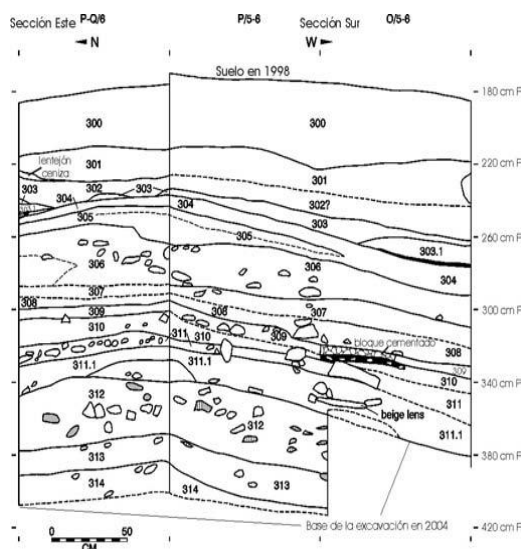


Fig. 9.: Estratigrafía de la Zona de la Trinchera. Los niveles están representados por los números dentro del esquema estratigráfico. Los números de la columna de la derecha indican la profundidad de excavación en centímetros (cm P). De Cuenca-Bescós et al., 2008.

La diversidad en pequeños mamíferos de la siguiente zona, la Trinchera (Figura 9), es menor que en las demás zonas, hecho probablemente relacionado con el menor número de muestras estudiado. Aún así es interesante notar que las especies minoritarias en las demás zonas (*Arvicola sapidus*, *Microtus gregalis*, lagomorfos, quirópteros, *Mustela*) están ausentes aquí. Además, hay niveles alterados por remociones no arqueológicas, cosa que no permite analizar los microvertebrados para no aportar datos falsos.

Los niveles de la Trinchera se caracterizan por una litología variada entre gravas, arenas, arcilla, limos y carbonatos. Los niveles superiores contienen restos de maderas y artefactos de diferentes niveles culturales, siendo el nivel 304 el que mayor concentración de restos paleontológicos recoge, pudiendo ser equivalente al nivel 10 de la Cabaña, con ambientes frondosos (con *Apodemus* y *Myoxus*) y benignos (con *Crociodura*). En cambio, en el nivel 306 desaparecen las especies de climas boscosos, pasando a condiciones abiertas y frescas (*Arvicola terrestris*).

La litología de la zona del Corral (Figura 10) se compone de limo y limo arcillosos y no es hasta el nivel 106 que empiezan a aparecer restos notables de huesos, donde se observan huesos ennegrecidos, sílex quemado y otros restos arqueológicos. Es un nivel del Magdalenense superior, en el que se produce un incremento tanto en el número de especies como en el número mínimo de individuos. Pero es el nivel 108 el

que mayor cantidad de restos presenta, siendo el más rico de toda esta secuencia y, después del nivel 10 de La Cabaña, el más rico de la Cueva de El Mirón. A partir de este nivel los restos desaparecen gradualmente, siendo nulos a partir del nivel 116.

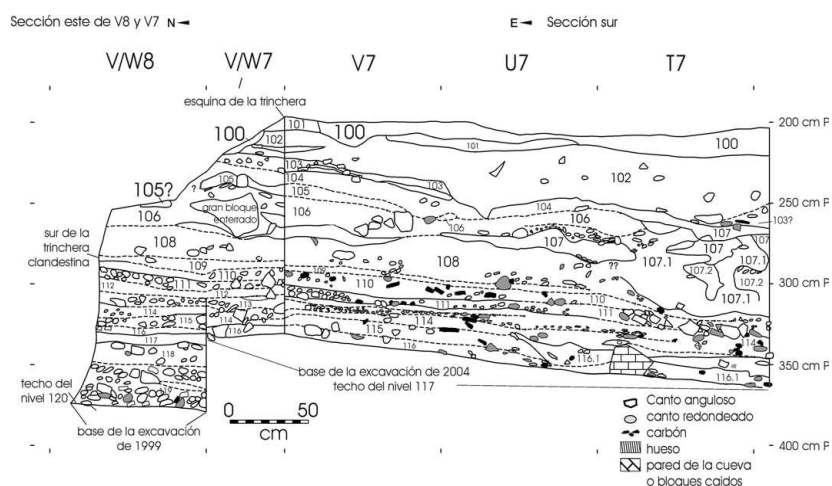
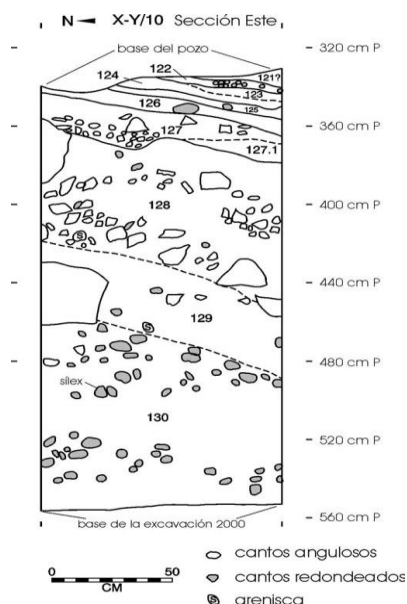


Fig. 10.: Estratigrafía de la zona del Corral. Los niveles están representados por los números dentro del esquema estratigráfico. Los números de la columna de la derecha indican la profundidad de excavación en centímetros (cm P). De Cuenca-Bescós et al., 2008.



En la excavación del Sondeo de la Rampa (Figura 11) se ha llegado al nivel más antiguo de la Cueva del Mirón, el 130, datado en 41.280 años. Litológicamente hablando este sondeo se caracteriza por arcillas limosas y limos, con algún canto intercalado. No es hasta el nivel 122 (401 de la nomenclatura de la excavación) que empiezan a aparecer algunos restos de hueso, con restos de puntas

Fig. 11.: Estratigrafía de la zona del sondeo de la Rampa. Los niveles están representados por los números dentro del esquema estratigráfico. Los números de la columna de la derecha indican la profundidad de excavación en centímetros (cm P). De Cuenca-Bescós et al., 2008.

solutrenses. Sin embargo son los niveles 126 (403), 127 (404) y 128 (405) los que mayor contenido en restos tienen (huesos, artefactos líticos solutrenses, dientes, lascas de sílex y restos de grandes mamíferos). Estos restos van disminuyendo progresivamente hasta el nivel 129 (406) en el que ya no aparecen restos.

5.1. IMPORTANCIA BIOESTRATIGRAFICA

La bioestratigrafía en medios continentales se apoya principalmente en el estudio de los roedores, pequeños mamíferos que desde su origen en el Paleoceno, a principios del Terciario (hace unos 60 millones de años), se han caracterizado por sus altas tasas evolutivas. Su cosmopolitismo y su facilidad para diversificarse rápidamente los sitúa en una posición privilegiada como marcadores y herramientas de correlación bioestratigráfica. En el Cuaternario, esta rápida evolución se acentúa por el efecto de los rápidos e importantes cambios climáticos que tienen lugar durante este periodo, cosa que permite que sean imprescindibles en la datación de los sedimentos. Este gran valor bioestratigráfico ha permitido deducir que los roedores que acompañan a los restos de homínidos y de industria lítica en los rellenos de todos los yacimientos de Atapuerca son característicos del Pleistoceno Inferior y Medio europeo (Cuenca Bescós et al., 1995).

En este trabajo nos centraremos principalmente en la subfamilia *Arvicolinae*, en la especie *Arvicola sapidus*. Esta subfamilia, que incluye a topillos, neverones y ratas de agua, son pequeños roedores de hábitos generalmente cavadores, que habitan en medios abiertos con suelos profundos en los que excavan sus madrigueras. Su distribución actual es holártica, con escasas excepciones. La sistemática paleontológica de los arvicolinos está basada en la morfología y biometría de los molares que se caracterizan por su hipsodoncia, que en la mayoría de las especies actuales alcanza la hipselodoncia (pérdida de raíces con la ontogenia). Parámetros obtenidos en el análisis morfométrico de la dentición, como el tamaño y la morfología oclusal, altura de la corona, presencia o ausencia de raíces o de cemento en los entrantes (triángulos), grosor del esmalte y el número triángulos son los principales distintivos de un arvicolino. Las relaciones de parentesco y por lo tanto su clasificación están basadas en la evolución de estos caracteres. En este trabajo seguiremos la nomenclatura y análisis de parámetros de van der Meulen, siendo el elemento más importante de la dentición el primer molar inferior (M1), cuya superficie oclusal será la que reciba la mayor atención, para realizar el análisis morfométrico.

Arvicola sapidus externamente se asemeja a la nortea, *Arvicola terrestris*. Es el arvicolino de mayor tamaño de la fauna de roedores española y se diferencia de *A. terrestris* por la forma del complejo anterior y por el esmalte diferenciado plesiomórfico.

Es una especie típica de orillas de ríos y acequias de regadío de la Península Ibérica y Sur-Centro de Francia, siendo infrecuente en el norte de España o Francia y se desconoce cuándo hace su entrada en la Cornisa Cantábrica, ya que sólo se encuentra en el Gravetiense de Rascaño 7, el Solutrense de Las Caldas y La Riera, el Magdaleniense inferior de El Juyo y en el Magdaleniense inferior y comienzos del Holoceno de El Mirón.

Tras décadas de estudio de los pequeños mamíferos en yacimientos pleistocenos y holocenos de la Cornisa Cantábrica, se puede decir que éstos proporcionan una información significativa sobre los cambios climáticos y medioambientales ocurridos durante los últimos 50.000 años. La agrupación de las especies de pequeños mamíferos en función de su hábitat óptimo permite concluir que los cambios paleoambientales y climáticos ocurridos en los últimos 41.000 años en esta región son importantes y se pueden describir con el estudio de estas especies. En la figura 12 se muestra una tabla que indica la distribución de diversas especies de micromamíferos que se estudian para realizar dataciones, con su distribución temporal asociada.

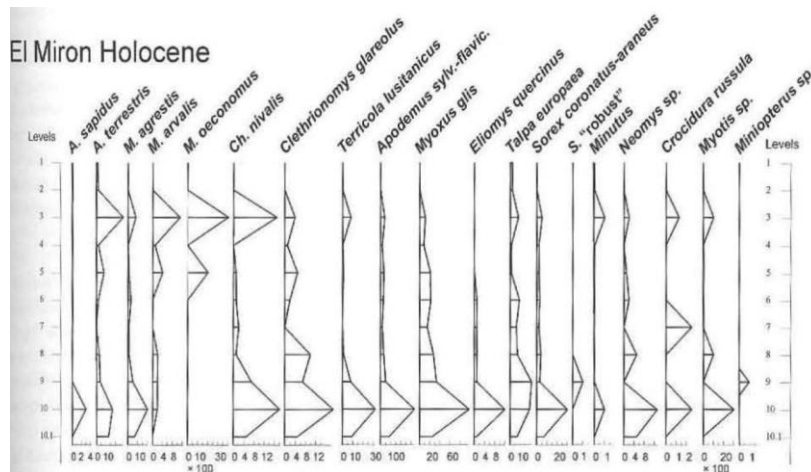


Fig. 12.: Distribución estratigráfica de las especies de micromamíferos en los niveles holocenos de El Mirón. Cada columna representa el mínimo número de individuo calculados a partir de una muestra de esqueletos fósiles significativa. La escala horizontal es diferente para cada especie. De Cuenca-Bescós et al., 2008.

Este tipo de clasificaciones suele carecer de un límite neto, ya que los taxones pueden encontrar medios habitables fuera de su medio ideal. Por otra parte, las especies fósiles no tienen por qué tener los mismos requerimientos ecológicos que sus representantes actuales por lo que su distribución y relación con el hábitat actual puede ser un efecto biogeográfico. Aún así, estas clasificaciones nos permiten una aproximación a la evolución paleoambiental de la secuencia Cuaternaria del Mirón. El estudio de la distribución bioestratigráfica, la composición de las asociaciones y la tafonomía de los pequeños mamíferos nos permite deducir que las asociaciones de la microfauna de los niveles del final del Pleistoceno y del Holoceno de la Cueva de El Mirón reflejan la composición y evolución de las faunas circundantes y por lo tanto son útiles tanto en la reconstrucción paleoclimática como ambiental de los alrededores de

la misma. En la Tabla 2 se presenta la asociación fósil de micromamíferos existente en El Mirón.

Nivel estratigráfico	Periodo cultural	edad C14 en años BP	<i>Phomys lanki</i>	<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Terricola lusitanicus</i>	<i>Microtus agrestis</i>	<i>Sorex gr. coronatus-araneus</i>	<i>Neomys fodiens</i>	<i>Galemys pyrenaeus</i>	<i>Talpa europaea</i>	<i>Mastomys natalis</i>	<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Lagomorphia</i>	<i>Sorex minutus</i>	<i>Apodemus sylvaticus-flavicollis</i>	<i>Microtus arvalis</i>	<i>Chionomys nivialis</i>	<i>Chiroptera indet.</i>	<i>Microtus gregalis</i>	<i>Arvicola sapidus</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>	<i>Elomys quercinus</i>	<i>Myoxus glis</i>	<i>Crocodyrus russula</i>	<i>Sciurus vulgaris</i>	<i>Eutamias europaeus</i>	Diversidad Específica	Número de muestras
1	Bronce	1.100-1.400		X						X																2	2	
2		1.100-1.401		X									X													2	2	
2+3				X						X		X														3	3	
3		3.700		X	X	X	X	X		X		X				X	X	X		X		X	X			14	33	
3.2																X										1	1	
3.3				X											X										2	3		
3.4				X						X															2	2		
3.5																										2	1	
4				X						X	X				X	X					X		X			7	19	
5		3.820		X			X	X		X	X	X	X		X	X				X		X				11	30	
5.1		4.120		X	X	X				X	X	X	X		X	X						X				6	7	
5.2															X							X				2	2	
5.4															X							X				3	5	
6				X		X	X	X		X			X		X		X			X	X	X				11	29	
6.1															X							X				2	2	
7		3.740				X	X			X					X		X					X	X	X	X	9	28	
7.1										X					X							X	X			3	2	
7.2															X								X			2	1	
7.4																										1	1	
7.5										X																1	1	
8				X	X	X		X		X					X	X	X	X			X	X	X	X		13	17	
9		5.170-5.280		X	X	X	X			X				X	X	X	X	X			X	X	X			10	19	
9.6		5.250		X	X	X				X					X	X	X			X	X	X	X			8	17	
9.7				X	X	X				X					X		X			X	X	X				7	8	
9.8				X	X		X			X					X	X	X			X	X	X				8	7	
303		5.500		X						X		X			X		X					X				5	5	
303.1		5.520								X		X			X		X					X				2	2	
10	Mes.	5.570-5.690		X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		17	31	
10.1		8.380-9.550		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X			X	X	X	X	X		16	15	
304	Aziliense			X	X	X	X	X		X					X	X	X				X					10	4	
102.1		11.950		X	X	X	X			X					X	X	X								8	5		
102.2				X	X			X		X					X	X	X						X		8	5		
104				X				X			X	X				X	X	X	X							8	16	
104.2				X							X					X	X		X							4	2	
305	Magdaleniense Superior	10.270		X						X					X		X					X	X			6	6	
306		11.650		X		X	X			X					X	X	X								7	7		
11				X	X	X	X	X		X	X				X	X	X				X		X			11	15	
11.1			11.720		X	X	X	X	X		X					X	X	X								9	8	
11.2					X	X	X				X					X	X	X				X				8	4	
106	Magdaleniense Inferior y Medio antiguo	12.460	X	X	X	X	X			X		X			X	X	X									10	37	
107				X	X	X	X			X	X	X			X	X	X	X								11	21	
107.1				X	X	X				X	X	X			X	X	X		X							8	6	
12			12.790		X	X	X			X	X	X			X	X	X		X			X				11	16	
13					X	X	X	X		X		X			X	X	X									8	42	
14			14.600		X	X	X	X			X	X	X		X	X	X									9	22	
108			13.660-14.850	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X		17	48	
109				X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	X								10	11	
15			15.010-15.220		X			X			X					X	X	X								6	17	
16			15.180		X	X	X				X		X			X	X									7	26	
17			15.370-15.700		X	X	X				X	X	X			X	X	X								6	3	
110			16.130	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X							12	37	
111			15.530-16.370		X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X								11	27	
112					X	X	X	X			X	X	X			X	X	X								9	7	
113					X	X					X	X	X		X	X	X		X							9	3	
114		16.460		X	X		X			X	X	X			X	X									6	6		
115		13.800		X	X		X			X	X	X			X	X									7	4		
116	Solutrense	15.220-17.400		X		X				X	X	X			X	X	X									4	7	
120				X	X	X				X	X	X		X			X	X							8	1		
121			18.390	X	X	X					X	X	X				X	X							6	1		
122					X	X	X									X									5	1		
123									X		X	X	X			X									4	1		
124				X	X				X		X	X	X			X			X						8	2		
125			18.980		X		X				X	X	X		X		X		X						5	1		
126			18.950	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X							10	2		
128	Gravetiense	27.580		X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X								11	3		
129	Musteriense		X	X								X													3	1		
130		41.280	X	X	X	X	X	X	X	X	X														9	1		
Todo N		1.100-41.280	33	693	170	229	114	46	1	419	25	96	10	14	814	192	172	17	1	2	56	22	288	15	1	1	24	721

Tabla 2.: Distribución estratigráfica de los pequeños mamíferos de El Mirón. En la columna de la izquierda sólo están representados los niveles estratigráficos que contienen fósiles de pequeños mamíferos. Las dataciones de radiocarbono provienen de Straus & González Morales (2003,20079). Tabla de Cuenca-Bescós et al., 2008.

6. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Es importante conocer la morfología del molar de los arvicolinos, para hacernos una idea de su forma y saber cómo tomar datos, por ello ya se explicaba en la metodología el modo en el que se tomaron los datos y su nomenclatura.

Como ya se ha comentado *Arvicola sapidus* es una pequeña rata de agua cuyos dientes, de gran tamaño, carecen de raíces. Los incisivos superiores son ortodontos, mientras que los molares son hipsodontos, con cemento en los ángulos entrantes. En estos el bucle anterior del M1 está ligeramente aplanado en su parte anterior y forma un ángulo agudo en la parte lingual (Figura 13), siendo el esmalte más grueso en la parte posterior de cada triángulo. La estructura dentaria de estos se compone de un lóbulo posterior (Lp), tres triángulos cerrados y la región anterior (CA). Los triángulos T4 y T5 son abiertos, el bucle es redondeado y el cuello (b) no es estrecho. En los arvicólidos es muy importante tener en cuenta tanto la edad de los individuos como la distribución geográfica. La variación del espesor del esmalte no depende únicamente del tiempo, sino que también influyen factores como la altitud y la posición geográfica. Por otra parte, el tamaño de los dientes también varía en función de la edad de los individuos y esto puede ocasionar dos grupos en los límites de variación métricos, juveniles y adultos. (Tormo Cuñat, 2010).



Fig. 13.: Esquema del M1 derecho de *A.sapidus*, mostrando que el bucle anterior está ligeramente aplanado en su parte anterior y forma un ángulo agudo en la parte lingual. La línea negra representa 1mm.

A continuación se presentan los datos obtenidos tras la toma de medidas, discutiéndose los resultados en el apartado subsiguiente. Estos datos quedan recogidos mediante unas tablas (Tablas de la 3 a la 11) realizadas en función de cada nivel, a partir de las cuales se han realizado gráficos e histogramas (Figuras de la 14 a la 31) para poder observar las variaciones en cada uno y deducir variaciones climáticas. Más adelante se realizará un gráfico en función de las variaciones del número de especímenes en cada nivel, para observar de forma sencilla los cambios ambientales que se producen entre unos niveles y otros.

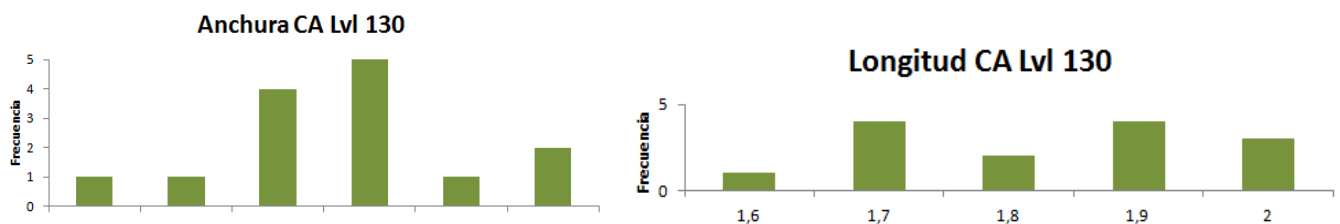
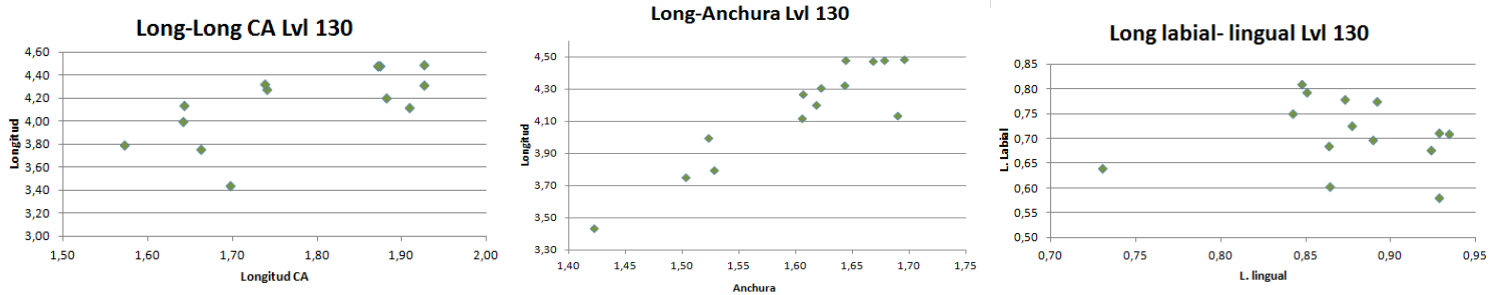
Estos datos se presentan ordenados de los materiales más modernos a los materiales más antiguos, en función de la metodología arqueológica ya mencionada.

Comenzaremos por lo tanto con el nivel 130, finalizando con la exposición de los datos del nivel 121.

Nivel 130

Nivel	Muestra	Arvicórida	Longitud (L)	Eje anchura (W)	Longitud CA* (a)	Anchura CA (d)	Anchura Cuello (b) **	Distancia T4 y T5 (c)	Anchura Lingual	Anchura Labial
130	1	1	4,48	1,67	1,87	0,91	0,29	0,55	0,85	0,81
	2	2	4,48	1,64	1,87	0,78	0,23	0,54	0,87	0,78
		3	4,49	1,70	1,93	0,96	0,32	0,52	0,85	0,79
		4	4,27	1,61	1,74	0,66	0,21	0,50	0,89	0,70
		5	4,31	1,62	1,93	0,75	0,12	0,55	0,88	0,73
	3	6	4,12	1,61	1,91	0,68	0,34	0,54	0,84	0,75
		7	4,48	1,68	1,87	0,80	0,28	0,61	0,89	0,77
		8	3,80	1,53	1,57	0,76	0,21	0,61	0,86	0,69
		9	4,00	1,52	1,64	0,71	0,28	0,59	0,93	0,58
		10	4,20	1,62	1,88	0,60	0,28	0,48	0,93	0,71
	4	11	3,75	1,50	1,66	0,59	0,20	0,50	0,86	0,60
		12	3,44	1,42	1,70	0,50	0,21	0,37	0,73	0,64
		13	4,33	1,64	1,74	0,64	0,17	0,51	0,92	0,68
	5	14	4,14	1,69	1,64	0,73	0,18	0,54	0,93	0,71

Tabla 3.: Medidas tomadas de los arvicóridos del nivel 130.



Nivel 129

Nivel	Muestra	Arvicórida	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
129	6	15	4,19	1,65	1,69	0,92	0,25	0,61	0,83	0,76
		16	3,79	1,51	1,76	0,64	0,21	0,53	0,83	0,67
		17	3,84	1,72	1,77	0,61	0,27	0,57	0,89	0,79
		18	4,18	1,55	2,02	0,55	0,24	0,47	0,87	0,65
		19	3,64	1,57	1,72	0,83	0,24	0,52	0,85	0,74
		20	3,75	1,50	1,61	0,62	0,19	0,51	0,86	0,65
		21	3,94	1,46	1,78	0,72	0,22	0,49	0,84	0,58
		22	4,02	1,65	1,64	0,78	0,23	0,56	0,89	0,70
		23	4,19	1,60	2,12	0,73	0,23	0,48	0,86	0,71
		24	3,99	1,52	1,66	0,67	0,21	0,51	0,85	0,64
		25	4,26	1,40	1,86	0,64	0,29	0,58	0,76	0,60
		26	4,20	1,67	1,85	0,78	0,32	0,68	0,86	0,78
		27	4,00	2,00	1,90	0,94	0,35	0,49	0,97	0,88
		28	3,90	1,61	1,80	0,66	0,24	0,47	0,86	0,69
		29	3,86	1,69	1,71	0,70	0,22	0,55	0,96	0,70
		30	3,57	1,40	1,61	0,61	0,22	0,38	0,77	0,60
		31	3,82	1,55	1,66	0,70	0,21	0,47	0,87	0,65
		32	3,56	1,56	1,60	0,81	0,21	0,61	0,83	0,66
		33	4,68	1,64	2,04	0,66	0,20	0,51	0,96	0,61
		34	3,68	1,45	1,68	0,54	0,15	0,39	0,82	0,65
		35	4,01	1,54	1,82	0,51	0,20	0,43	0,91	0,63
		36	3,86	1,50	1,79	0,57	0,19	0,52	0,81	0,68
		37	3,78	1,65	1,74	0,62	0,20	0,56	0,94	0,67
		38	3,97	1,57	1,75	0,54	0,23	0,54	0,82	0,68
		39	3,42	1,31	1,41	0,49	0,19	0,45	0,81	0,50
		40	4,25	1,69	1,79	0,72	0,21	0,39	0,94	0,73
		41	3,80	1,49	1,89	0,60	0,25	0,49	0,77	0,66
		42	4,33	1,68	1,96	0,60	0,18	0,47	0,89	0,75
		43	3,99	1,62	1,85	0,47	0,21	0,47	0,92	0,68
		44	4,03	1,49	1,85	0,75	0,17	0,50	0,81	0,68
		45	4,25	1,65	1,90	0,57	0,17	0,56	0,92	0,68
		46	4,06	1,58	1,88	0,75	0,19	0,52	0,93	0,64
		47	3,02	1,17	1,43	0,31	0,21	0,17	0,63	0,51
		48	3,70	1,54	1,72	0,60	0,19	0,52	0,79	0,69

Tabla 4.: Medidas tomadas de los arvicóridos del nivel 129.

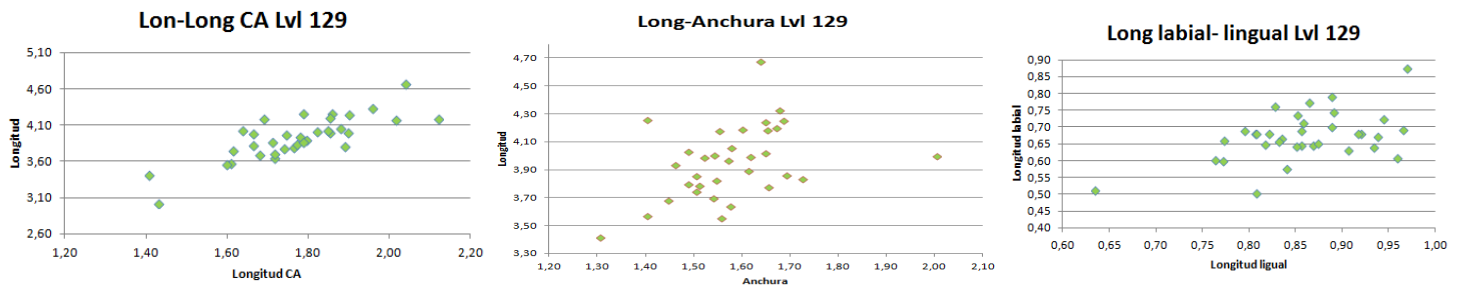


Fig. 16.: Gráficos bivariantes obtenidos con los datos del nivel 129. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónicodo. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

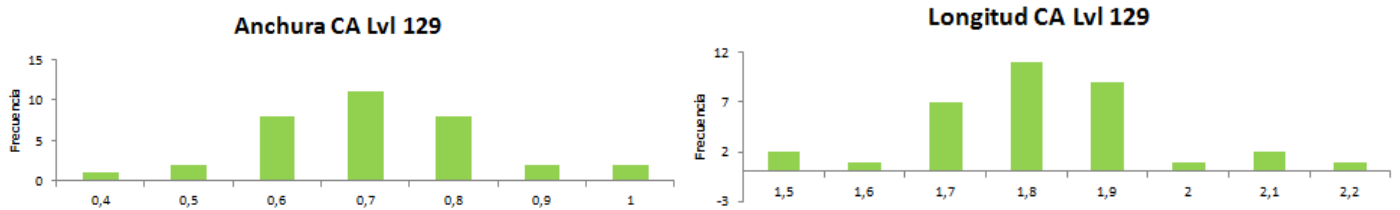


Fig.17.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 129.

Nivel 128

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
128	7	49	3,65	1,45	1,50	0,59	0,22	0,50	0,75	0,61
		50	4,26	1,63	1,90	0,48	0,24	0,54	0,92	0,70
		51	3,82	1,57	1,70	0,47	0,23	0,50	0,98	0,58
		52	3,94	1,56	1,78	0,59	0,23	0,45	0,90	0,66

Tabla 5.: Medidas tomadas de los arvicóridos del nivel 128.

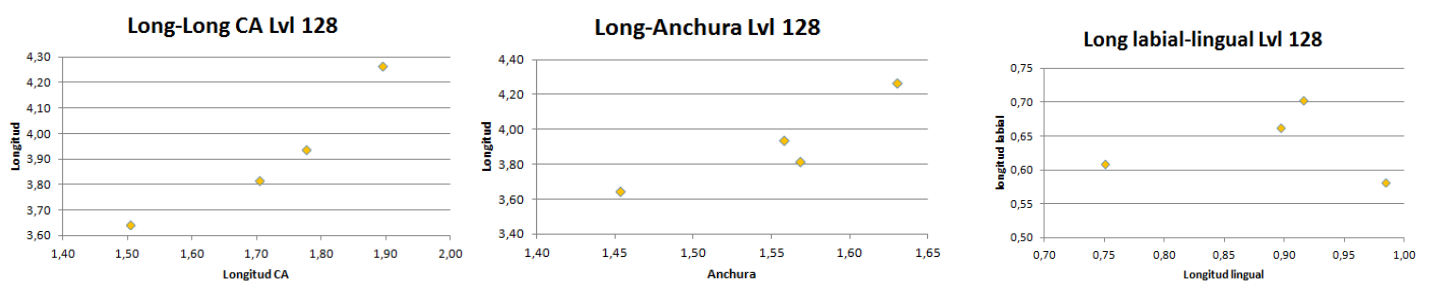


Fig. 18.: Gráficos bivariantes obtenidos con los datos del nivel 128. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónicodo. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

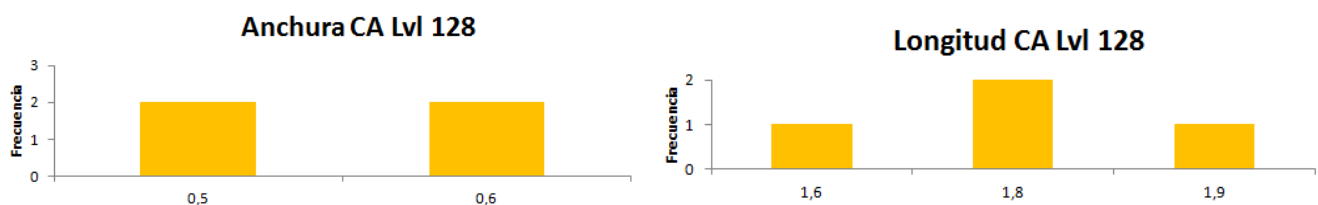
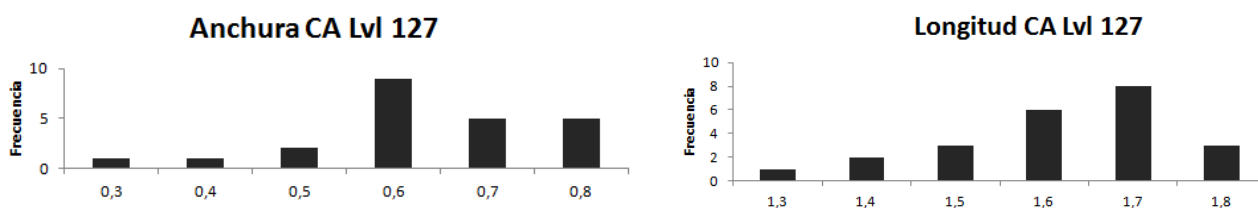
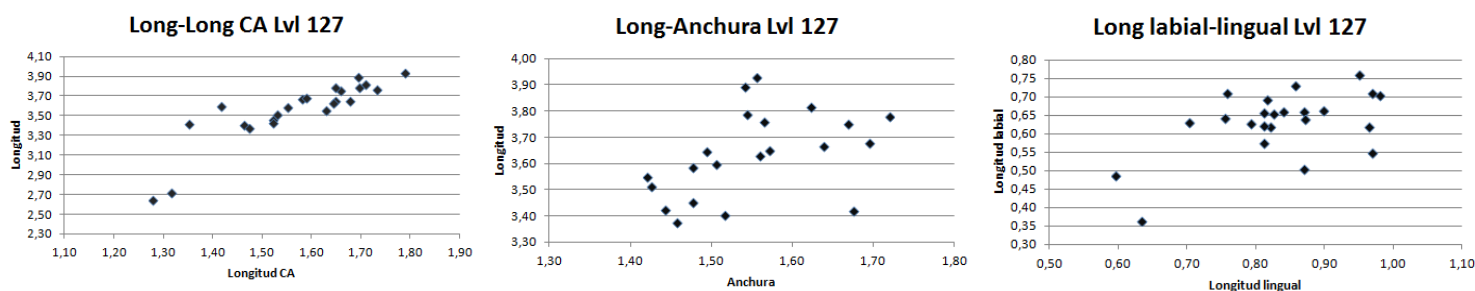


Fig.19.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 128.

Nivel 127

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	ε	Anchura Lingual	Anchura Labial
127	8	53	3,75	1,67	1,66	0,57	0,22	0,48	0,96	0,62
		54	3,65	1,57	1,65	0,63	0,24	0,48	0,87	0,66
		55	3,60	1,51	1,42	0,58	0,23	0,46	0,81	0,66
	9	56	2,71	1,00	1,31	0,29	0,19	0,24	0,63	0,37
		57	2,64	1,04	1,28	0,33	0,24	0,34	0,60	0,49
		58	3,93	1,56	1,79	0,57	0,24	0,46	0,90	0,66
		59	3,45	1,48	1,52	0,58	0,16	0,55	0,81	0,58
	10	60	3,76	1,57	1,73	0,65	0,21	0,44	0,87	0,64
		61	3,65	1,49	1,68	0,46	0,19	0,48	0,82	0,62
		62	3,59	1,48	1,55	0,65	0,22	0,52	0,81	0,62
		63	3,43	1,44	1,52	0,74	0,28	0,60	0,70	0,63
		64	3,67	1,64	1,58	0,71	0,26	0,58	0,86	0,73
		65	3,78	1,72	1,70	0,52	0,21	0,65	0,95	0,76
		66	3,89	1,54	1,69	0,44	0,20	0,51	0,97	0,55
		67	3,82	1,62	1,71	0,53	0,21	0,48	0,84	0,66
		68	3,55	1,42	1,63	0,66	0,15	0,43	0,79	0,63
	11	69	3,79	1,54	1,65	0,58	0,19	0,62	0,76	0,71
		70	3,63	1,56	1,64	0,65	0,36	0,77	0,82	0,70
		71	3,41	1,52	1,46	0,73	0,29	0,55	0,83	0,66
		72	3,51	1,43	1,53	0,59	0,25	0,43	0,87	0,51
		73	3,42	1,68	1,35	0,75	0,28	0,59	0,97	0,71
		74	3,68	1,69	1,59	0,72	0,18	0,45	0,98	0,71
		75	3,38	1,46	1,47	0,57	0,19	0,52	0,76	0,64

Tabla 6.: Medidas tomadas de los arvicolinos del nivel 127.



Nivel 126

Este nivel no presenta muestras de *Arvicola sapidus*, por lo que tampoco tiene datos estadísticos. Por ello no se pueden presentar ni tablas, gráficas ni histogramas relativos a él.

Nivel 125

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
125	12	76	4,16	1,67	1,76	0,47	0,23	0,48	0,84	0,71
		77	4,23	1,66	1,96	0,74	0,25	0,53	0,89	0,79
	13	78	3,94	1,56	1,67	0,59	0,22	0,58	0,77	0,75
		79	3,99	1,54	1,74	0,73	0,23	0,54	0,80	0,94
	14	80	3,47	1,52	1,14	0,73	0,25	0,54	0,80	0,69
		81	3,47	1,49	1,57	0,52	0,25	0,67	0,83	0,58
	15	82	4,13	1,61	1,90	0,61	0,29	0,56	0,82	0,60
		83	3,29	1,46	1,52	0,65	0,20	0,50	0,81	0,67
	16	84	3,99	1,55	1,85	0,68	0,26	0,61	0,80	0,76
		85	3,86	1,64	1,76	0,71	0,24	0,53	0,79	0,73
		86	3,63	1,53	1,53	0,65	0,24	0,58	0,80	0,66
		87	3,79	1,63	1,64	0,64	0,19	0,59	0,91	0,72
		88	3,89	1,54	1,70	0,70	0,19	0,45	0,95	0,61
	17	89	4,05	1,57	1,78	0,67	0,24	0,50	0,86	0,64
		90	3,92	1,55	1,69	0,67	0,29	0,55	0,82	0,66
		91	3,40	1,30	1,48	0,55	0,29	0,43	0,64	0,57
		92	3,16	1,32	1,41	0,34	0,21	0,33	0,73	0,55
		93	3,71	1,46	1,54	0,64	0,19	0,57	0,78	0,68
		94	4,05	1,61	1,80	0,70	0,28	0,46	0,89	0,71
	18	95	3,40	1,41	1,39	0,60	0,24	0,53	0,79	0,66
		96	4,01	1,58	1,66	0,65	0,22	0,53	0,90	0,68
		97	4,07	1,58	1,68	0,60	0,23	0,52	0,95	0,65
		98	3,66	1,53	1,67	0,70	0,23	0,48	0,76	0,69
		99	3,84	1,68	1,72	0,53	0,18	0,59	0,93	0,74
		100	3,50	1,48	1,40	0,55	0,19	0,47	0,82	0,66

Tabla 7.: Medidas tomadas de los arvicolinos del nivel 125.

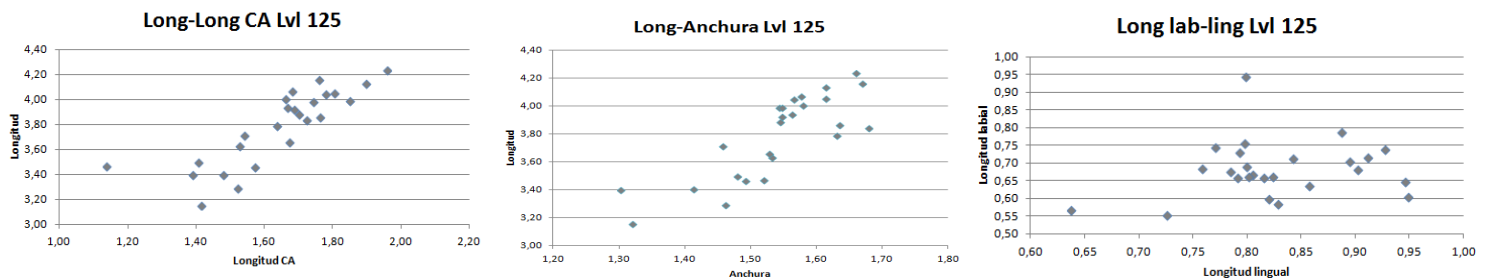


Fig. 22.: Gráficos bivariantes obtenidos con los datos del nivel 125. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónico. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

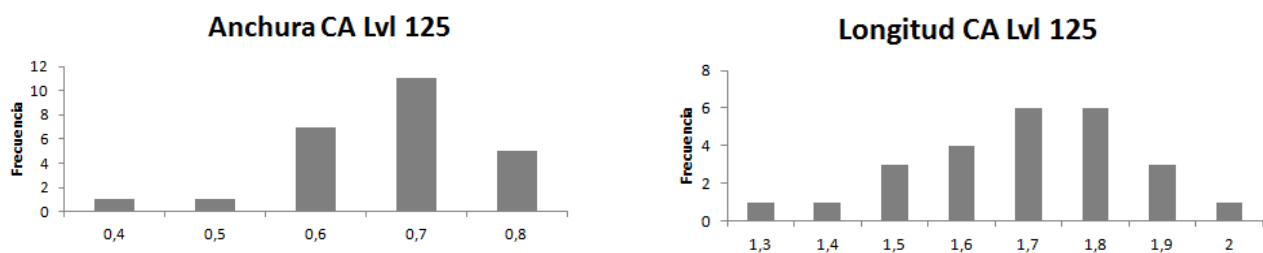


Fig.23.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 125.

NIVEL 124

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
124	20	101	3,92	1,60	1,83	0,64	0,21	0,52	0,82	0,69
		102	3,71	1,58	1,72	0,75	0,27	0,55	0,82	0,76
		103	4,02	1,64	1,84	0,50	0,21	0,52	0,91	0,76
		104	4,46	1,46	2,01	0,68	0,29	0,51	0,82	0,62
		105	3,32	1,28	1,57	0,64	0,19	0,47	0,66	0,58
		106	4,11	1,66	1,77	0,64	0,18	0,57	0,87	0,79
		107	3,29	1,53	1,46	0,70	0,19	0,50	0,83	0,68
	21	108	3,57	1,31	1,47	0,54	0,21	0,49	0,70	0,56
		109	3,80	1,52	1,85	0,63	0,23	0,56	0,77	0,72
		110	4,27	1,86	1,81	0,65	0,24	0,51	0,98	0,81
		111	3,96	1,58	1,74	0,59	0,23	0,48	0,84	0,71
	22	112	4,04	1,61	1,79	0,64	0,25	0,45	0,94	0,70
		113	3,40	1,40	1,44	0,61	0,18	0,46	0,67	0,64
		114	3,82	1,58	1,55	0,60	0,20	0,45	0,79	0,70
	23	115	4,13	1,70	1,73	0,64	0,22	0,61	0,88	0,81
		116	3,58	1,38	1,54	0,56	0,19	0,43	0,73	0,63
		117	4,08	1,69	1,74	0,66	0,19	0,57	0,87	0,79
		118	3,95	1,58	1,81	0,67	0,20	0,57	0,81	0,72
		119	4,18	1,79	1,82	0,63	0,18	0,59	0,94	0,81
		120	4,24	1,62	1,77	0,74	0,20	0,63	0,80	0,79
		121	3,83	1,48	1,77	0,54	0,24	0,38	0,83	0,62
	24	122	3,99	1,58	1,74	0,61	0,26	0,55	0,80	0,74
		123	4,15	1,66	2,02	0,63	0,33	0,53	0,79	0,78
		124	4,28	1,67	1,91	0,68	0,22	0,57	0,84	0,78
	25	125	3,85	1,59	1,72	0,57	0,20	0,54	0,78	0,76
		126	3,63	1,40	1,55	0,60	0,18	0,46	0,74	0,66
		127	3,75	1,62	1,60	0,54	0,21	0,50	0,78	0,76
		128	3,56	1,41	1,50	0,66	0,19	0,56	0,75	0,60
	26	129	4,33	1,72	1,77	0,53	0,28	0,42	0,93	0,76
		130	3,64	1,53	1,69	0,64	0,21	0,39	0,82	0,69
	27	131	3,56	1,53	1,59	0,64	0,22	0,55	0,78	0,71
		132	3,76	1,67	1,54	0,54	0,26	0,53	0,90	0,73
		133	3,66	1,53	1,62	0,58	0,23	0,52	0,78	0,72
		134	4,29	1,70	2,00	0,69	0,19	0,47	0,90	0,78
		135	4,26	1,78	1,80	0,53	0,21	0,54	0,93	0,80
		136	3,97	1,56	1,70	0,64	0,20	0,56	0,84	0,71
		137	4,05	1,54	1,72	0,65	0,21	0,58	0,77	0,74
		138	4,00	1,64	1,77	0,58	0,16	0,60	0,78	0,78
		139	4,03	1,40	1,53	0,57	0,19	0,56	0,78	0,61
		140	3,66	1,54	1,58	0,67	0,16	0,52	0,76	0,75
		141	4,06	1,61	1,88	0,53	0,19	0,43	0,82	0,79
		142	3,84	1,50	1,55	0,62	0,21	0,53	0,78	0,70
		143	4,00	1,57	1,79	0,67	0,24	0,56	0,82	0,71
	28	144	4,12	1,73	1,74	0,57	0,23	0,60	0,88	0,77
		145	4,14	1,75	1,77	0,50	0,18	0,58	0,86	0,84
		146	3,99	1,80	1,83	0,63	0,24	0,60	0,92	0,84
	29	147	4,19	1,75	1,79	0,74	0,33	0,64	0,85	0,82
		148	3,90	1,63	1,69	0,67	0,23	0,57	0,85	0,63

Tabla 8.: Medidas tomadas de los arvicóridos del nivel 124.

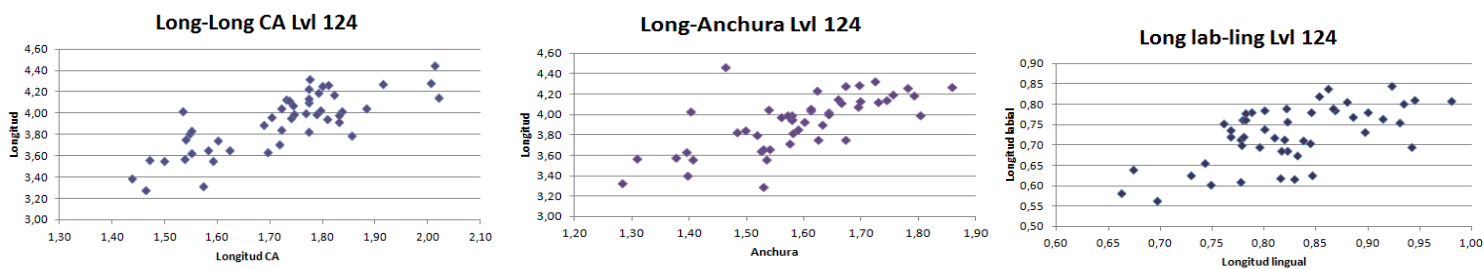


Fig. 24.: Gráficos bivalentes obtenidos con los datos del nivel 124. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónico. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

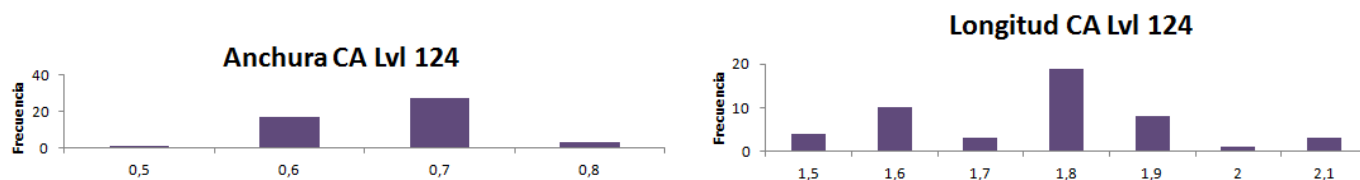
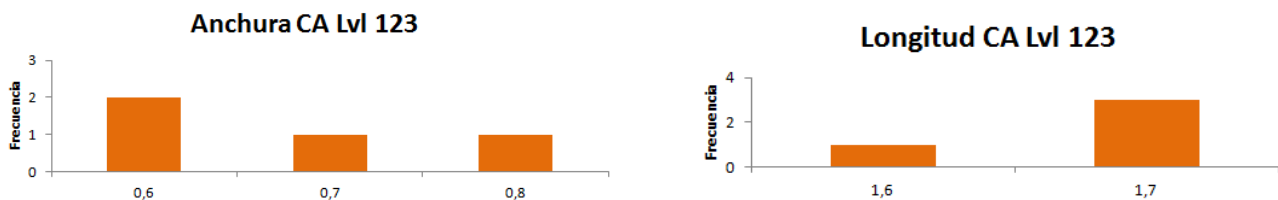
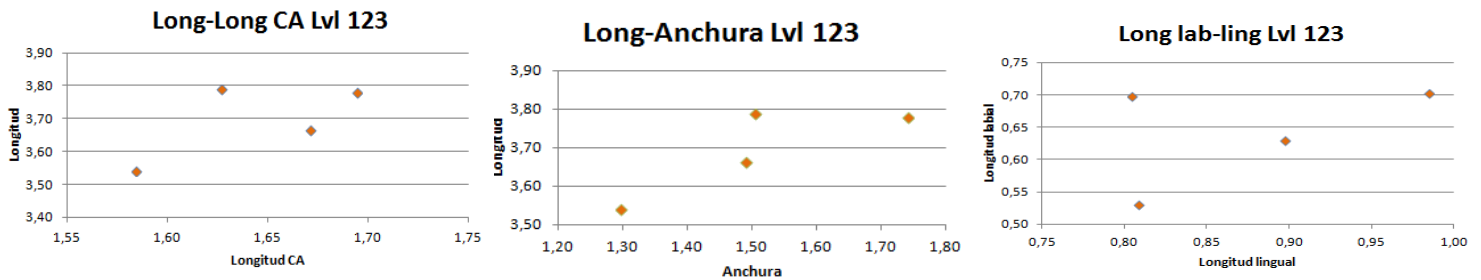


Fig.25.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 124.

NIVEL 123

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
123	34	149	3,78	1,74	1,69	0,63	0,27	0,47	0,98	0,70
	35	150	3,79	1,51	1,63	0,51	0,27	0,48	0,90	0,63
		151	3,66	1,49	1,67	0,76	0,23	0,54	0,80	0,70
		152	3,54	1,30	1,58	0,50	0,21	0,46	0,81	0,53

Tabla 9.: Medidas tomadas de los arvicolinos del nivel 123.



NIVEL 122

Nivel	Muestra	Arvicórido	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
122	36	153	4,33	1,67	1,78	0,87	0,21	0,68	0,85	0,74
		154	3,48	1,41	1,43	0,67	0,18	0,51	0,76	0,61
		155	3,66	1,46	1,66	0,63	0,25	0,58	0,75	0,67
		156	3,83	1,60	1,72	0,77	0,19	0,59	0,87	0,71
		157	3,92	1,51	1,81	0,65	0,18	0,55	0,78	0,73
	37	158	3,84	1,66	1,74	0,65	0,20	0,55	0,90	0,72
		159	3,71	1,57	1,61	0,66	0,21	0,52	0,79	0,69
		160	2,90	1,09	1,29	0,48	0,14	0,37	0,60	0,47
		161	3,86	1,62	1,68	0,67	0,21	0,41	0,87	0,71
		162	4,22	1,56	1,79	0,55	0,19	0,49	0,77	0,77
	38	163	4,40	1,77	2,00	0,79	0,20	0,61	0,93	0,77
		164	4,08	1,71	1,80	0,65	0,19	0,81	0,94	0,78
		165	3,83	1,49	1,90	0,68	0,22	0,44	0,81	0,66
		166	3,66	1,56	1,62	0,52	0,15	0,43	0,86	0,70
		167	4,12	1,51	1,77	0,59	0,20	0,50	0,80	0,67
	39	168	4,13	1,62	1,94	0,64	0,26	0,57	0,87	0,72
		169	3,86	1,43	1,72	0,66	0,22	0,53	0,73	0,69
		170	4,20	1,66	1,97	0,79	0,24	0,55	0,81	0,79
	40	171	3,20	1,30	1,54	0,36	0,23	0,40	0,77	0,53
	42	172	3,66	1,50	1,49	0,65	0,24	0,48	0,88	0,63
		173	3,97	1,62	1,83	0,79	0,30	0,57	0,80	0,70
		174	4,02	1,67	1,58	0,78	0,22	0,63	0,88	0,77
		175	4,00	1,66	1,79	0,69	0,24	0,58	0,89	0,71
		176	4,02	1,68	1,65	0,79	0,21	0,63	0,86	0,77
	44	177	4,00	1,64	1,78	0,74	0,22	0,53	0,91	0,73
	45	178	3,77	1,66	1,61	0,94	0,20	0,62	0,99	0,66
		179	3,63	1,59	1,62	0,63	0,21	0,50	0,82	0,71
	46	180	3,68	1,40	1,67	0,56	0,15	0,40	0,82	0,57

Tabla 10.: Medidas tomadas de los arvicolinos del nivel 122.

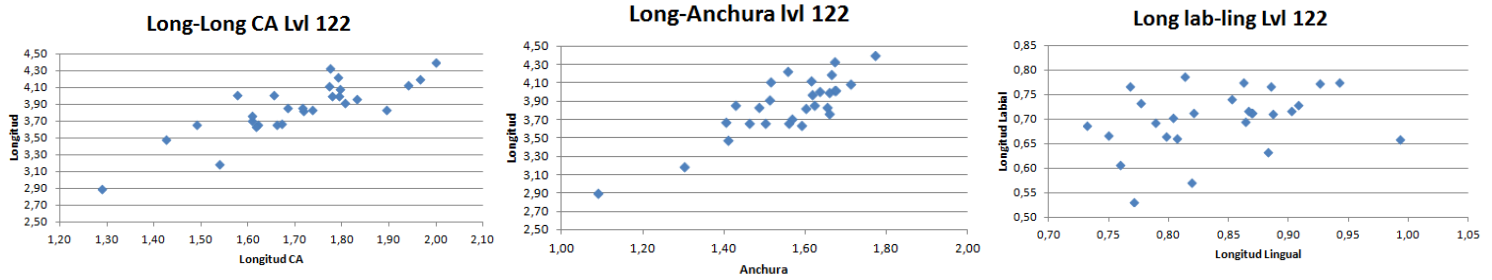


Fig. 28.: Gráficos bivalentes obtenidos con los datos del nivel 122. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónico. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

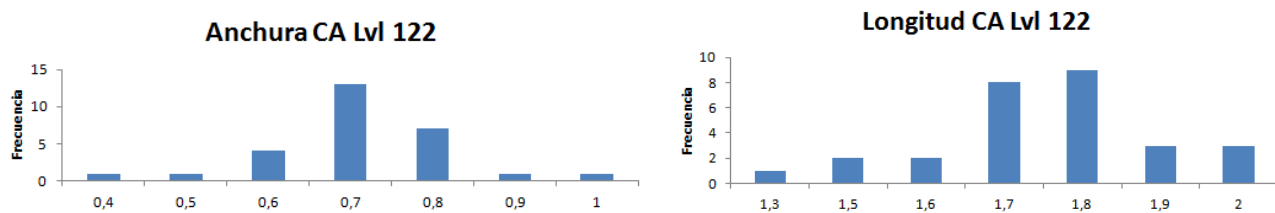


Fig.29.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 122.

NIVEL 121

Nivel	Muestra	Arvicórida	L	W	a	d	b	c	Anchura Lingual	Anchura Labial
121	47	181	3,72	1,63	1,57	0,71	0,20	0,55	0,90	0,70
	48	182	4,16	1,65	1,71	0,70	0,28	0,52	0,85	0,74
	49	183	3,56	1,53	1,49	0,68	0,20	0,39	0,85	0,64
	50	184	3,86	1,52	1,69	0,57	0,20	0,49	0,75	0,70
		185	3,91	1,60	1,60	0,75	0,25	0,58	0,80	0,74
	51	186	3,85	1,56	1,64	0,64	0,23	0,63	0,78	0,68
	52	187	4,04	1,55	1,71	0,68	0,24	0,55	0,85	0,67
		188	3,94	1,76	1,61	0,62	0,25	0,55	0,95	0,79
		189	3,89	1,69	1,64	0,51	0,23	0,46	0,94	0,72
		190	3,58	1,56	1,37	0,69	0,20	0,57	0,87	0,65
	53	191	3,90	1,55	1,59	0,59	0,21	0,51	0,84	0,64
		192	3,77	1,41	1,74	0,51	0,21	0,46	0,71	0,68
		193	3,76	1,44	1,53	0,61	0,19	0,45	0,79	0,63
		194	3,84	1,63	1,73	0,65	0,25	0,51	0,90	0,74
		195	3,85	1,49	1,56	0,55	0,20	0,51	0,84	0,62
	54	196	3,84	1,61	1,69	0,62	0,24	0,55	0,84	0,75
		197	3,47	1,46	1,56	0,54	0,24	0,43	0,78	0,64
	55	198	3,95	1,61	1,68	0,63	0,20	0,45	0,90	0,69
		199	3,46	1,38	1,48	0,71	0,24	0,45	0,74	0,60
	56	200	4,10	1,75	1,86	0,86	0,27	0,64	0,93	0,76
	57	201	3,82	1,55	1,61	0,57	0,22	0,58	0,89	0,60

Tabla 11.: Medidas tomadas de los arvicóridos del nivel 121.

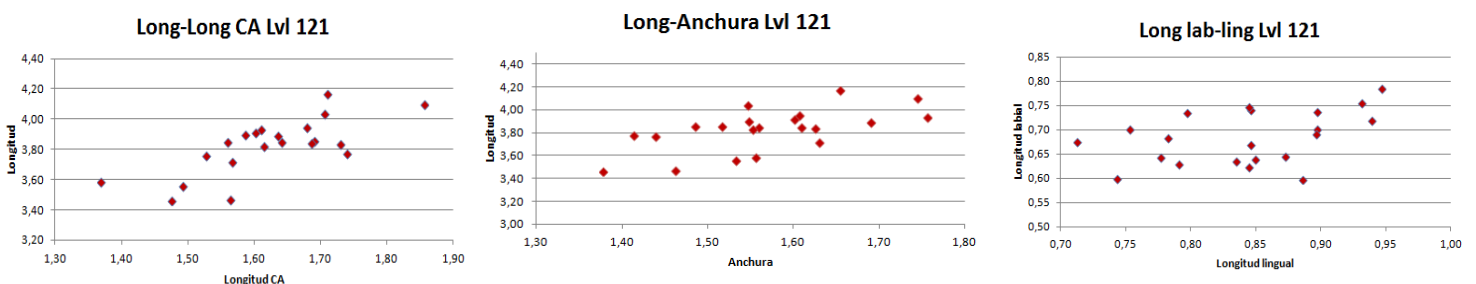


Fig. 30.: Gráficos bivalentes obtenidos con los datos del nivel 121. Izquierda: Longitud molar total frente a longitud del Complejo Anterocónico. Centro: Longitud total frente a anchura total. Derecha: Longitud labial frente a longitud lingual.

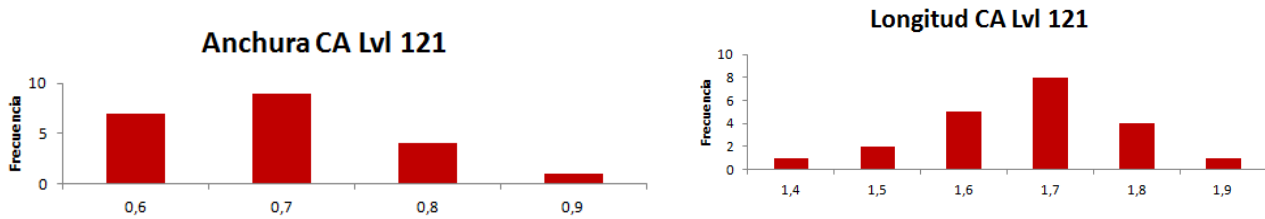


Fig.31.: Histogramas con las frecuencias en cuanto a anchura (izquierda) y longitud (derecha) que se dan en el CA del nivel 121.

7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

NIVEL 130

En los gráficos de este nivel (Figura 14) se observa claramente una cierta división debido a diferencias de tamaño en los molares analizados (14 muestras en total). En el primer gráfico se puede apreciar que hay tres familias (o poblaciones) de esta especie en la muestra estudiada. Esto se observa por las nubes de puntos concentradas en tres puntos diferentes, cuyos valores varían entre 1.5/ 3.80; 1.60/ 4; y 1.88/4.12.

Esta deducción se ve favorecida por los datos expresados en los gráficos subsiguientes. El gráfico dónde mejor se observa esta diferenciación es el que expone la longitud frente a la anchura, pues las nubes de puntos en él quedan mucho más claras y diferenciadas.

Estos datos se ven reforzados por los histogramas (Figura 15) conseguidos debidos a las variaciones de la longitud y anchura de CA, donde se aprecian dos tamaños predominantes, con una familia más discreta. En la anchura de CA predomina la familia con medidas entre 0.7 y 0.8 mm, mientras que en la longitud de CA lo hacen las de 1.7 y 1.9 mm, ambas familias diferenciadas que incluirían las medidas de 1.6 y 1.8 mm respectivamente.

NIVEL 129

En este caso tan solo se pueden identificar de forma clara dos poblaciones (Figura 16), cosa que indica que ha habido un descenso poblacional, pero aún así se observa un ascenso en el número de individuos (34) bastante importante. Este aumento se produce en la población de menor tamaño que aparecían en el nivel 130, con cierta homogeneización del tamaño de CA en los valores entre 1.60 y 2.10 mm. Aún así se aprecia una continuidad con la otra muestra, pues la mayor parte de los datos se concentran en el mismo rango de tamaños, aunque se observa un cierto aumento del rango de valores, hacia máximos y mínimos extremos, cosa que verifica la leve dispersión de la especie. Esto puede deberse a una leve variación climática, que provoque un aumento en la vegetación y una estabilización en la masa de agua en el que se desarrollen.

En los dos histogramas de este nivel (Figura 17) se aprecia que hay un aumento importante en las frecuencias de los arvicólidos con tamaños de entre 0.6 a 0.8 mm de anchura y de 1.7 a 1.9 mm de longitud. Esto puede corroborar el hecho de que las familias más pequeñas se extingan o migren hacia otro ambiente más propicio, mientras que las más grandes permanecen en el lugar en el que se encuentra la muestra. Por lo que en este periodo habría una familia dominante en el ecosistema.

NIVEL 128

En este nivel vuelve a haber tres poblaciones diferenciadas claramente (Figura 18), con una clara disminución del número de individuos, contándose tan solo 4 muestras. Esto puede ser debido a un cambio brusco en los factores ambientales que provocaron la migración o la extinción de gran parte de los individuos, quedando tan solo los más adaptados. Este cambio podría deberse a una aridificación del medio, donde se perdiese o redujese sensiblemente algún curso o masa de agua, así como la vegetación y los matorrales en los que viven y de los que se alimentan. Lo que sí se observa es un claro aumento del tamaño mínimo de los especímenes, pues la población de menor tamaño en este nivel presenta relaciones de tamaño mayores, de alrededor de entre 0.5 y 1 puntos, respecto al nivel 129. En cuanto al tamaño máximo, este se encuentra reducido respecto al anterior. Todo esto puede ser debido al ya mencionado cambio de condiciones, al que solo se adaptaron los individuos con unas medidas de tamaño medio.

Con los histogramas relativos a este nivel (Figura 19) se muestra claramente que hay una tendencia en este periodo a reducir el tamaño. En este caso la anchura se estabiliza alrededor de los 0.5 y 0.6 mm, sin sobrepasarlos, cosa que muestra una reducción respecto a esta medida. Mientras que la longitud permanece igual al nivel anterior, siendo la media los 1.8 mm, con ciertas variaciones y desapareciendo el grupo de los 1.7 mm.

NIVEL 127

Este nivel vuelve a presentar un claro crecimiento del número de arvicolinos, con un total de 23 individuos. Se podrían dividir en este caso dos poblaciones, cosa que indicaría un descenso en la variedad morfológica respecto al nivel previo. Lo que claramente se observa (Figura 20) es que hay un aumento del número de individuos de menor tamaño, que quedan reducidos a unos pocos especímenes en concreto, mientras que los de mayor tamaño se estabilizan en un rango muy semejante al que se encuentra en el nivel anterior. Esto puede indicar que hay una población de arvicolinos que en este yacimiento sigue estando presente desde el primer nivel y

corresponde a un tamaño medio, que parece ser el mejor adaptado a este medio. Este aumento de individuos indica, por lo tanto, una mejora en las condiciones ambientales y climáticas, que favorecen la reproducción y dispersión de la especie. El dato que más información aporta la de CA, que varía en el tiempo e indica las diversas poblaciones.

Lo que se observa en los histogramas (Figura 21) es que tanto la longitud como la anchura de CA se vuelve más variable. Esto es debido sobre todo al aumento de individuos. Esto podría deberse a un cambio ambiental favorable, que conllevaría la diversificación de la especie debido a las mejores condiciones. Se aprecia un pequeño aumento en la anchura de CA respecto al nivel anterior.

NIVEL 126

La ausencia de muestras de arvicolinos en este nivel puede ser debido a diferentes causas: cambios en el clima y el medio que extinguieron la especie o la obligaron a emigrar; un desastre natural que acabó con todos los representantes de la especie en la zona; que la muestra estudiada no sea lo suficientemente representativa y por ello no se puedan sacar conclusiones al respecto; o que el nivel estuviese alterado, bioturbado o antropizado y no se pudiesen encontrar las muestras de *Arvicola sapidus* que en su momento existía en el lugar.

NIVEL 125

En este nivel aumentan los individuos (25), y se diferencian dos poblaciones (Figura 22). Hay un claro aumento de la longitud tanto del molar como de CA, cosa que indica un aumento de tamaño en los especímenes, permaneciendo estable la anchura respecto al nivel 127. Esto indicaría que ambas poblaciones estarían relacionadas, aunque esta última sería de mayor tamaño, y podrían indicar condiciones ambientales más favorables, debido a su brusco aumento de la longitud molar.

En los histogramas de la Figura 23 se observa que la longitud de CA es el parámetro que más modificado se ha visto respecto al nivel 127, tras la inexistencia de arvicolinos en el nivel 126. Mientras que la anchura se ha visto modificada, pero apenas en un rango notable, permaneciendo casi estable. Esto lleva a deducir que ha habido un claro aumento de tamaño en *Arvicola sapidus* debido a una mejor condición climática, con aumento de las zonas abiertas y húmedas.

NIVEL 124

Con las gráficas de la Figura 24 podemos observar una clara homogeneización de la muestra. El número de especímenes aumenta (48 en total), pero su longitud

permanece estable respecto al nivel 125. Se puede apreciar, en todo caso, un leve aumento en la anchura y en la longitud lingual. No se pueden apreciar claramente poblaciones individualizadas, pero se observan leves cambios de tamaño que podrían ayudarnos a diferenciar dos poblaciones. Esto ayudaría a demostrar la continuidad ambiental entre el nivel 125 y 124. Por ello se podría decir que en esta época existe un ambiente idóneo para la reproducción de la rata de agua, que aumenta el número de individuos y hace que estos evolucionen hacia un patrón semejante, con unas medidas muy similares.

En los histogramas (Figura 25) se observa que la anchura de CA aumenta levemente y la longitud se mantiene relativamente estable, excepto porque los valores de 1.7 mm se ven drásticamente reducidos. Esto nos ayuda a indicar las diferencias de poblaciones existentes en este nivel, pues el cambio de tamaño se aprecia más claramente.

NIVEL 123

Con las gráficas de este nivel (Figura 26) se aprecia una drástica disminución del número de individuos en este nivel, contando tan solo con 4 muestras. Además, se observa también una amplia diversificación de tamaños, que nos permite identificar dos poblaciones. La tendencia a homogeneizar el tamaño que era patente en el nivel 124, desaparece en este nivel, mostrándose unas claras diferencias. Desaparecen los individuos con tamaños más extremos, es decir, los de menor y mayor tamaño y solo sobreviven los de tamaño medio (entre 1.50 y 1.70 mm de longitud de sus muelas). Este cambio implicaría un drástico cambio en el clima y el ambiente, que se volvería más árido y seco, provocando con ello la muerte de gran parte de los individuos o haciendo que migrasen hacia otros ambientes más idóneos.

En los histogramas de la Figura 27 se observa la clara disminución de especímenes, así como su tamaño, pues la anchura con mayor frecuencia es la de 0.6 mm (que en el nivel 124 era de 0.7 mm), mientras que la longitud con más frecuencia es la de 1.7 mm, 0.1 mm menos que en el nivel 124. Esto representa un leve descenso en el tamaño de los arvicólidos respecto al nivel anterior, a pesar de que el número de poblaciones se mantiene constante.

NIVEL 122

En los gráficos de la Figura 28 ya se aprecia la clara diferencia entre este nivel y el anterior. En este se produce un gran aumento de individuos (28), así como el aumento del rango de todas las medidas (tanto en los niveles de menor tamaño como en los de

mayor). Este cambio podría ser debido a una nueva etapa de clima favorable, con lluvias continuas o estacionales que mantuviesen cursos o masas de agua estables, con gran cantidad de vegetación herbácea y matorrales (Román, 2006). Esto ayudaría a la reproducción y a la rápida expansión y diversificación de *Arvicola sapidus*. Con estos gráficos, a su vez, se podría establecer una diferenciación de dos poblaciones, que sería la única cosa que se mantendría estable desde el nivel anterior. Estas poblaciones se podrían establecer en función de la longitud de su M1 (entre 3.10 y 4 mm; y entre 4 y 4.5 mm) o en función del tamaño de su CA (como aparece en los histogramas de la Figura 29) (entre 1.3 y 1.75 mm; y entre 1.8 y 2 mm).

NIVEL 121

Este último nivel representa la última etapa evolutiva, tanto climática como morfológica de *Arvicola sapidus* que se va a estudiar en este informe. En las gráficas de la Figura 30 se observa una disminución en el número de individuos, quedando tan solo 21 muestras. A su vez también se aprecia un estrechamiento del rango de la longitud y la anchura, que establece unos límites menos variables en cuanto al tamaño de los arvicólidos de este nivel. Aún a pesar de estas pequeñas variaciones, de forma general, se observa una estabilidad en las muestras, cosa que indica que de un nivel a otro no ha habido un fuerte cambio ambiental. Este débil cambio en el tamaño y, por lo tanto, en la morfología, posiblemente esté debido a un leve enfriamiento o aridificación del clima, pero no lo suficiente como para producir una extinción masiva, sino que lleva a la evolución de distintas formas de esta especie.

Como se muestra en los histogramas de la Figura 31, se podrían diferenciar dos poblaciones, dentro de los mismos rangos que se diferenciaban en el nivel 122. Esto quiere decir que el número de poblaciones, a pesar de sufrir cambios en su tamaño, han permanecido estables desde el nivel 127.

VARIACIONES CLIMÁTICAS TOTALES

Con todos los datos gráficos del apartado 6, y con las deducciones obtenidas en este apartado, se obtiene una gráfica que muestra las variaciones en cuanto al número de especímenes de cada nivel respecto al anterior y al siguiente. Estas variaciones, asociadas a las ya comentadas variaciones climáticas y ambientales, se aprecian por un claro descenso en el número de individuos, representado de forma sencilla en la Figura 32. En dicha figura quedan representados los niveles estudiados (en el eje vertical) frente al número de individuos (en el eje horizontal). En la Tabla 12 quedan recogidos estos datos numéricos.

Variaciones climáticas de la cueva de El Mirón

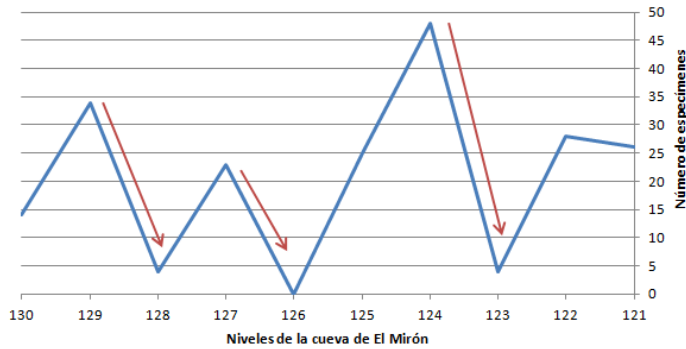


Fig.32.: Variaciones climáticas en la cueva de El Mirón. Las flechas rojas indican descensos en el número de individuos, relacionados con cambios climáticos abruptos.

Niveles	Nº especímenes
130	14
129	34
128	4
127	23
126	0
125	25
124	48
123	4
122	28
121	26

Tabla 2.: Número de especímenes por nivel, de los niveles 130 al 121.

Con esto se observa de forma clara que hay tres variaciones bruscas, ya indicadas pormenorizadamente en la descripción de los niveles, que indicarían tres cambios ambientales y climáticos, que llevaron a *Arvicora sapidus* a su extinción o a su dispersión por otros ambientes más favorables.

8. CONCLUSIONS

As we can see, the molar length from *Arvicola sapidus* is one of the most important measures to know how the climate and ambient was in the past, especially in the El Mirón cave. All the measures we take from the molar (M1) allows to see what was the change in the morphometric and morphology characters from the studied species. Also the quick change and evolution of all this parameters, especially total length, CA length, and width, in a short period of time allows to observe climate and ambiental variations in a specific area, that we want to study. For this, the micrommamal fauna are a big resource to appreciate this kind of variation and denote bio and chronostratigraphic relationships between different local areas or, even, to observe specific variations inside the same stratigraphic column. For example, in this work we focus in the morphologic variation of M1 from *Arvicola sapidus*, to deduce the climatic change in the El Mirón cave in the Solutriense-Musteriense period. For this we centered in see the demographic variation in all the studied levels, do graphics and histograms and, later, deduce changes of ambient and climate due to the morphologic changes.

For all this we can observe three different abrupt climate changes in all this levels, from the 130 to the 121. The first appears in level 128, because we can observe drastic decrease of the number of specimens, from thirty four to four in only one level. This can be taken for an abrupt climate change, which makes difficult the life conditions, leading to spread the specie to another ambient, far from the El Mirón cave or, even, leading to

the extinction of a large portion of *Arvicola sapidus*. This conditions can be climate cooling or climate aridification. Both of them caused decrease in water courses or water bodies and extinction or decrease of the vegetation that feeds arvicoline. For this the species decreased so quickly.

After this level, quickly, the El Mirón cave fills another time with this water vole in level 127. Those represent another climate change, to favorable conditions for life from the species. But this change, that provides food and water and makes larger the size of the vole, just takes this level. From this, to de next (126) the species disappears. This disappearing represents the second abrupt climate change, with very hard conditions and a massive extinction or migration to another place. This climate change prevents *Arvicola sapidus* to reproduce, find food or, even, endure the temperature.

After this level, the climatic conditions vary again, make the cave more comfortable to the arvicoline, from the level 125 to 124. In both levels the populations remains stable, increasing the number of the individuals from twenty five to forty eight. But, another time, after this, the conditions makes more difficult and the number of specimens decreased drastically. We take this change like the third abrupt climate change. In level 123 we only can observe four individuals. This change makes the climate more difficult to live, decrease the vegetation and the water and for this, *Arvicola sapidus* can not spread. However, this change is not as drastic as the represented in level 126. In the figure 32 we can see a graphic which represents this threes abrupt climate variations.

As we can see, at the final of level 121 and at the beginning of level 121, we appreciate a downward trend that maybe indicates other climate change, but in this case this change is gradual, not abrupt.

In other terms, in all the levels studied, we only can identified three or two populations. This populations oscillate from one level to another. In the 130 we see three, in 129 two, in 128 three another time and in 127 this population stabilize and we see two populations until the later level. This differentiation can be different populations of *Arvicola sapidus* or only different ages of the same specie. This last possibility is related with the different measures of the specie caused by growth of the specimens from young to adult, that is, ontogenetic development.

9. BIBLIOGRAFÍA

• ARTÍCULOS CONSULTADOS

Cuenca-Bescós, G., Agustí, J., Lira, J., Melero-Rubio, M., Rofes, J. A new species of water vole from Early Pleistocene of Southern Europe. *Acta Palaeontologica Polonica* 55 (4). 2010. Pag 565-580.

Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., Laplana, C. Los arvicóridos (Rodentia, Mammalia) de los niveles inferiores de Gran Dolina (Pleistoceno Inferior, Atapuerca, Burgos, España). *Revista Española de Paleontología*, 10 (2). 1995. Pág 202-218.

Cuenca-Bescós, G., Marín-Aroyo, A. B., Martínez, I., González-Morales, M. R., Straus, L. G. Relationships between Magdalenian subsistence and environmental change: The mammalian evidence from El Mirón (Spain). *Quaternary International* 272-273 (2013). Elsevier. Pag 125-137.

Cuenca-Bescós, G., Straus, L.G., García-Pimienta, J.C., González-Morales, M.R., López-García, J.M. Late Quaternary small mammal turnover in the Cantabrian Region: The extinction of *Pliomys lenki* (Rodentia, Mammalia). *Quaternary International* 212 (2010). Elsevier. Pag 129-136.

Cuenca-Bescós, G., Straus, L. G., González-Morales, M. R., García-Pimienta, J. C. The reconstruction of past environments through small mammals: from the Mousterian to the Bronze Age in El Mirón Cave (Cantabria, Spain). *Journal of Archaeological Science* 36 (2009). Elsevier. Pag 947-955.

Cuenca-Bescós, G., Straus, L. G., González Morales, M. R., García-Pimienta, J. C. Paleoclima y paisaje del final del Cuaternario en Cantabria: los pequeños mamíferos de la cueva de El Mirón (Ramales de la victoria). *Revista Española de Paleontología*, 23 (1). 2008. Pag 91-126.

Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., Laplana-Conesa, C. Importancia biocronológica y paleoclimática de los roedores en los yacimientos de homínidos del Pleistoceno Inferior y Medio de Atapuerca (Burgos), 1998. Fundación Ramón Areces, Madrid. Pág 75-96.



González Morales, M.R., Straus, L. G. La cueva del Mirón (Ramales de La Victoria): excavaciones 1996-1999. Trabajos de Prehistoria, 57, Nº 1. 2000. Páginas 121-133.

Tormo Cuñat, C. Los roedores e insectívoros de los niveles gravetinses de la Cova de les Cendres (Teulada-Moraira, Alicante). Implicaciones paleoclimáticas. Archivo de Prehistoria Levantina. Vol XXVIII, Valencia, 2010. Pág 47-71.

Ventura, J.. Rata de agua- Arvicola sapidus Miller, 1908. Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Departamento de Biología Animal, Vegetal y ecología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona.

- WEBS CONSULTADAS O UTILIZADAS

Rohlf, J.F. Morphometrics at SUNY stony Brook. (ultimo acceso el día de septiembre de 2014).

<http://life.bio.sunysb.edu/morph/index.html>