

**Diversidad y evolución durante el Óptimo Climático del Plioceno:
el caso del múrido *Stephanomys*.**

**Diversity and evolution during the Pliocene Climatic Optimum: the case of the
murid *Stephanomys*.**



Trabajo de Fin de Grado
Francisco Damián Suárez Quintana
Tutorizado por Penélope Cruzado Caballero y Vicente Crespo
Grado en Biología. Septiembre 2022

ÍNDICE

1. Resumen	4
2. Introducción:.....	5
2.1. Familia Muridae.....	5
2.2. Género <i>Stephanomys</i>	6
2.3. Características del periodo estudiado: Mioceno superior y Plioceno	6
2.4. Contexto geológico y yacimientos.....	7
2.4.1. Cueva de La Fosforita	10
2.4.2. Moreda	10
2.4.3. Rambla Seca.....	10
3. Objetivos.....	11
4. Material y métodos	11
4.1. Técnicas de recolección y preparación del material	12
4.2. Triado.....	12
4.3. Abreviaturas.....	13
4.4. Nomenclatura.....	13
4.5. Medidas.....	14
5. Resultados.....	15
5.1. Especies	16
<i>Stephanomys thaleri</i> López Martínez, Michaux y Hutterer, 1998	16
<i>Stephanomys donnezani</i> Depéret, 1890.....	23
<i>Stephanomys minor</i> Gmelig Meyling y Michaux, 1973	27
5.2. Bioestratigrafía.....	29
6. Conclusiones.....	31
Bibliografía:.....	34

Agradecimientos

Quisiera agradecer a todos aquellos que me han apoyado incondicionalmente durante el transcurso de la carrera. A la gente que estuvo desde el principio, mis padres y amigos más cercanos, a los que se fueron incorporando a mi vida con el paso de los años y que, actualmente, forman parte de mi día a día. Como no, a los profesores que de una u otra forma, han sido capaces de transmitirme conocimiento sobre esta bonita ciencia. Dar las gracias a mis tutores Vicente y Penélope por ayudarme siempre que lo he necesitado, así como tener paciencia conmigo. Por último, pero no menos importante, me gustaría hacer una mención a los compañeros de laboratorio que he tenido durante estos meses. Algunos desde que comencé el TFG y otros a los que conocí cuando estaba terminando el trabajo de laboratorio. De todo corazón, mil gracias.

1. Resumen

La familia Muridae es conocida por su gran diversidad de géneros, destacando entre ellos el género *Stephanomys*, hoy en día extinto y que se caracteriza por su estefanodoncia, poseyendo unas coronas altas en sus molares. Las diversas especies de este género estuvieron presentes en la península ibérica, Francia, incluso Italia y Argelia durante el Plioceno (Neógeno), sobre todo durante el conocido como Óptimo Climático del Plioceno. Esta amplia distribución fue causada por la Crisis de Salinidad del Messiniense, durante la cual el mar Mediterráneo se secó parcialmente, permitiendo el paso de especies entre continentes. Con el fin de descubrir nuevas especies o encontrar variaciones en las ya conocidas, se han medido diversos parámetros y buscado diferencias morfológicas que permitiesen concluir qué especie o especies teníamos en nuestro material procedente de los yacimientos de Cueva de La Fosforita, Rambla Seca y Moreda, determinando la presencia de *Stephanomys thaleri*, *Stephanomys donnezani* y *Stephanomys minor*. Tras ello, se buscaron diferencias morfológicas dentro de cada especie: con respecto a *S. thaleri*, el t12 de sus M1 es variable, poseyendo un mayor marcado, así como una pronunciación mayor en t5 y t8 en los M2; en el caso de *S. donnezani*, destaca el tamaño variable de los t1bis y t2bis en los M1.

Palabras clave: Muridae, micromamíferos, molares, karst, península ibérica, Andalucía.

Abstract

The Muridae family is known for its great diversity of genera, among them the *Stephanomys* genus, nowadays extinct, which is characterised by its stephanodontia, having high crowns on its molars. The various species of this genus were present in the Iberian Peninsula, France, even Italy and Algeria during the Pliocene (Neogene), especially during what is known as the Pliocene Climatic Optimum. This wide distribution was caused by the Messinian Salinity Crisis, during which the Mediterranean Sea partially dried up, allowing the passage of species between continents. In order to discover new species or find variations in those already known, we have measured several parameters and searched for morphological differences that would allow us to conclude which species or species we had in our material from the sites of Cueva de La Fosforita, Rambla Seca and Moreda, determining the presence of *Stephanomys thaleri*,

Stephanomys donnezani and *Stephanomys minor*. Following this, morphological differences were sought within each species: in relation to *S. thaleri*, the t12 of its M1s is variable, possessing a larger size, as well as a larger pronunciation at t5 and t8 in the M2s; in the case of *S. donnezani*, the variable size of the t1bis and t2bis in the M1s is relevant.

Keywords: Muridae, micromammals, molars, karst, iberian peninsula, Andalusia.

2. Introducción:

2.1. Familia Muridae

Los micromamíferos son un grupo polifilético no natural de pequeños mamíferos, dentro del cual se incluyen los eulipotiflos (erizos, topos y musarañas, entre otros), los lagomorfos (conejos y liebres), los quirópteros (murciélagos) y los roedores (como es el caso de los ratones, ratas, ardillas, castores y un largo etcétera). Sus restos fósiles han sido objeto de estudio durante décadas, pues son fáciles de extraer, suelen estar bien conservados y aportan gran cantidad de información, desde su determinación taxonómica hasta su dieta (Minwer-Barakat Requena, 2005). En este grupo se encuentran englobadas diversas familias, siendo la más abundante y diversa la familia Muridae, con más de 100 géneros, como *Paraethomys*, *Occitanomys*, *Castillomys*, *Apodemus* o *Micromys*, entre muchos otros, y unas 500 especies, sin contar las extintas, que sería aproximadamente un 20% más (Mansino *et al.*, 2010). Existe una disputa sobre la posición que debería tomar este grupo, pues algunos autores consideran que se trata de una superfamilia (Muroidea) con varias subfamilias mientras que otros le adjudican el rango de familia, siendo esta última suposición la más aceptada y la utilizada en este trabajo. Son mamíferos con una gran variedad de tamaños distribuidos por todo el globo a excepción de la Antártida, habitando desde bosques húmedos hasta desiertos áridos, con hábitos alimenticios variables, encontrando especies granívoras y oportunistas según la disponibilidad del alimento, principalmente (Piñero García, 2017). Su fórmula dentaria es 1.0.0.3, es decir, poseen un incisivo y tres molares (carecen de caninos y premolares), siendo una dentición braquidonta (dientes con raíces y coronas bajas) y bunodonta (cúspides redondeadas), aunque hay casos en los que la dentición es diferente, como en el género *Stephanomys*, que son hipsodontos (coronas altas). Sus molares tienen cuatro cúspides principales y otras adicionales en su parte anterior, correspondientes al anterocónido. En el caso de los molares superiores, estos añaden a su morfología una fila más de cúspides funcional en

la parte lingual, mientras que los inferiores pueden poseer otra fila de cúspides en la parte labial (Piñero García, 2017). Predominaron en el Mioceno superior o tardío, dividido en Tortoniense (11'62 - 7'25 Ma) y Messiniense (7'25 - 5'33 Ma), en el Plioceno (5'33 - 2'58 Ma) y hasta la actualidad, siendo importantes para la bioestratigrafía de estas épocas, así como para determinar el intercambio faunístico producido entre África, Asia y Europa. En esta familia se encuentran diversos géneros, como hemos mencionado con anterioridad, siendo el género extinto *Stephanomys* el objeto de estudio en este trabajo.

2.2. Género *Stephanomys*

El nombre del género hace alusión a la estefanodoncia de sus dientes ya que, en comparación con otros géneros de la familia Muridae, este posee una corona alta en sus molares, es decir, son hipsodontos. Así como otros múridos, *Stephanomys* predominó en el Mioceno tardío y Plioceno (Neógeno), y sus restos son utilizados como método de datación indirecta. Este género podría haber surgido durante el Turolense a partir de la especie *Occitanomys adroveri*, que a su vez derivó de *Occitanomys sondaari* (Piñero García, 2017). Habitaron la península ibérica y en una parte de Francia (Occitania), aunque algunas especies, *Stephanomys numidicus* y *Stephanomys debruijni*, poblaron Argelia e Italia, respectivamente (Minwer-Barakat Requena, 2005). Se trata de un género con preferencia de lugares herbáceos, forestales o semiacuáticos (García-Alix *et al.*, 2008).

2.3. Características del periodo estudiado: Mioceno superior y Plioceno

El Neógeno es un periodo que da comienzo hace 23'03 Ma y concluye hace 2'58 Ma. Este periodo engloba dos épocas: el Mioceno y el Plioceno (Fig. 2). Para el estudio de fósiles de estas épocas se emplea la conocida como zonación MN (Mammal Neogene zones). Esta consiste en correlacionar localidades con determinados fósiles de mamíferos presentes en el Neógeno, marcando el inicio o el fin de cada zona MN. Pese a ello, no se considera una unidad bioestratigráfica ni cronoestratigráfica, pues no coinciden con sus definiciones, pretendiendo ser unidades cronológicas (Mein, 1975). Las diferentes épocas engloban varios pisos, que son unidades cronoestratigráficas definidas por criterios bioestratigráficos. Existen pisos marinos y terrestres, siendo “equivalentes” entre sí y

diferenciados por los organismos empleados para su datación (foraminíferos en marinos y micromamíferos en terrestres, por ejemplo), así como por su dispersión geográfica.

El Mioceno agrupa varios pisos marinos siendo los relevantes en este trabajo aquellos que hacen alusión al Mioceno superior o tardío, es decir, Tortoniense (11'62 - 7'25 Ma) y Messiniense (7'25 - 5'33 Ma), mientras que el Plioceno está conformado por el Zancliense (5'33 - 3'6 Ma) y Piacenziense (3'6 - 2'58 Ma). Los equivalentes continentales de estos dos últimos son el Rusciniense (Plioceno inferior) y el Villafranquiense (Plioceno superior; Vangengeim *et al.*, 2005). Existe una tendencia a confundir el Villaniense con el Villafranquiense (Fig. 2), siendo considerado sinónimos por diversos autores. Esto es una tendencia errónea, pues el Villafranquiense tiene una extensión mayor, incluyendo parte del Pleistoceno (Minwer-Barakat Requena, 2005).

Durante el Messiniense sucedió el evento conocido como “La Crisis de Salinidad del Messiniense”. Este suceso produjo la desecación parcial del Mar Mediterráneo debido a su desconexión con el Océano Atlántico, evidenciado por una gran acumulación de sal. Sin embargo, no ocurrió una única desconexión, pues para que se acumule tal cantidad, se requieren varios ciclos de conexión y desconexión. Por ello se proponen dos modelos para explicar este evento: uno de cuenca somera (dsecación) y otro de cuenca profunda (no desecación). Esto permitiría el paso de especies de África a Europa y viceversa. Posteriormente durante el Plioceno ocurre la conocida como “Inundación del Zancliense”, produciéndose la entrada de agua del Océano Atlántico a través del estrecho de Gibraltar y marcando el final de la crisis salina (Estrada & Ercilla, 2021).

El Plioceno (5'33 - 2'58 Ma) es una época en la que suceden fluctuaciones climáticas, ocurriendo una elevación de la temperatura global entre los 3'15 - 2'85 Ma, acontecimiento conocido como el “Óptimo Climático del Plioceno”. Se cree que puede haber sido causado por un aumento de CO₂ atmosférico y cambios en las corrientes oceánicas, dando lugar a temperaturas superficiales más cálidas (Chandler, 1997). Los microfósiles de esta época muestran un clima más cálido y una gran diferencia en los niveles de humedad con respecto a los actuales (Chandler, 1997).

2.4. Contexto geológico y yacimientos

Andalucía es considerada rica geológicamente hablando debido a su diversidad y variabilidad, encontrando tres dominios geológicos (el Macizo Ibérico, la Cordillera

Bética y las Depresiones Neógenas) con historias geológicas propias e individuales, que según Villalobos y Pérez (2006) se caracterizan por:

El Macizo Ibérico, perteneciente al Cámbrico (538 - 485 Ma), aflora al norte del río Guadalquivir y da forma a las alineaciones montañosas de Sierra Morena, presentes al norte de Jaén, Córdoba, Huelva y Sevilla. El conjunto de rocas que lo forman es variable, siendo las metamórficas y las plutónicas (granitos y afines) las más representativas, con edades comprendidas entre el Precámbrico y el Paleozoico. Este dominio se encuentra dividido en tres zonas: zona Centro-Ibérica, que ocupa la parte más oriental (Jaén y Córdoba); zona Ossa-Morena, abarca la zona central (Sevilla y Córdoba); zona Sudportuguesa, siendo la zona más occidental (Sevilla y Huelva).

Constituyendo el segundo dominio geológico presente en Andalucía (o el primero si hablamos de extensión), tenemos la Cordillera Bética. Esta cordillera se extiende desde Cádiz a Almería, prolongándose hasta Murcia, Valencia y Baleares. En este dominio podemos diferenciar las Zonas Externas y las Zonas Internas, siendo fruto de una primera subdivisión. Las Zonas Externas, las más próximas al Macizo Ibérico, cuyos materiales se encontraban depositados en un mar al sur de dicho dominio geológico y que, durante la Orogenia Alpina, acaban emergiendo. Las otras zonas, las Zonas Internas (más meridionales), están constituidas por rocas metamórficas más antiguas y deformadas, que formaron parte de un sector de la corteza terrestre que se desplazó hacia el oeste hasta colisionar con la Placa Ibérica, provocando la emersión y apilamiento de las Zonas Externas.

El último de los dominios es el denominado Depresiones Neógenas, cuya formación se inició con la colisión entre las Zonas Internas y la Placa Ibérica, quedando sumergidas bajo el mar aquellas áreas más deprimidas, continuando en ellas la sedimentación. Está caracterizado por su escasa deformación e importantes episodios de actividad volcánica. En este dominio podemos diferenciar dos grandes conjuntos: la Depresión del Guadalquivir y las Depresiones Intramontañosas. La primera corresponde a la cuenca de antepaís que encuentra ubicada entre la Cordillera Bética y el Macizo Ibérico, siendo la más extensa depresión neógena, mientras que el segundo conjunto se encuentra dentro de la propia cordillera.

El material empleado en el estudio proviene de tres yacimientos kársticos presentes en Andalucía: Cueva de la Fosforita, Córdoba; Moreda y Rambla Seca, Granada

(Fig. 1). Estos corresponden a dos de los tres dominios mencionados anteriormente: Cueva de La Fosforita en el Macizo Ibérico; Rambla Seca y Moreda en las zonas externas de la Cordillera Bética.

Los karsts se forman por la disolución de rocas solubles, como las calizas (son las más comunes, pero también se puede dar lugar sobre evaporitas, cuarcitas e incluso hielo), debido a una reacción química: el agua de la lluvia o de fusión de nieve obtiene acidez en abundancia de CO₂ disuelto. Esta característica permite la formación de bicarbonato cálcico (muy soluble en agua) a partir del agua y la caliza. Cuanto más pura sea esta última, habrá mayor proporción de carbonato cálcico (Villalobos & Pérez, 2006). La velocidad de este proceso de disolución depende de diversos factores. Entre ellos se encuentra el grado de fracturación de la caliza, que facilita la infiltración de agua, produciéndose la disolución también en su interior. Generalmente es un proceso lento que dura desde miles hasta millones de años. El paisaje kárstico que se genera se caracteriza por presentar abundantes formas de disolución en superficie y un sistema de cavidades subterráneas. Con esta disolución también se genera un residuo insoluble de color rojizo, compuesto por minerales de arcilla y óxido de hierro. Estos paisajes pasan por varias fases: fase embrionaria (inicio de la disolución y formación del paisaje kárstico), fase de juventud (incrementa la disolución debido a la infiltración y circulación del agua, desarrollando formas en superficie y subterráneas), fase de madurez (se acentúan las formas de relieve y se forman los primeros espeleotemas en los interiores de las cavidades) y fase de senilidad (la superficie caliza está eliminada casi en su totalidad y las cavidades empiezan a rellenarse, predominando la sedimentación y fosilización; Villalobos & Pérez, 2006). En estos yacimientos podemos encontrar gran variedad de restos de micromamíferos que, según la hipótesis escatológica, algunos podrían proceder de excrementos o egagrópilas de carnívoros (Mellett, 1974). El estudio de las asociaciones fósiles presentes en estos rellenos kársticos, así como su sedimentología y mineralogía, permiten conocer las condiciones tanto paleoclimáticas como paleoecológicas que existían en la región. Además, se debe añadir que los rellenos de estas cavidades ofrecen buenas condiciones para la conservación de los sedimentos que los ocupan (Castillo, 1998), siendo posible apreciar este detalle en gran parte del material estudiado.

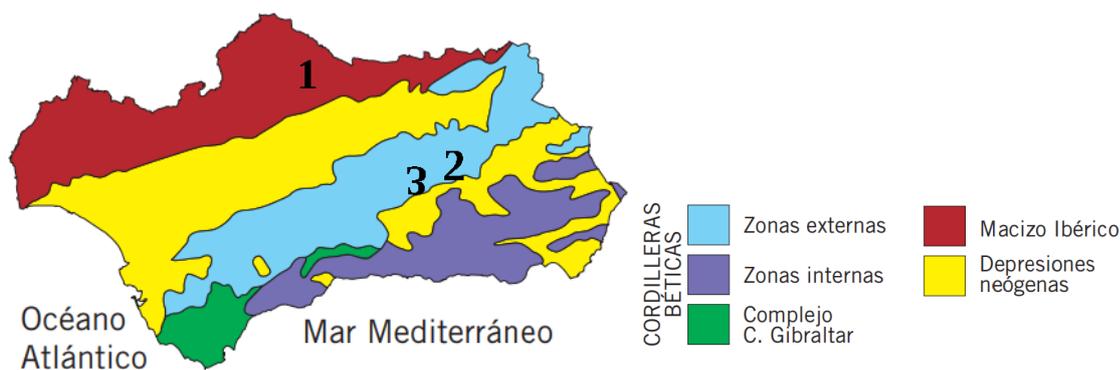


Figura 1. Dominios geológicos y yacimientos en estudio de Andalucía. 1: Cueva de La Fosforita. 2: Moreda. 3: Rambla Seca. Imagen modificada de Villalobos & Pérez (2006).

2.4.1. Cueva de La Fosforita

Este yacimiento se encuentra en la Sierra Palacios, Bélmez (Córdoba). Se encuentra constituido por fosfato criptocrystalino colofome, tipo colofana, en ganga de calcita, productos arcillosos y algo de calcedonia (Aizpurúa *et al.*, 1982). Cronológicamente está situado en el Rusciniense final (MN15), perteneciente al Plioceno (Castillo, 1990).

2.4.2. Moreda

Este yacimiento se localiza en la Cordillera Bética (Granada), estando compuesto por sedimentos arcillosos, cantos y costras estalagmíticas (Castillo, 1990). Se encontraron restos de interés en el nivel MO-3 (Villafranquiense, MN16, Plioceno).

2.4.3. Rambla Seca

Se encuentra dentro del Dominio Subbético Interno de las Zonas Externas de la Cordillera Bética (Granada), encontrado en un relleno de fisura kárstica mayormente arcilloso, la cual se encuentra sobre dolomías y calizas triásicas (Castillo & Alcalde, 1991). De todos los niveles que conforman a este yacimiento, el interesante para este estudio ha sido RS-A3 (MN15, Plioceno).

3. Objetivos

Como objetivo general, el trabajo se centra en la búsqueda de variabilidad dentro del género *Stephanomys* con el fin de conocer su evolución.

Este estudio tiene diversos objetivos específicos, los cuales surgen a partir de la premisa de estudiar, describir, catalogar y diferenciar las especies del género *Stephanomys* presentes en los materiales estudiados. Para ello se emplearon los molares superiores e inferiores. Los objetivos específicos son:

- Inventariar los molares superiores e inferiores del género *Stephanomys* procedentes de tres yacimientos kársticos de Andalucía.
- Búsqueda de diferencias entre especies y entre los restos de una misma.
- Conocer la distribución y paleodiversidad del género en los yacimientos ya mencionados.

4. Material y métodos

El material empleado en este trabajo, molares superiores e inferiores, fue recolectado por la profesora Carolina Castillo Ruiz en las campañas realizadas entre 1986 - 1988 durante la realización de su tesis doctoral, siendo obtenidos mediante muestreo estratificado, tomando datos y muestras de los distintos niveles (Castillo, 1990).

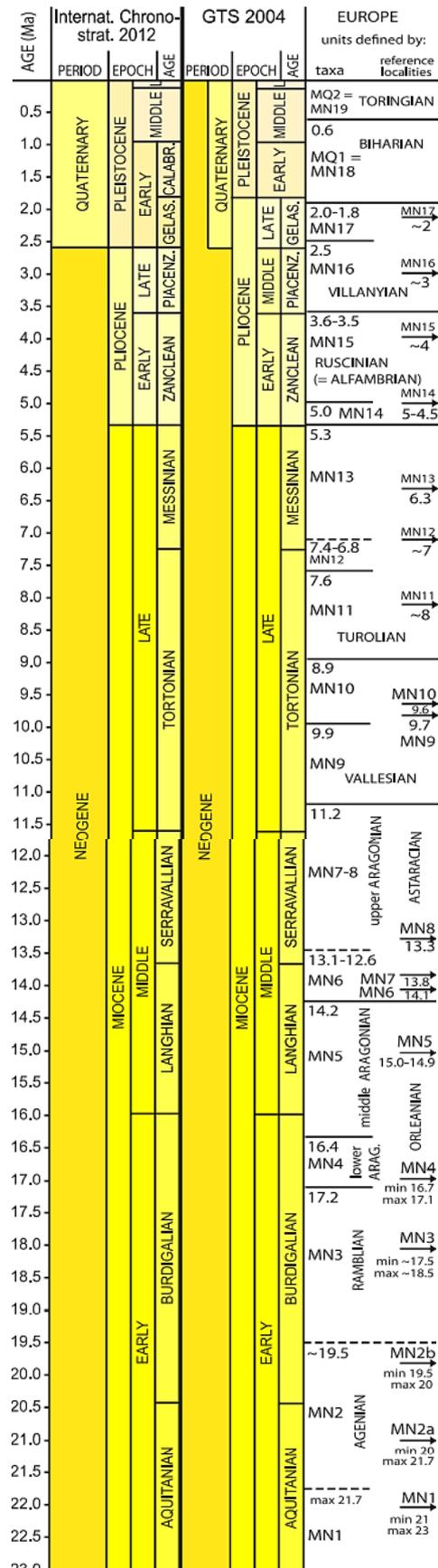


Figura 2. Terminología geocronológica. Imagen de Hilgen *et al.* (2012).

4.1. Técnicas de recolección y preparación del material

Debido a su pequeño tamaño y que el sedimento es poco compacto, el material es sometido a un lavado/tamizado con el fin de obtener las muestras y eliminar todo aquello que no sea relevante. Para poder dar comienzo, es necesario que el sedimento esté completamente seco y, posteriormente, lavarlos sobre diversos tamices con distinta luz de malla, oscilando entre los 2 cm y los 0'5 mm. Tras este procedimiento, se deja secar el material para ser sometido a diferentes procesos que variarán en función de la naturaleza del sedimento (Castillo, 1990).

En apartados anteriores mencionamos que los yacimientos de los que procede el material son kársticos. En este tipo de yacimientos se emplea la técnica del ataque-ácido con el fin de disgregar el sedimento. Esta consiste en lavar el sedimento en una mezcla de agua y ácido acético 10-20%, permitiendo la disgregación de la matriz carbonatada y la liberación del material de interés. Se debe tener en cuenta que puede ser abrasiva para las muestras en superficie, por lo que se deben proteger con un adhesivo semisintético. Tras la realización de este procedimiento, se lava el material y se deja secar, repitiendo el proceso si fuera necesario. Si el sedimento es arcilloso, poco compactado y rico en materia orgánica, se emplea agua oxigenada diluida. Con este tipo de técnicas se pueden causar daños irreversibles en los materiales, quedando inservibles para futuros estudios (Castillo, 1990).

4.2. Triado

La fase de triado consiste en la separación del material fósil de los restos de sedimento empleando una lupa binocular y pinzas. Las piezas que estaban en buen estado y/o se podía medir al menos un parámetro, se montaron en pasta limpiatipos. Aquellas piezas que estaban fragmentadas o en mal estado de conservación, se empleó un adhesivo semisintético con base de nitrato de celulosa diluido en acetona para consolidarlas (Castillo, 1990).

Para la realización de este trabajo, se separaron y seleccionaron más de 1000 piezas haciendo uso de pinzas y una lupa Olympus SZX12, siendo 854 molares relevantes, sin fragmentar (al menos en principio) y en los que se podía medir como mínimo un parámetro (anchura o longitud). Las piezas que no cumplían al menos uno de los dos requisitos, fueron descartadas. Aquellas que no coincidían con la morfología de

los molares del género a estudiar en el presente trabajo también fueron descartadas. Entre estos 854 molares, encontramos tanto molares superiores como inferiores, primer, segundo o tercero. De todos ellos, 19 ejemplares proceden del yacimiento de Moreda, 14 de Rambla Seca y 821 de la Cueva de la Fosforita. Hay que añadir que algunos molares se encontraban insertados en su mandíbula, encontrando varias en las que se conservaban los tres molares. No todos los ejemplares fueron montados durante la realización de la tesis doctoral de la profesora Carolina Castillo, siendo necesario hacerlo en pasta de miga de pan sobre piezas de Lego® con el fin de facilitar la observación, manipulación y marcado/siglado de las piezas. Aquellos molares que sí habían sido montados por la profesora fueron extraídos de su montaje original para añadirlos al material de estudio, siguiendo el mismo procedimiento. Posteriormente se siglan, añadiendo un número identificativo y las siglas del yacimiento que usaremos para referirnos a cada uno de los molares del estudio. Para finalizar, se procede a tomar imágenes y medidas que serán de utilidad en este trabajo. De todos los ejemplares fotografiados y medidos, se han elegido 30 de cada molar de las diferentes especies (en caso de tener esa cantidad o más), siendo un número significativo para estudiar la variabilidad.

4.3. Abreviaturas

CF: Cueva de la Fosforita; MO: Moreda; RS: Rambla Seca; TCH: Tollo de Chiclana; La Bullana: LB; L: longitud; A: anchura; desviación típica: Desv. Típica; max: Máximo; min: Mínimo; M: molar superior; m: molar inferior; M1: primer molar superior; M2: segundo molar superior; M3: tercer molar superior; m1: primer molar inferior; m2: segundo molar inferior; m3: tercer molar inferior; t: tubérculo.

4.4. Nomenclatura

La terminología empleada para las descripciones de los molares inferiores es la propuesta por van de Weerd (1976), mientras que las cúspides de los superiores han sido nombradas según el criterio de Miller (1912), es decir, cada cúspide va asociada a un número precedido de la letra “t” de tubérculo (Fig. 3). De esta forma no sólo se realizan las descripciones de los molares del género *Stephanomys*, sino de todos los múridos.

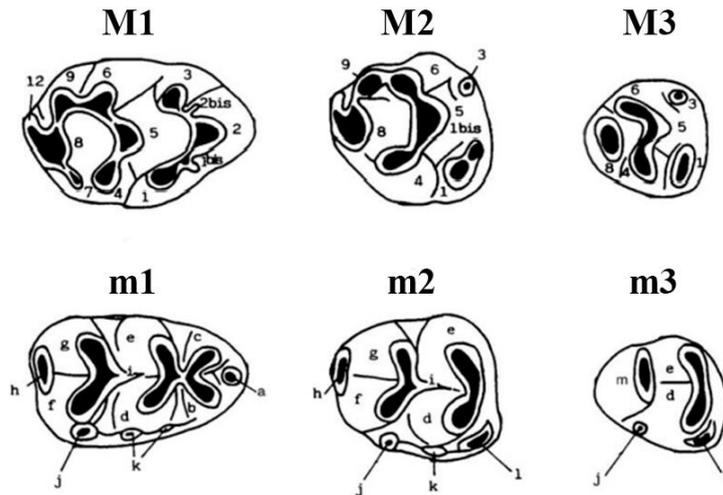


Figura 3. Molares inferiores: a. tubérculo medio anterior (tma); b. lóbulo labial del anterocónido; c. lóbulo lingual del anterocónido; d. protocónido; e. metacónido; f. hipocónido; g. entocónido; h. cingulo posterolingual o tubérculo posterior; i. cresta longitudinal; j. cúspide accesoria posterior (c1); k. cúspides accesorias en el cingulo labial; l. cúspide anterolabial. Molares superiores: se refiere a cada tubérculo empleando la letra “t” junto a un número. Imagen modificada de Minwer-Barakat Requena (2005).

4.5. Medidas

Para la toma de medidas, anchura y longitud (Fig. 4), se han seguido los criterios de Martín Suárez y Freudenthal (1993). Para la toma de fotos en vista oclusal y la obtención de las medidas de todos los ejemplares se ha empleado una lupa Olympus SZX12 con una cámara AxioCam HRc incorporada.

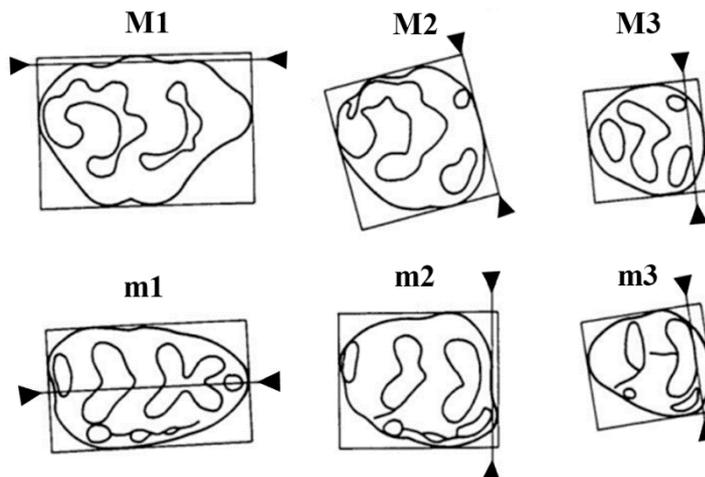


Figura 4. Criterios propuestos por Martín Suárez y Freudenthal (1993) para la toma de medidas en los molares de Muridae. Los triángulos señalan las líneas de referencia. Imagen tomada de Martín Suárez & Freudenthal (1993).

5. Resultados

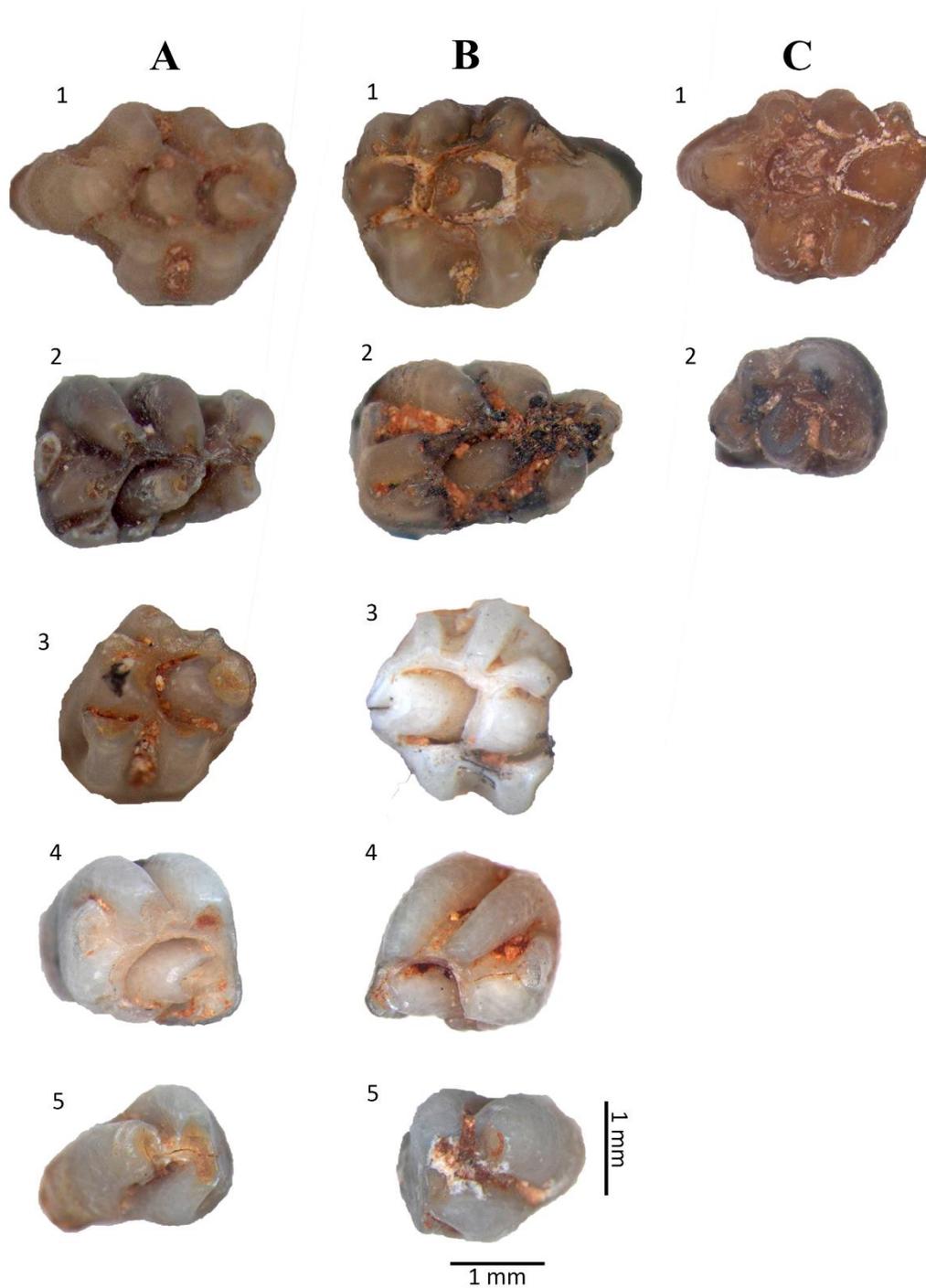


Figura 5. Molares superiores e inferiores de las especies aquí descritas. **A.** *S. donnezani*: 1. M1 izquierdo en vista oclusal; 2. m1 derecho en vista oclusal; 3. M2 izquierdo en vista oclusal; 4. m2 derecho en vista oclusal; 5. m3 derecho en vista oclusal. **B.** *S. thaleri*: 1. M1 derecho en vista oclusal; 2. m1 derecho en vista oclusal; 3. M2 derecho en vista oclusal; 4. m2 izquierdo en vista oclusal; 5. m3 izquierdo en vista oclusal. **C.** *S. minor*: 1. M1 izquierdo en vista oclusal; 2. M3 derecho en vista oclusal.

5.1. Especies

Orden Rodentia Bowdich, 1821

Suborden Myomorpha Brandt. 1855

Superfamilia Muroidea Illiger. 1811

Familia Muridae Illiger, 1811

Género *Stephanomys* Schaub, 1938

***Stephanomys thaleri* López Martínez, Michaux y Hutterer, 1998**

Localidades: Cueva de la Fosforita (CF) y Rambla Seca (RS-A3).

Material estudiado y medidas:

Rambla Seca-A3:

Molar	Número	L min	L media	L max	A min	A media	A max
M1	1		3'18			2'41	
M2	2	2'27	2'29	2'30	2'25	2'28	2'31
m2	2	2'11	2'22	2'32	2'11	2'12	2'13
m3	1		1'70			1'61	

Tabla 1. Medidas de longitud (L) y anchura (A) de los molares pertenecientes a *S. thaleri* del yacimiento RS-A3.

Cueva de La Fosforita:

Molar	Número	L min	L media	L max	A min	A media	A max	L Desv. Típica	A Desv. Típica
M1	143	2'4	3'18	3'9	1'77	2'29	2'72	0'33	0'20
m1	29	2'35	2'71	3	1'5	1'84	2'15	0'16	0'16
M2	127	1'77	2'33	2'91	1'77	2'30	2'63	0'25	0'18
m2	141	1'71	2'09	2'5	1'65	2'02	2'37	0'16	0'14
m3	2	1'77	1'88	1'98	1'6	1'70	1'79		

Tabla 2. Medidas de longitud (L) y anchura (A) de los molares pertenecientes a *S. thaleri* del yacimiento CF.

Descripción:

M1: Presentes todos los tubérculos, con cúspides redondeadas. Los t1bis y t2bis están presentes, siendo t2bis casi inapreciable, mientras que t1bis se ve con mayor frecuencia, observable en 22 de los 30 ejemplares y estando bien diferenciado, mientras que en los 8 restantes no se aprecia. t4 de gran tamaño, mayor que t7 y separado de t1 por un espacio notorio. Los tubérculos más grandes son t5 y t8, con proporciones similares (0'50 – 0'60 mm aproximadamente). El t12 es fácilmente diferenciable de t8 y t9 en la parte posterolabial. El t1 está retrasado con respecto a t3, caso que ocurre en 7 de los ejemplares, mientras que t7 está adelantado con respecto a t6, pero retrasado comparado con t9. Existe una “línea” basal de esmalte apreciable entre los tubérculos, siendo baja y difícilmente apreciable entre ellos. Los tubérculos son más o menos finos, aunque en 8 ocasiones aparentan ser más gruesos en la base. En 11 de los 30 M1 la cúspide de t12 puede estar más pronunciada, concluyendo que es la morfología original de este tubérculo.

M2: Presentes todos los tubérculos característicos de M2, es decir, t1, t3, t4, t5, t6, t8 y t9, siendo los de la zona labial los más delgados. El t1bis es de pequeño tamaño, casi inapreciable en todos los casos, al contrario que t3. El t4 es más ancho que largo y está separado de t1. Los t5 y t8 tienen proporciones similares, aunque este último puede ser hasta medio milímetro mayor, por lo que el tamaño de ambos oscila entre 0'7 – 1 mm, aproximadamente. En 26 de los 30 ejemplares podemos encontrar estos dos tubérculos algo más alargados, destacando el t8, poseyendo originalmente esta morfología. El t9 es reducido en comparación con t4. El t8 posee una cúspide de gran tamaño, siendo de las más destacables. El t4 se encuentra atrasado con respecto a t6, pudiendo encontrarse a la misma altura en 5 de los 30 ejemplares. En CF-1286 se puede observar una ligera inclinación de los tubérculos hacia la cara labial, siendo los presentes en esta misma los más delgados que se han visto en este trabajo. La línea basal de esmalte también está presente, aunque no es tan notoria como en los M1.

m1: Este molar es más grueso por la parte posterior que en la anterior. El tubérculo medio anterior es de dimensiones considerables, siendo una parte importante para el reconocimiento de este molar. Los lóbulos labial y lingual del anterocónido se encuentran presentes, estando el lingual ligeramente adelantado al labial. En 2 de los ejemplares esta característica no está presente, es decir, ambos lóbulos del anterocónido se encuentran a la misma altura, paralelos. La cresta longitudinal crea una especie de separación entre el

protocónido y el resto de los tubérculos, pero en este caso, la separación puede estar interrumpida por el hipocónido. El protocónido se ve atrasado con respecto al metacónido. El hipocónido y el entocónido están unidos en forma de “V”, estando este último adelantado con respecto al otro. Posterior a ellos podemos encontrar un tubérculo posterior bastante pequeño en 11 ejemplares de los 30 ya mencionados, mientras que en el resto adquiere un tamaño algo más significativo. Las cúspides accesorias del cíngulo labial (son dos) y la cúspide accesoria posterior son pequeñas y reconocibles en la parte labial, aunque pueden no apreciarse bien del todo si el ejemplar está desgastado. Aparentemente, todos los tubérculos son igual de gruesos desde su base hasta llegar a su cúspide, sin presentar zonas más gruesas. Pese a ello, cierto es que las cúspides se pueden observar algo más finas que el resto del tubérculo. En 20 de los 30 ejemplares se puede ver claramente como los tubérculos tienden a inclinarse ligeramente hacia la zona labial, característica de este tipo de molar.

m2: Cúspide anterolabial de gran tamaño, sobresaliendo por delante del protocónido y seguida de una cúspide accesoria del cíngulo labial bastante reducida. La primera mencionada tiene forma triangular, aunque cuando se produce desgaste no pierde la forma por completo, pero sí que sus bordes se pueden apreciar más redondeados. Si seguimos en dirección al tubérculo posterior (también bastante pequeño), nos encontraremos con una cúspide accesoria posterior junto al hipocónido. El hipocónido y el entocónido se encuentran bien desarrollados, estando el primero retrasado con respecto al segundo. El protocónido se separa por un surco creado por el resto de las partes que lo rodean, siendo la más importante la cresta longitudinal. El metacónido está caracterizado por su gran tamaño, casi fusionado con el protocónido, estando este último retrasado con respecto al metacónido. Los tubérculos son gruesos en prácticamente todo su dominio, siendo posible encontrar variaciones con respecto a otras especies. En 9 de los 30 el hipocónido puede adquirir un grosor un tanto mayor. El entocónido y el metacónido tienden a inclinarse hacia los tubérculos de la parte labial, observable en casi todos los ejemplares, pero destacando uno de los ejemplares por mostrar este aspecto mejor que el resto.

m3: Molar casi tan ancho como largo. La cúspide anterolabial es pequeña y se orienta en la misma dirección que el protocónido, aunque en un ejemplar esta inclinación no es tan notoria. La cúspide accesoria posterior está a pie del “tubérculo posterior”, cuyo tamaño es casi inapreciable. Su “tubérculo posterior” está muy bien marcado, teniendo un grosor considerable, convirtiéndose en el tubérculo con mayor dimensión de este tipo de molar.

Dicho “tubérculo posterior” está separado del resto de partes por dos depresiones, una a cada lado, pudiendo ser observadas en vista oclusal y en vista lateral. El protocónido y el metacónido están presentes, “compartiendo” su cúspide, ocurriendo igual que en *S. donnezani*. El protocónido es un poco mayor y posterior al metacónido.

Discusión:

Aunque los valores medios de las proporciones sean muy aproximados a los obtenidos por Minwer-Barakat Requena (2005) en su tesis doctoral, se puede comprobar la gran disparidad existente entre los tamaños máximos y mínimos de este trabajo respecto a los presentados en su estudio. En él se midieron longitudes y anchuras de diversos molares de la especie *Stephanomys thaleri* procedentes de varios yacimientos, entre ellos TCH-3 (Tollo de Chiclana 3), que a su vez entran dentro de la variación de la localidad tipo (Seynes, Francia). Si comparamos las medidas de los yacimientos en los que encontramos esta especie (Cueva de La Fosforita y Rambla Seca-A3), se puede considerar que existe variación significativa en los tamaños del yacimiento CF (Fig. 6) pese a que las desviaciones no lo reflejen (M1: A = 0'20, L = 0'30; M2: A = 0'18, L = 0'25; m1: A = 0'16, L = 0'16; m2: A = 0'14, L = 0'16; tabla 2). Por esto se debe mencionar la diferencia de tamaños máximos y mínimos de algunos molares encontrados en los dos yacimientos estudiados. En primer lugar, el tamaño mínimo y máximo de los M2 procedentes de Cueva de La Fosforita distan bastante de las medidas obtenidas a partir de los ejemplares de RS, destacando la longitud máxima (2'91 mm) y la anchura máxima (2'63 mm) en CF. Como ya se ha mencionado, las desviaciones típicas son bajas, pero atendiendo a la figura 6 se puede comprobar que existen diferencias significativas con respecto a tamaño. En el caso de M1, M2 y m3, el ejemplar más grande dista del más pequeño 1 milímetro, aproximadamente, por lo que se confirma la existencia de variabilidad dentro de la población.

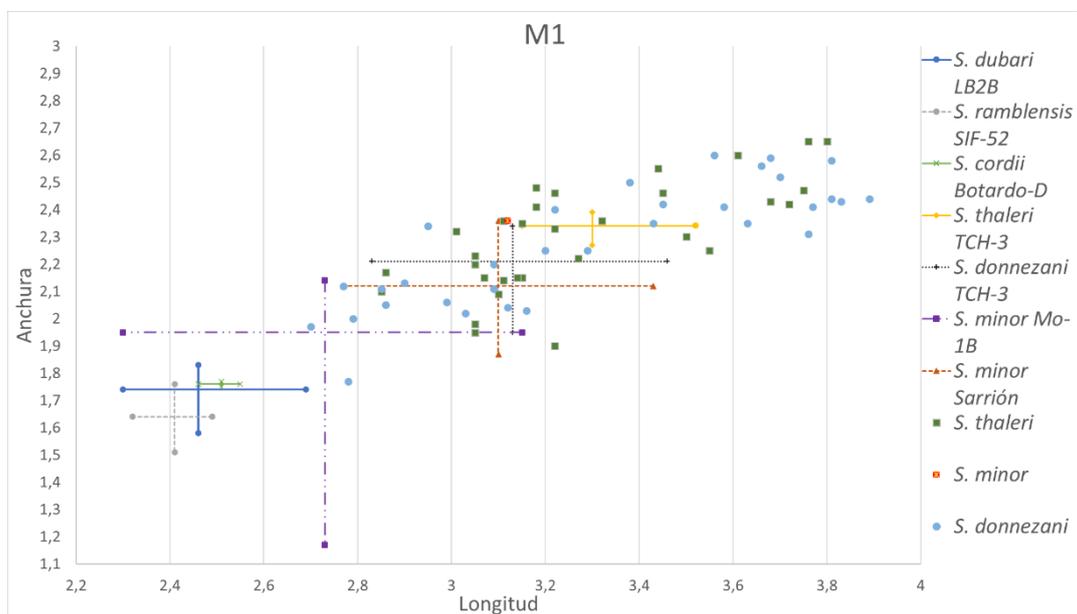
Aun así, se ha realizado un estudio con el fin de observar la variabilidad de esta especie dentro de cada yacimiento, entre los mismos y en comparación con otras especies de otros yacimientos. Los ejemplares obtenidos en CF presentan entre sí pequeñas variaciones, como puede ser un mayor marcado de t12 en los M1. Esta característica puede llevar a confusión con *S. donnezani*, aunque en esta última el t12 se encuentra más pronunciado. El único M1 de RS tiene un detalle bastante interesante no observado en CF: los tubérculos de la cara labial son algo más delgados que los de la cara lingual. Con respecto a los M2, pueden encontrarse ejemplares con t5 y t8 más pronunciados, o con

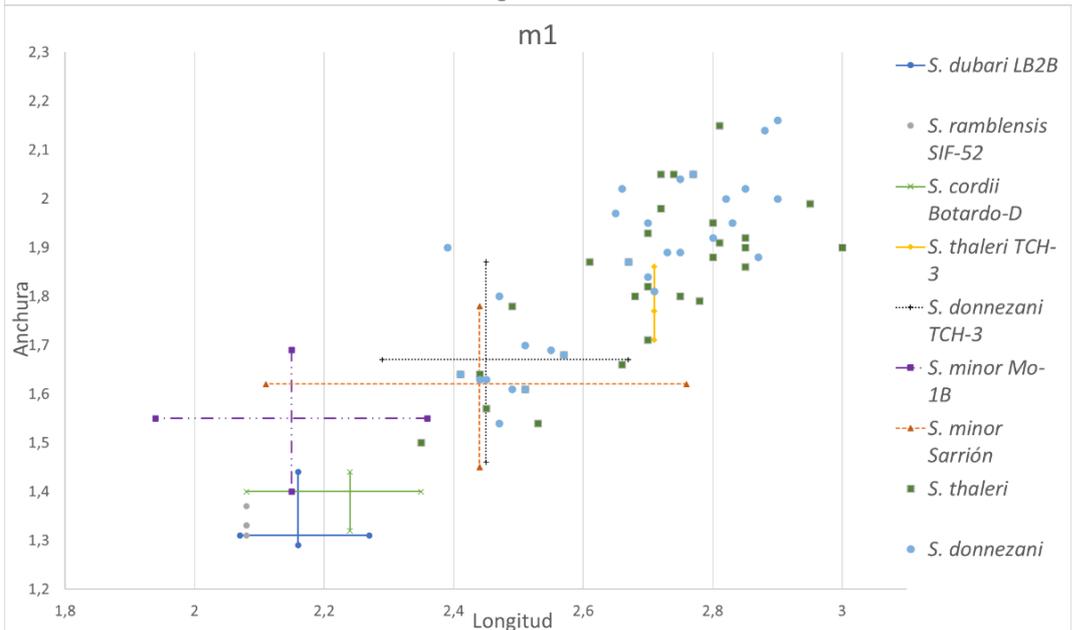
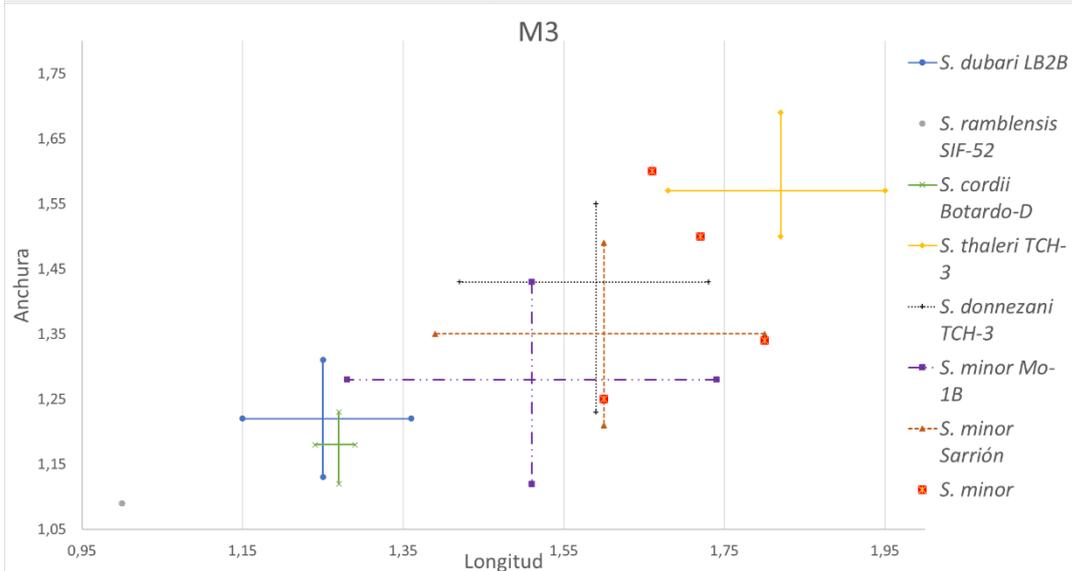
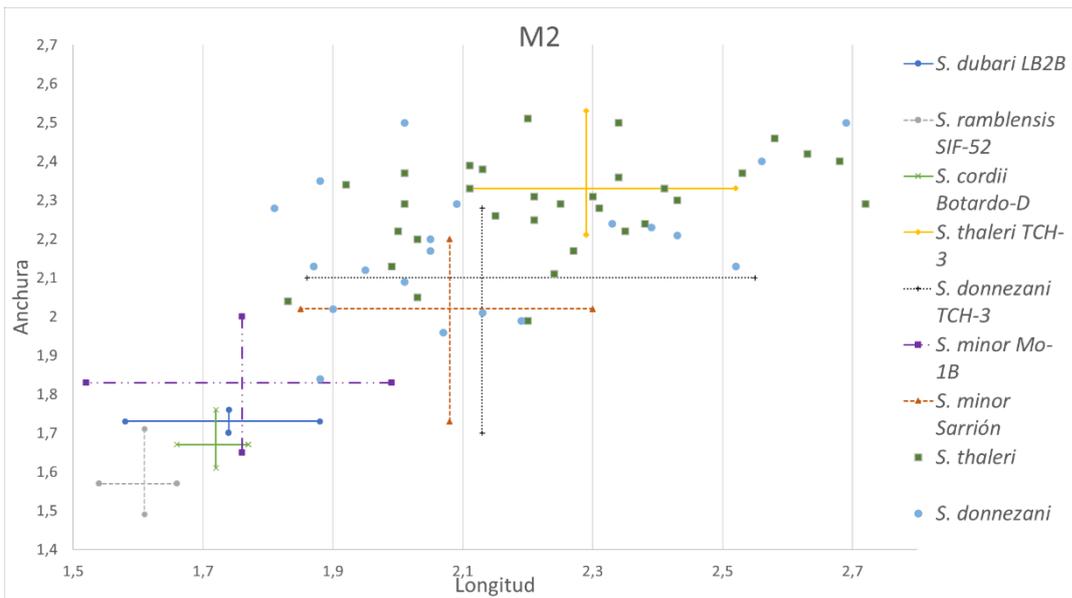
ausencia de t3 y los tubérculos inclinados hacia la cara labial, siendo este el caso de RS-A3-882. Se ha podido observar que el tamaño del tubérculo posterior en los m1 puede ser variable, siendo más grande en determinados ejemplares que en otros. Los m2 no es que difieran mucho entre sí, pues su morfología es escasamente variable, destacando principalmente la presencia o ausencia de las cúspides accesorias. Si se comparan los resultados de longitud y anchura de esta especie con respecto a *S. thaleri* de Tollo de Chiclana (Granada; Villafranquiense inferior), *S. dubari* de La Bullana 2B (Valencia; Rusciniense inferior), *S. ramblensis* de Sifón de Librilla (Murcia; Rusciniense inferior) y *S. cordii* de Botardo-D (Granada; Rusciniense inferior) (Minwer-Barakat Requena, 2005; Mansino *et al.*, 2015; Piñero & Agustí, 2019; 2020), se puede ver que existen diferencias significativas en prácticamente todos los molares a excepción de los que pertenecen a la especie anteriormente descrita, cuyos tamaños medios son muy cercanos, aunque se pueden encontrar ejemplares con mayores proporciones en CF. *S. thaleri* y *S. donnezani*, entre otras especies del género, destacan frente a *S. cordii* por su tamaño, pues las dos primeras especies poseen unas dimensiones mayores en todos sus molares frente a *S. cordii*, aunque ocurre lo mismo con *S. dubari* y *S. ramblensis*. Las anchuras y longitudes mínimas de las especies que se han descrito en este trabajo coinciden con las medidas medias de las tres especies ya mencionadas, dando a entender que existe un gran vacío entre los tamaños de estas especies. Pese a ello, según Piñero (2020), esta no es la única diferencia, pues *S. cordii* presenta conexiones longitudinales más altas y más habitualmente que el resto de las especies aquí mencionadas, así como un cóngulo labial reducido en los m1/m2 y un talón posterior tuberculoso. *S. dubari* es considerada una especie intermediaria entre *S. ramblensis* y *S. cordii*. Esto fue propuesto por García-Alix *et al.* (2008), explicando que esta línea evolutiva sufrió un aumento de tamaño, estefanodoncia y altura de la corona, apoyado por el registro de Sifón de Librilla (Murcia). Al observar la figura 6, se puede comprobar que hay una gran dispersión por parte de los ejemplares de *S. thaleri* y *S. donnezani* de este estudio con respecto a las mismas especies de otros yacimientos, siendo incluso superiores en tamaño. Esto abre la posibilidad a la existencia de ejemplares pertenecientes a otra especie o género muy parecido a *Stephanomys*, cuyas proporciones serían muy similares.

Con respecto a morfología se refiere, los molares de *S. thaleri* se diferencian con gran facilidad de los que pertenecen a *S. dubari* y *S. cordii*, pues la primera posee una cúspide accesoria del cóngulo labial con un tamaño sorprendente en sus m1 y sus m3,

siendo completamente distintos. Por otro lado, los segundos molares inferiores de *S. cordii* difieren de los m2 que nos interesan en varios aspectos, destacando su cúspide anterolabial de menor tamaño, su tubérculo posterior de mayor tamaño y la ausencia o reducción de las cúspides accesorias en el cíngulo labial y cúspide accesorio posterior (Piñero & Agustí, 2020).

En esta especie hay varios rasgos característicos, destacando principalmente el tamaño de los molares, así como las características de cada uno de ellos que fueron mencionadas anteriormente. *Stephanomys thaleri* es considerada una especie que surge de *Stephanomys donnezani* (Gomes Rodrigues *et al.*, 2013). Comparten algunas características morfológicas notorias, como la propia morfología de los molares, y otras un tanto diferentes, como la cúspide anterolabial del m2 que se encuentra presente en ambas especies, aunque en *S. thaleri* sus dimensiones son mayores. Pese a este último punto comentado, se puede observar que las medias de algunos molares de *S. donnezani* son ligeramente mayores que en *S. thaleri*, aunque dicha superioridad con respecto a tamaño no es que sea muy relevante.





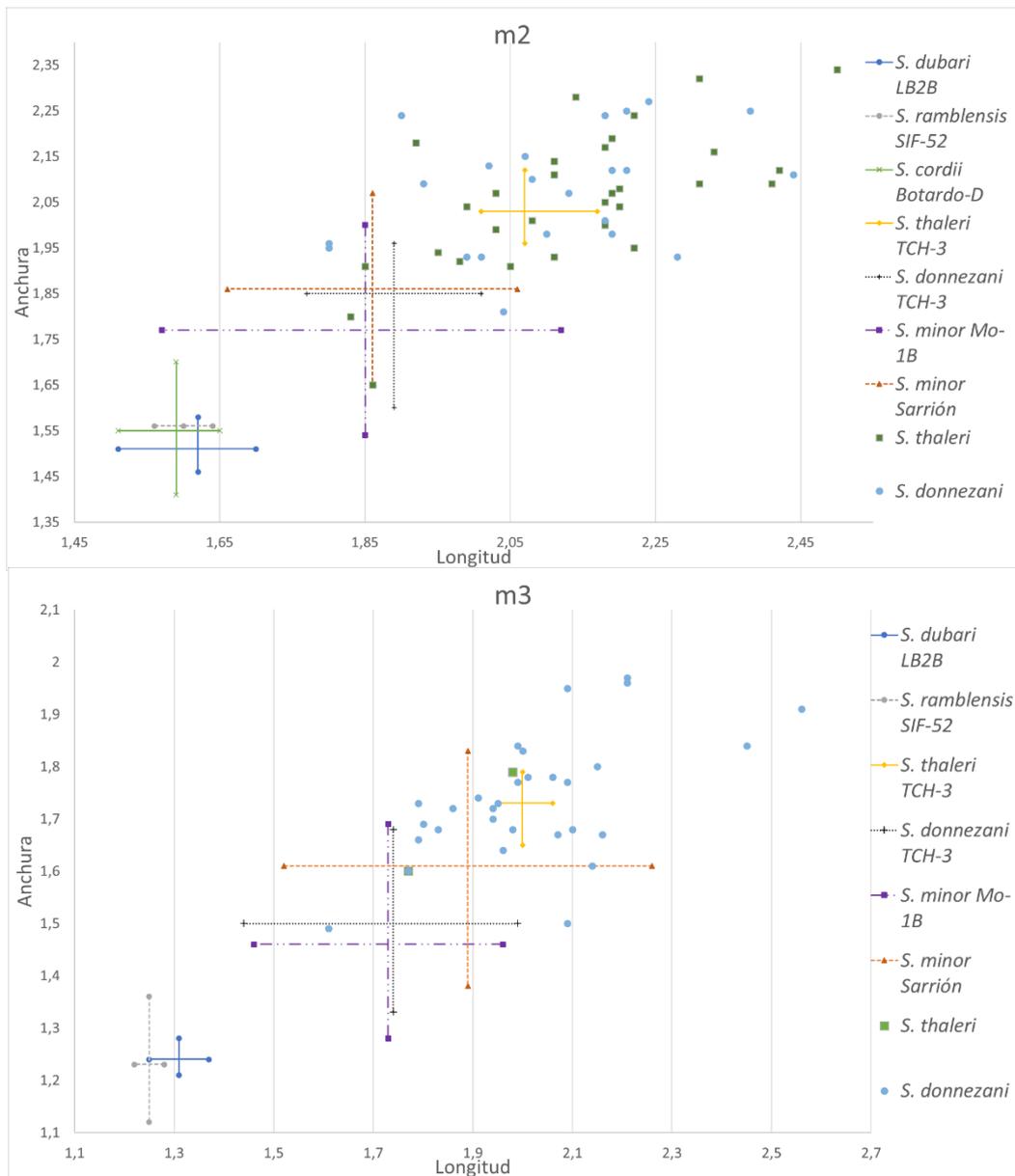


Figura 6. Comparaciones de longitud y anchura (en mm) de los molares de *S. dubari* (LB2B; Mnasino *et al.*, 2015), *S. ramblensis* (SIF-52; Piñero & Agustí, 2019), *S. cordii* (Botardo-D; Piñero & Agustí, 2020), *S. thaleri* (TCH-3; Minwer-Barakat Requena, 2005), *S. donnezani* (TCH-3; Minwer-Barakat Requena, 2005), *S. minor* (Mo-1B; Freudenthal & Martín Suárez, 2013) y *S. minor* (Sarrión; Freudenthal & Martín Suárez, 2013) con *S. thaleri*, *S. donnezani* y *S. minor* de este estudio.

Stephanomys donnezani Depéret, 1890

Localidades: Cueva de la Fosforita (CF).

Material estudiado y medidas:

Cueva de La Fosforita:

Molar	Número	L min	L media	L max	A min	A media	A max	L Desv. Típica	A Desv. Típica
M1	95	2'59	3'38	3'99	1'99	2'37	2'75	0'33	0'17
m1	148	2'15	2'64	3'11	1'37	1'82	2'16	0'21	0'16
M2	20	1'81	2'04	2'69	1'84	2'08	2'5	0'25	0'17
m2	22	1'8	2'11	2'44	1'81	2'07	2'27	0'16	0'13
m3	58	1'61	1'98	2'56	1'49	1'71	1'97	0'19	0'13

Tabla 3. Medidas de longitud (L) y anchura (A) de los molares pertenecientes a *S. donnezani* del yacimiento CF.

Descripción:

M1: Presentes todos los tubérculos característicos de este tipo de molar, siendo todos de un grosor parecido con alguna excepción. Este tipo de molar es más largo que ancho. Los t1bis y t2bis están bien marcados y prolongados hacia la base, con unas proporciones similares, aunque en 9 de los 30 ejemplares el t1bis es de mayor tamaño, mientras que en otros 8 su t2bis es mayor. El t3 es de menor grosor que t1, t6 y t9, cabiendo la posibilidad de encontrar molares con una reducción en grosor por toda la parte labial, siendo el caso de 8 de los 30 ejemplares. El t4 es de gran tamaño, normalmente retrasado con respecto a t6, aunque menor que t1, encontrándose al lado de t7, el cual está reducido y casi ausente en todos los ejemplares. Los t5 y t8 son de proporciones similares, siendo el primero un poco más corto (0,50 mm frente a 0,60 mm, aproximadamente). El t12 es fácilmente diferenciable de t8 y t9, aunque de pequeño tamaño, pareciendo un “pico” que sobresale un poco si no se encuentra desgastado. El t1 está adelantado con respecto a t3, así como t7 está adelantado con respecto a t6 y a t9.

M2: Presentes todos los tubérculos característicos de M2, es decir, t1, t3, t4, t5, t6, t8 y t9, siendo posible la existencia de variaciones con respecto a tamaño se refiere. Los t1 y t4 son los de mayor tamaño junto a t5 y t8. El t5 está muy reducido, siendo de menor tamaño que t8, el cual es casi el “doble” de grande. Los t3 y t9 son de proporciones pequeñas que, junto a t6, generan una silueta en forma de corona. El t8 tiene grandes proporciones, así como una cúspide de gran tamaño. El t4 suele estar retrasado con respecto a t6, aunque en 2 de los ejemplares esto no se cumple.

m1: Al igual que en *S. thaleri*, estos también son más gruesos en la parte posterior. El tubérculo medio anterior es de pequeño tamaño (siendo el caso de 16 de los ejemplares 30) o está ausente (los 14 m1 restantes). El anterocónido es asimétrico con los lóbulos labial y lingual presentes, estando el lingual adelantado al labial. Uno de los ejemplares demuestra que no siempre un lóbulo se encuentra adelantado al otro, pues en él podemos observar que se encuentran a la misma altura. El lóbulo lingual está bien marcado y diferenciado del metacónido. El protocónido se encuentra rodeado por un “surco” formado por la cresta longitudinal. El metacónido se adelanta al protocónido. El hipocónido y el entocónido se unen y, tras ellos, encontramos el tubérculo posterior pequeño con respecto al resto de tubérculos, pero bien marcado. Las cúspides accesorias del cíngulo labial y la cúspide accesoria posterior son pequeñas y reconocibles en la parte labial. El entocónido se encuentra adelantado al hipocónido. Hay una “línea” de esmalte que une la cara lingual con la posterolabial. Sus tubérculos suelen ser igual de anchos en la base como en la cúspide, como era el caso de *S. thaleri*.

m2: La cúspide anterolabial es menor tamaño que en *S. thaleri*, sin sobresalir por delante del protocónido. Unido a este, se encuentra una cresta que presenta diferentes cúspides, como la cúspide accesoria del cíngulo labial notoria pero pequeña, aunque en 5 de los 22 casos puede ser de gran tamaño. El tubérculo posterior que presenta esta especie es prominente y notorio en comparación con otras de este género, estando unido al hipocónido. Este se encuentra muy desarrollado, con un gran tamaño en comparación al resto de tubérculos del molar. El entocónido también posee un tamaño considerable, pero en 3 de los 22 ejemplares se puede encontrar un poco reducido. La cresta longitudinal crea una especie de separación entre la cúspide del protocónido y el resto de las partes. El metacónido posee un gran tamaño, estando casi fusionado con el protocónido, encontrándose este último retrasado con respecto al primero.

m3: Al estar desgastados tienen forma de martillo o de “t”. Su “tubérculo posterior” está muy bien marcado y es de gran tamaño. El protocónido y el metacónido están presentes, “compartiendo” su cúspide y siendo de tamaño similar. La cúspide anterolabial pequeña pero muy marcada que se encuentra asociada al protocónido, estando este atrasado con respecto al metacónido. Sin embargo, podemos encontrar dicha cúspide anterolabial más desarrollada, siendo el caso de 3 ejemplares. La cúspide accesoria posterior no es apreciable.

Discusión:

S. donnezani está agrupada a *S. thaleri* dentro de la “línea *donnezani*”, caracterizada por el cingulo posterior tubercular de los molares inferiores y por el cingulo labial que suele alcanzar el anterocónido (Minwer-Barakat Requena, 2005).

En el caso de los M1 y m2 solo hemos podido observar las diferencias dentro de la población perteneciente a CF. Sobre el primer tipo de molar mencionado, podemos destacar la diferencia de grosor de los tubérculos de la cara labial de determinados ejemplares, así como la diferencia de tamaños de t1bis y t2bis. Con respecto a sus m3, varios ejemplares poseen una cúspide accesoria pequeña pero marcada, mientras que las de otros resaltan más debido a su gran tamaño.

En el caso de esta especie, las dimensiones de longitud y anchura no presentan una variación significativa entre yacimientos, pues se mantiene cerca de la media, aunque sí que son algo más elevadas que en el yacimiento TCH-3 (Fig. 6). Dentro del yacimiento CF hemos encontrado gran variedad y cantidad de molares (343 correspondientes a esta especie). En este caso ha sido posible realizar unas desviaciones estándar, facilitando así la interpretación de los datos. Tanto para la longitud como la anchura, los resultados se muestran cercanos a la media, es decir, la desviación estándar es baja (M1: A = 0'17, L = 0'33; M2: A = 0'17, L = 0'25; m1: A = 0'16, L = 0'21; m2: A = 0'13, L = 0'16; m3: A = 0'13, L = 0'16; tabla 3). El valor más elevado viene asociado a la desviación de los M1, así como ocurrió en el caso de *S. thaleri*. Como se mencionó en el apartado de discusión de *S. thaleri*, las diferencias más notorias son la presencia de una cúspide accesoria del cingulo labial con un tamaño sorprendente en sus m1 y sus terceros molares, tanto superiores como inferiores (aunque entre el material no se encontraron M3), con respecto a *S. dubari* y la cúspide anterolabial de menor tamaño, tubérculo posterior mayor y la ausencia o presencia de las cúspides accesorias en el cingulo labial y cúspide accesoria posterior, ambas reducidas, de *S. cordii*. La especie *S. donnezani* posee dimensiones mayores que *S. dubari*, *S. cordii* y *S. ramblensis*, quedando reflejado en la diferencia de medias presentes en la figura 6 (Minwer-Barakat Requena, 2005; Mansino *et al.*, 2015; Piñero & Agustí, 2019; Piñero & Agustí, 2020).

Algunas diferencias con *S. thaleri* son las relacionadas con la cúspide anterolabial de los m2, siendo de mayor tamaño en la especie recientemente mencionada. También difieren en la forma del m3, poseyendo en el caso de *S. donnezani* una forma de martillo con una cúspide anterolabial que sobresale y está muy marcada, mientras que en *S. thaleri* la cúspide anterolabial acompaña al protocónido, bordeándolo y sin sobresalir. El tamaño

es algo que se debe tener en cuenta, pues *S. thaleri* es un tanto mayor con respecto a la anchura y longitud se refiere, indiferentemente del molar que sea. En principio, las dimensiones de *S. thaleri* deberían ser superiores que las de *S. donnezani*, aunque en este trabajo se ha podido observar que las medidas no reflejan fielmente esto que se ha comentado (por ejemplo, la longitud máxima de *S. thaleri* y *S. donnezani* son 3,9 y 3,99, respectivamente).

***Stephanomys minor* Gmelig Meyling y Michaux, 1973**

Localidades: Rambla Seca (RS-A3).

Material estudiado y medidas:

Rambla Seca:

Molar	Número	L Min	L media	L max	A min	A Media	A Max
M1	1		3'12			2'36	
M3	4	1'6	1'7	1'8	1'25	1'42	1'6

Tabla 4. Medidas de longitud (L) y anchura (A) de los molares pertenecientes a *S. minor* del yacimiento RS-A3.

Descripción:

M1: Presentes todos los tubérculos de este tipo de molar, que suele ser bastante más largo que ancho, poseyendo un t1bis grueso y no prolongado, un t2bis fino, pero prolongado y un t2 de pequeño tamaño en comparación con *S. thaleri*. El t4 es de gran tamaño, mayor que t7 y estando bien separado de t8. El t5 es de menor tamaño que t8. El t12 está unido a t9, sin separación aparente, al igual que en *S. thaleri*. Los tubérculos de estos M1 parten desde la base del diente y acabando con su cúspide, siendo igual de finos en todo ese recorrido.

M3: Presentes todos los tubérculos característicos de M3 (t1, t3, t4, t5, t6, t8). Es casi tan largo como ancho. Sus cúspides forman una silueta en forma de “m” o “w” cuando están desgastadas. Los t1 y t8 son los más destacables debido a su gran tamaño. Si está algo desgastado, el t5 casi no se apreciará, aunque sí sus límites con el resto de los tubérculos. El t4 también posee un gran tamaño y se encuentra adelantado con respecto a t6. Al igual

que otros molares, este también posee una “línea” basal de esmalte, aunque en nuestros ejemplares es poco apreciable.

Discusión:

Esta especie aparece en yacimientos del Villafranquiense inferior, pero también se han encontrado restos en yacimientos pertenecientes al Rusciniense superior, como Moreda-1A (Castillo, 1990). A esto hay que sumarle la gran capacidad de dispersión que suelen tener los micromamíferos (aunque no todos), como es el caso de *S. thaleri*, la cual ha sido descrita en el sur de Francia y en el sur de la península ibérica (Minwer-Barakat Requena, 2005). Hay que añadir que, en el caso de *S. minor*, sólo se han encontrado restos en yacimientos de la península ibérica, por lo que se puede considerar endémica a la línea evolutiva de esta especie en esta región (Minwer-Barakat Requena, 2005). Esta especie se ha encontrado en numerosos yacimientos, tales como Tollo de Chiclana, Moreda 1B, Moreda 3AB o Sarrión, entre otros.

S. minor conforma junto a *S. balcellsii* (especie de la cual no se han encontrado ejemplares entre el material empleado en este trabajo) la “línea *minor*”. Esta línea tiene como característica más distintiva el cingulo posterior de forma laminar en los m1 y m2, así como el aumento de talla y de la altura de la corona (Minwer-Barakat Requena, 2005). Desafortunadamente, no se ha hallado ningún primer molar ni segundo molar inferior, por lo que la característica por la que destaca esta línea no es apreciable. *S. minor* se diferencia de otras especies del género debido a que tiene un “talón” posterior en forma de tubérculo (Mansino, 2015), siendo una de sus características más destacables.

La figura 6 refleja las longitudes y anchuras medias de *S. minor* en los yacimientos Moreda-1B y Sarrión (Freudenthal & Martín Suárez, 2013), dando a entender que los especímenes de nuestro yacimiento se asemejan bastante a los de Sarrión (Teruel; Villafranquiense inferior) con respecto a dimensiones se refiere, pues sus medias son bastante cercanas. Sin embargo, los ejemplares presentes en el yacimiento de Moreda-1B son de menor tamaño que las estudiadas en este trabajo, aunque las diferencias no son muy significativas debido a que difieren en décimas de milímetros. Con respecto a las especies mencionadas en la discusión de *S. thaleri*, las medidas obtenidas en este yacimiento son superiores a cualquiera de las ahí presentes a excepción de *S. thaleri*, aunque las proporciones de la figura 6 también muestran este hecho, por lo que se puede considerar que *S. minor* posee mayor tamaño en sus molares. Las diferencias

morfológicas entre esta especie y el resto son las mismas que presentaban *S. donnezani* y *S. thaleri* con ellas, mencionadas en las discusiones anteriores.

Al comparar las proporciones de longitud y anchura con las encontradas en otros trabajos, se puede ver que los pocos molares empleados como material de estudio en este trabajo no varían de forma abrupta entre diversos yacimientos. Pese a ello, algunos ejemplares poseen una longitud y anchura un poco mayores a las presentadas por Freudenthal & Martín Suárez (2013). De hecho, los molares de *S. donnezani* son mayores que los presentes en *S. minor*, pero menores que los de *S. thaleri* (aunque en este trabajo no siempre se cumple dicha premisa).

Debido a la escasez de material de esta especie, se ha obtenido muy poca información, siendo la más relevante la diferencia entre tamaños de algunos tubérculos de sus M3.

5.2. Bioestratigrafía.

En 1975, Mein propuso la división del Neógeno en las zonas MN (Mammal Neogene Zones), basadas en la presencia de determinados macro y micromamíferos, permitiendo ordenar las unidades litológicas según los organismos que se presenten. El estudio de estos últimos es muy interesante en el periodo Neógeno desde el punto de vista cronológico, permitiendo su correlación con otras áreas geográficas, así como la interpretación de condiciones ambientales que se dieron durante la etapa de sedimentación continental (Minwer-Barakat Requena, 2005).

Minwer-Barakat *et al.* (2012) definen varias biozonas, entre ellas la “assemblage zone” conformada por *S. minor*, *S. thaleri*, *Castillomys crusafonti*, *Mimomys stehlini* y *Kislangia ischus*, estando limitado superior e inferiormente al Villafranquiense inferior (MN16) por la primera especie mencionada. En esta biozona propuesta coexisten dos linajes de *Stephanomys*, identificadas en yacimientos kársticos (como Moreda1-B) y niveles fluvio-lacustres (como TCH-3 y TCH-13). Dentro de ella se encuentra la especie *S. thaleri*, que junto a *S. donnezani*, conforman la “línea *donnezani*”. Esta se caracteriza por el cingulo posterior tubercular de los molares inferiores y por el cingulo labial que suele alcanzar el anterocónido (Minwer-Barakat Requena, 2005). Se han encontrado asociaciones de esta línea con la “línea *minor*” (*S. minor* y *S. balcellsii*), también

apreciable en este trabajo, pues se encontraron restos de *S. minor*, *S. thaleri* y *S. donnezani* en los yacimientos de RS-A3 y CF. Esto puede ser comprobado en otros yacimientos, como puede ser Moreda1-A, Moreda1-B y Rambla Seca-Ab, en los que hay asociaciones de *S. minor* con *S. donnezani* y *S. thaleri*, respectivamente (Castillo, 1990).

S. donnezani y *S. thaleri* guardan una estrecha relación ancestro descendiente (Gomes Rodrigues *et al.*, 2013), por lo que la presencia de ambas en un mismo yacimiento no podría considerarse habitual. La reelaboración podría explicar esta asociación “anómala”, pues los restos de *S. donnezani* podrían haber sido desenterrados por algún proceso natural (corrientes, por ejemplo), quedando expuestos y volviendo al sedimento en mucho más tarde, junto a los de *S. thaleri*.

Con respecto a los datos, la figura 6 refleja la dispersión y proporciones de los ejemplares de este trabajo frente a los de otros estudios. Al observarla, se puede llegar a la conclusión de que, debido a la elevada dispersión de determinados molares (m1 y m3, principalmente), cabe la posibilidad de tener más de una especie entre el material de *S. donnezani* y *S. thaleri*, pues los datos están muy dispersos y los tamaños distan bastante frente a los de este género. Por ello no se puede descartar el hecho de que pertenezcan a géneros distintos, pues su morfología puede ser confundida con la de otros múridos.

S. donnezani marca el límite entre el Rusciniense superior y el Villafranquiense inferior (Minwer-Barakat *et al.*, 2012). Esto permite corroborar que el yacimiento CF pertenece al Rusciniense superior. Por otro lado, la especie *S. minor* aparece en el yacimiento RS-A3, perteneciente al Rusciniense superior, aumentando el conocimiento sobre su distribución temporal (tabla 5), existiendo la posibilidad de que se tratase de un “yacimiento tránsito” entre ambas biozonas.

Edades	Unidades MN (Mein, 1975)	Biozonas según García Alix <i>et al.</i> (2008) y Piñero <i>et al.</i> (2017)	Localidades	Yacimiento	Especies descritas
Villafranquiense	MN17	<i>Kislangia gusii</i>	Galera-2 Zújar-14		
	MN16	<i>Kislangia ischus</i> , <i>Mimomys polonicus</i>	Villarroya Moreda-1B	MO-3	

Rusciniense	MN15	<i>Mimomys hassiacus</i> , <i>Dolomys adroveri</i> , <i>Mimomys davakosi</i> , <i>S. donnezani</i>	Moreda-1A Gea-0 Orrios-3,4 Tollo de Chiclana-1B Gorafe-2, 3	CF RS-A3	<i>S. thaleri</i> , <i>S. donnezani</i> , <i>S. minor</i>
	MN14	<i>Apocricetus barrierei</i> , <i>Trilophomys</i> , <i>Paraethomys</i> aff. <i>abaigari</i>	Baza-1 La Bullana 2B La Bullana 3 Sifón de Librilla-430		

Tabla 5. Esquema biocronoestratigráfico de las especies descritas.

6. Conclusiones

- Se han descrito tres especies diferentes pertenecientes al género *Stephanomys*: *S. minor*, *S. thaleri* y *S. donnezani*.
- Estos hallazgos aumentan el registro de las diversas especies en los yacimientos de la península ibérica, dando a entender que aún nos queda mucho por saber de este género.
- *S. minor* aparece en el yacimiento de RS-A3, perteneciente al Rusciniense superior (MN15). Sin embargo, esta especie es de gran importancia en determinada biozona (junto a *S. thaleri*, *C. crusafonti*, *M. stehlini* y *K. ischus*) que forma parte del Villafranquiense inferior (MN16), por lo que aumentaría su distribución temporal (si se confirma). También permite corroborar la coexistencia de *S. minor* y *S. thaleri* propuesta por otros autores.
- Encontrar molares de *S. donnezani* en el yacimiento de Cueva de La Fosforita ayuda a aumentar la distribución de esta especie, pues se sabía de su presencia en diversos yacimientos andaluces, pero no en este. En caso de confirmarse, se daría a entender que en este yacimiento se ha producido reelaboración, dando lugar a la mezcla de ejemplares de especies pertenecientes a distintas épocas, como son *S. thaleri* y la ya mencionada.
- Existen diferencias de proporciones entre las poblaciones de *S. thaleri* y *S. donnezani* con respecto a los individuos de otros yacimientos, reflejadas en la dispersión de los datos.
- La especie *S. thaleri* muestra pequeñas diferencias intraespecíficas (mayor tamaño de t12 en M1, t5 y t8 más pronunciados en M2, tamaño variable del tubérculo

posterior de m1 y la presencia de cúspides accesorias en m2) dentro del yacimiento Cueva de La Fosforita, así como interpoblacionales (mayores proporciones, principalmente).

- *S. donnezani* muestra diferencias entre los individuos del yacimiento Cueva de La Fosforita, siendo relevantes la diferencia de grosor de los tubérculos y la diferencia de tamaños de t1bis y t2bis en M1. Ocurre lo mismo con la cúspide accesorio en los m2, pudiendo ser muy grande o reducida.
- En el caso de *S. minor*, se han encontrado diferencias morfométricas poco significativas con respecto a otros yacimientos.

Conclusions

- Three different species of the genus *Stephanomys* have been described: *S. minor*, *S. thaleri* and *S. donnezani*.
- These discoveries increase the record of the different species in the Iberian peninsula, suggesting that we still have a lot to know about this genus.
- *S. minor* has been found in the RS-A3 site, belonging to the Upper Ruscinian (MN15). However, this species is of great importance in a certain biozone (together with *S. thaleri*, *C. crusafonti*, *M. stehlini* and *K. ischus*) which is part of the Lower Villanyian (MN16), which would increase its temporal distribution (if confirmed). It also corroborates the coexistence of *S. minor* and *S. thaleri* proposed by other authors.
- Finding molars of *S. donnezani* at the site of Cueva de La Fosforita helps to increase the distribution of this species, as it was known to be present in several Andalusian sites, but not in this one. If confirmed, this would suggest that temporal averaging has occurred at this paleontological site, resulting in the mixing of samples of species from different periods, such as this species and *S. thaleri*.
- There are differences in the proportions of *S. thaleri* and *S. donnezani* populations compared to individuals from other sites, reflected in the scatter in the data.
- The species *S. thaleri* shows small intraspecific differences (larger size of t12 in M1, t5 and t8 more pronounced in M2, variable size of the posterior tubercle of m1 and the presence of accessory cusps in m2) within the Cueva de La Fosforita paleontological site, as well as inter-population differences (higher proportions, mainly).

- *S. donnezani* shows differences between individuals from the Cueva de La Fosforita site, being relevant the difference in thickness of the tubercles and the difference in size of t1bis and t2bis in M1. Same situation with the accessory cusp in m2, which can be very large or reduced.
- In the case of *S. minor*, somewhat significant morphometric differences have been found with respect to other sites.

Bibliografía:

- Aizpurúa, J., Gumiel, P. & Pineda, A. (1982), Introducción al estudio de los yacimientos de fosfatos del Macizo Ibérico Meridional (1), *Boletín Geológico y Minero*, 390-414.
- Castillo, C. (1990). Estudio de las cuencas continentales del Neógeno y Cuaternario de Andalucía. Prospección arqueológica superficial en el yacimiento de Bélmez (Córdoba). Consejería de cultura de la Junta de Andalucía. Dirección General de Bienes Culturales. *Anuario arqueológico de Andalucía*, 20-24
- Castillo, C. (1998). Importancia paleontológica de los rellenos kársticos en Andalucía, Durán, J. J. y López Martínez, J. *Karst en Andalucía*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 59-62.
- Castillo, C. & Alcalde, F. (1991). Estudio de las cuencas continentales del Neógeno y Cuaternario de Andalucía. Prospección paleontológica con sondeo estratigráfico en el yacimiento de Rambla Seca. Consejería de cultura de la Junta de Andalucía. Dirección General de Bienes Culturales. *Anuario arqueológico de Andalucía*, 201-203.
- Chandler, (1997), *The Climate of the Pliocene: Simulating Earth's Last Great Warm Period*. Recuperado de: https://www.giss.nasa.gov/research/features/199704_pliocene/
- Depéret, C. J. (1890). Les animaux pliocènes du Roussillon: Mémoires de la Société géologique de France. *Paléontologie*, (3). París. Librairie Polytechnique Baudry, 194.
- Freudenthal, M., & Martín-Suárez, E. (2013). Estimating body mass of fossil rodents. *Scripta Geologica*, 145, 1-513.
- García-Alix, A., Minwer-Barakat, R., Suárez, E. M., Freudenthal, M., & Martín, J. M. (2008). Late Miocene–Early Pliocene climatic evolution of the Granada Basin (southern Spain) deduced from the paleoecology of the micromammal associations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265(3-4), 214-225.
- Hilgen, F. J., Lourens, L. J., Van Dam, J. A., Gradstein, F. M., Ogg, J. G., Schmitz, M., & Ogg, G. (2012). The neogene period.
- Llacer, F. E., & Zárrega, G. E. (2021). La Crisis de Salinidad del Messiniense: ¿desconexión Atlántico-Mediterráneo? *Geotemas* (Madrid), (18), 746.
- López-Martínez, N., Michaux, J. & Hutterer, R. (1998). The Skull of *Stephanomys* and a Review of *Malpaisomys*, Relationships (Rodentia: Muridae): Taxonomic Incongruence in Murids. *Journal of Mammalian Evolution*, 5 (3), 185-215
- Mansino, S. (2015). The Late Miocene and Early Pliocene micromammal faunas from the Alcoy and Cabriel basins (Doctoral dissertation, Universitat de València).
- Mansino, S., Sánchez, F. J. R., & Belló, P. M. (2010). Alcoi Cotes Altas 2: un nuevo yacimiento con micromamíferos fósiles del Plioceno de la cuenca de Alcoi. *Isurus*, (3), 34-38.
- Mansino, S., Ruiz-Sánchez, F. J., De Luque, L., Montoya, P., Gibert, L., Morales, J., ... & Scott, G. R. (2015). First Early Pliocene micromammal faunas from the Venta del Moro area (Cabriel Basin, Spain): new data on the Messinian dispersal of *Debruijnimys*. *Journal of Iberian Geology*, 41(2), 273-293.

- Martín Suárez, E., & Freudenthal, M. (1993). Muridae (Rodentia) from the Lower Turolian of Crevillente (Alicante, Spain). *Scripta Geologica*, 103, 65-118.
- Mein, P. (1975). Résultats du groupe de travail des Vertébrés: biozonation du Néogène méditerranéen à partir des mammifères. En: Report on activity R.C.M.N.S. working groups 1971-75 (J. Senes, ed.), Bratislava, 78-81.
- Mellett, J. S. (1974). Scatological origin of microvertebrate fossil accumulations. *Science*, 185(4148), 349-350.
- Minwer-Barakat Requena, R. (2005). Roedores e insectívoros del Turoliense superior y el Plioceno del sector central de la cuenca de Guadix. Universidad de Granada. Departamento de Estratigrafía y Paleontología.
- Minwer-Barakat, R., García-Alix, A., Suárez, E. M., Freudenthal, M., & Viseras, C. (2012). Micromammal biostratigraphy of the Upper Miocene to lowest Pleistocene continental deposits of the Guadix basin, southern Spain. *Lethaia*, 45(4), 594-614.
- Piñero, P. (2017). Paleocomunidades de múridos (Rodentia, Mammalia) del Neógeno superior y Pleistoceno inferior del sureste de la Península Ibérica (Doctoral dissertation, Universitat Rovira i Virgili).
- Piñero, P., & Agustí, J. (2019). The rodent succession in the Sifón de Librilla section (Fortuna Basin, SE Spain): implications for the Mio-Pliocene boundary in the Mediterranean terrestrial record. *Historical Biology*, 31(3), 279-321.
- Piñero, P., & Agustí, J. (2020). Rodents from Botardo-D and the Miocene-Pliocene transition in the Guadix-Baza Basin (Granada, Spain). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 100(3), 903-920.
- Rodrigues, H. G., Renaud, S., Charles, C., Le Poul, Y., Solé, F., Aguilar, J. P., ... & Viriot, L. (2013). Roles of dental development and adaptation in rodent evolution. *Nature communications*, 4(1), 1-8.
- Villalobos, M. & Pérez, A. (2006). Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía - Itinerario Geológico por Andalucía - Guía didáctica de campo. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, España.
- Van de Weerd, A. (1976). Rodent faunas of the Mio-Pliocene continental sediments of the Teruel-Alfambra region, Spain (Doctoral dissertation, University Utrecht).
- Vangengeim, E. A., Pevzner, M. A., & Tesakov, A. S. (2005). Ruscinian and Lower Villafranchian: age of boundaries and position in magnetochronological scale. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 13(5), 530-546.