

## **Pequeña pero matona: evolución de la musaraña canaria**

Caracterización biométrica de las piezas dentales de *Crocidura canariensis*

## **Little but tough: the evolution of the Canarian shrew**

Biometric characterization of *Crocidura canariensis* teeth



Trabajo de Fin de Grado

**Melody Ramírez Falcón**

Tutorizado por Penélope Cruzado Caballero y Vicente D. Crespo Roures

# ÍNDICE

---

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. CONTEXTO GEOLÓGICO .....	4
2. OBJETIVOS .....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	7
3.1. REVISIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS. ....	7
3.2. TOMA DE FOTOGRAFÍAS, DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS POR NIVELES.....	8
4. RESULTADOS.....	10
4.1. DESCRIPCIONES.....	10
4.2. MEDIDAS.....	16
5. DISCUSIÓN .....	19
5.1. COMPARACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DENTICIÓN DE <i>C. CANARIENSIS</i> CON LA DE OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO. ....	20
5.2. CAMBIOS EN LA MORFOLOGÍA DENTAL DE LA ESPECIE ENTRE SUBNIVELES. ....	23
5.3. PALEOECOLOGÍA.....	25
5.4. REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS INDIVIDUOS Y ADAPTACIÓN A LA INSULARIDAD. ....	26
6. CONCLUSIONES .....	26
CONCLUSIONS.....	27
BIBLIOGRAFÍA .....	28

## Resumen

Los sorícidos (Familia Soricidae) son una familia de mamíferos insectívoros de pequeño tamaño que se conocen comúnmente como musarañas. En este trabajo se han estudiado los restos fósiles de la especie de musaraña endémica canaria *Crocidura canariensis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) hallados en el yacimiento de la Cueva del Llano (Fuerteventura, Canarias, España). De entre las 12.003 piezas dentales que conforman el material recolectado, se seleccionaron 50 elementos por nivel para llevar a cabo el estudio morfológico y métrico de los mismos, siendo hasta el momento el estudio más exhaustivo de este tipo hecho para *Crocidura canariensis*. Además, se realizaron comparaciones con otras especies del género *Crocidura* tanto actuales como fósiles de Europa y África. Como resultado se observó una ligera disminución en el tamaño de las piezas dentales desde el nivel CLL1 hasta el CLL6, así como algunas diferencias en su morfología. Estos cambios se hipotetiza que pudieran deberse a una adaptación a la insularidad de la especie, o a los cambios paleoclimáticos que se han dado desde su aparición, como fue el paso de un clima húmedo a uno más árido.

## Abstract

Soricids (family Soricidae) are a family of small insectivorous mammals that are commonly known as shrews. This work has studied the fossil remains of the endemic Canarian shrew species *Crocidura canariensis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) found in the Cueva del Llano site (Fuerteventura, Canary Islands, Spain). Among the 12003 dental pieces that form the collected material, 50 elements per level were selected to carry out the morphological and metric study, being so far the most exhaustive study of this type that have been made for *Crocidura canariensis*. Furthermore, comparisons were made with other species of the genus *Crocidura*, both current and fossil from Europe and Africa. As a result, a slight decrease in the size of the teeth was observed, from the CLL1 level to the CLL6 level, as well as some differences in their morphology. These changes are hypothesized to be due to an adaptation of the species to the insularity, or to paleoclimatic changes that have occurred since its appearance, such as the transition from a humid climate to a more arid one.

# 1. Introducción

Los sorícidos (Familia Soricidae), conocidos comúnmente como musarañas, son una familia de mamíferos insectívoros de pequeño tamaño (Reumer, 1987) del orden Eulipotyphla. Esta familia se divide en siete subfamilias: Allosoricinae, Crocidosoricinae, Soricinae, Limnoecinae, Heterosoricinae y Crocidurinae (Lopatin, 2002). Esta última se ha desarrollado en zonas tropicales y cálidas y se caracterizan por presentar una tasa metabólica relativamente baja (Vogel, 1976). Dentro del clado Crocidurinae el género *Crocidura* Wagler 1832 es el más diverso de entre 28 géneros que componen las cuatro subfamilias restantes de sorícidos, y uno de los grupos de mamíferos más diversos (MacDonald, 2006), pues, según Hutterer (2005), incluye 172 especies. Una de ellas es el endemismo canario *Crocidura canariensis* Hutterer, López-Jurado & Vogel, 1987, que será objeto del presente estudio.

Martin et al. (1984) indica la presencia de musarañas *Crocidura russula yebalensis* Cabrera, 1913, una subespecie de musaraña gris del Norte de África, en las islas Canarias. Posteriormente, gracias a estudios cariológicos, morfológicos y biológicos, Hutterer et al. (1987) describen esta musaraña como una nueva especie, endémica de Canarias y distinta a *C. russula*, a la que dieron el nombre de *Crocidura canariensis*.

El origen de esta especie es incierto. Se hipotetiza que podría compartir un ancestro común africano con *Crocidura sicula* Miller, 1900 (Vogel et al., 2006), especie insular que habita actualmente en Sicilia y Gozo, pero se precisan más estudios para esclarecer cuál pudo ser ese ancestro. Según estimaciones mediante relojes moleculares, estas dos musarañas insulares parecen haberse separado hace unos 5 millones de años durante el final del Mioceno (Vogel et al., 2003). Esto explicaría la llegada de *C. sicula* a Sicilia y Gozo, pues en esta época, al secarse parcialmente la cuenca del Mediterráneo, fueron posibles los intercambios faunísticos entre África, Europa y algunas islas del Mediterráneo (Steininger et al., 1985).

El archipiélago canario es una cadena de islas volcánicas situadas en el océano Atlántico a unos 100km de la costa oeste de África, cuyas islas no han estado conectadas en ningún momento al continente africano (Steiner et al., 1998; Sagan, 2019), por lo que *C. canariensis* no pudo haber llegado de la misma manera en que *C. sicula* llegó a su hábitat actual. Debido a que los restos fósiles de la especie encontrados en la isla de Fuerteventura tienen, según Michaux et al. (1991), más de 30.000 años de antigüedad, se

descarta que la especie haya sido introducida por el humano. Sin embargo, las regresiones del nivel del mar que acompañaron a las fluctuaciones climáticas de los últimos 2,5 millones de años (Fairbanks, 1989) redujeron el estrecho entre las islas orientales de Canarias (Lanzarote y Fuerteventura) y la costa africana. Esto habría reducido la distancia entre el archipiélago y el continente, facilitando que la especie llegara a las islas mediante balsas naturales (Vogel et al., 2003).

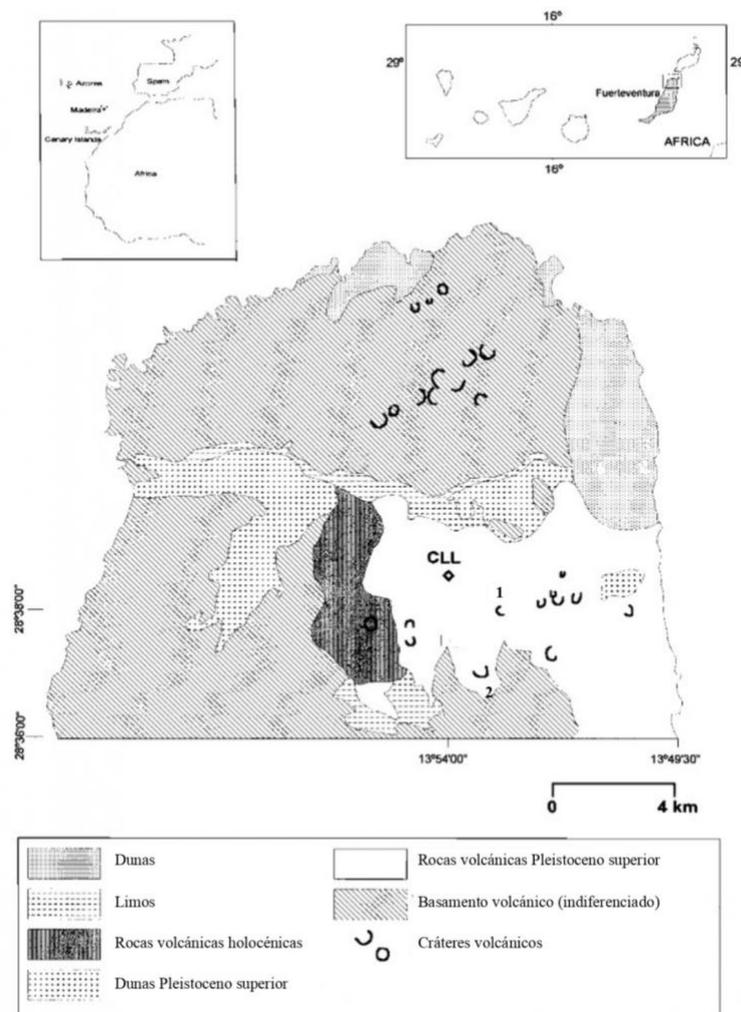
A pesar de que existen varios trabajos en los que se estudia el cariotipo, morfología y biología de la especie (Hutterer et al., 1987; Sarà, 1995; Vogel et al., 2003; Hutterer et al., 1992), no ha habido hasta ahora una caracterización rigurosa de la morfología dental de la especie. Por ello, en este estudio se analizará morfológica y métricamente la dentición de *C. canariensis*, que será comparada con la de otras especies del género *Crocidura* de África y Europa.

### 1.1. Contexto geológico

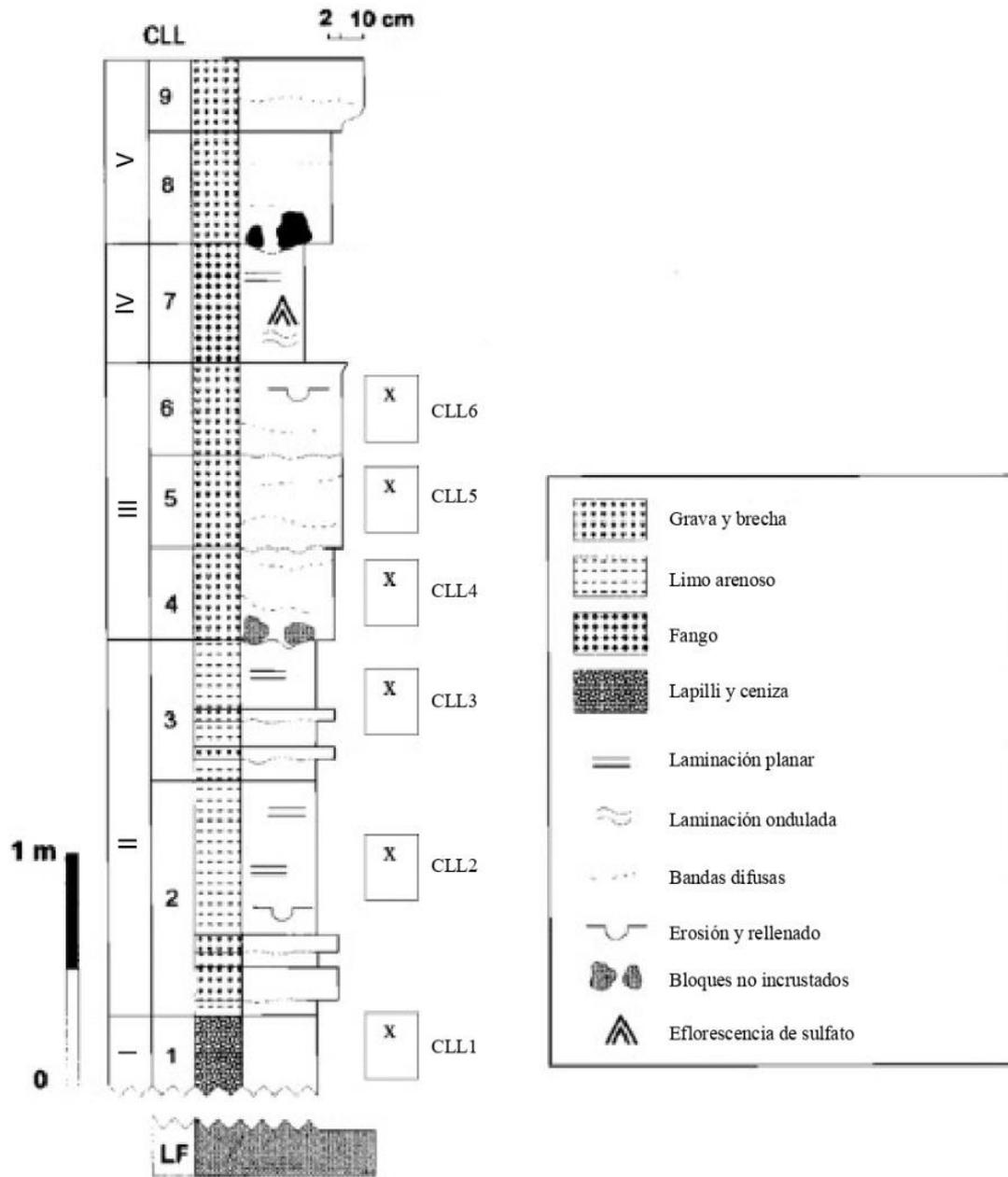
Fuerteventura, junto con Lanzarote y otros islotes y montes submarinos forman una cresta volcánica paralela a la costa africana (Coello et al., 1999). El material analizado en el presente estudio fue recolectado en el yacimiento paleontológico de La Cueva del Llano, en la isla de Fuerteventura, Canarias. Esta isla es la más antigua del archipiélago, con una edad de más de 20 Ma. El tubo volcánico en donde se localiza el yacimiento paleontológico se ubica en el noreste de la isla, en el municipio de La Oliva (Fig. 1.), y tiene una longitud de 680 metros. El tubo volcánico se formó a partir de una erupción hace aproximadamente 800.000 años y su única apertura da al exterior en forma de jameo (Morales, 2015; Carracedo & Troll, 2016). Fúster et al. (1968) sugieren que se formó a partir de la erupción de Montaña de Escanfraga, volcán que data del Pleistoceno inferior-medio. Sin embargo, Coello et al. (1999) propone que la erupción que permitió la formación del tubo fue la de Montaña Negra, volcán que data del Pleistoceno superior. En los sedimentos que se han depositado en este tubo volcánico se distinguen nueve unidades sedimentarias (CLL1-CLL9) correspondientes a cinco fases de depósito (I-V) (Fig. 2.), con edades comprendidas en los últimos 20.000 años (Pleistoceno superior-Holoceno; Castillo et al., 2001). Según Coello et al. (1999), las fases II y IV se dieron durante un periodo de clima húmedo, mientras que en las fases III y V el clima era más árido, similar al actual. El material estudiado se encontró en las seis primeras unidades sedimentarias, las cuales se encuentran en las tres primeras fases de depósito. De acuerdo con Castillo et al. (2001) las fases están compuestas por:

**Tabla 1.** Cronología y síntesis de las fases sedimentarias y su composición.

Cronología	Periodo	Material	Unidad sedimentaria
	Fase 1	Lapilli y ceniza	CLL1
16900 ± 900 a BP	Fase 2	Grava, brecha y limo arenoso	CLL2, CLL3
	Fase 3	Grava, brecha y bloques no incrustados	CLL4, CLL5, CLL6



**Fig. 1.** Mapa geológico del norte de Fuerteventura, donde se localiza la Cueva del Llano (CLL). 1. Montaña Negra, 2. Montaña de Escanfraga. Modificado de Castillo et al., 2001.



**Fig. 2.** Columna estratigráfica del tubo volcánico de la Cueva del Llano. Los estratos marcados con una “x” son aquellos en los que se encontró el material de estudio. Modificado de Castillo et al., 2001.

## 2. Objetivos

En base a lo anteriormente expuesto, se propuso como objetivo general del presente estudio la caracterización de la morfología dental de los restos fósiles de *Crocidura canariensis* del yacimiento Cueva del Llano y su relación con el ambiente en el que vivió.

Para ello, se abordarán como objetivos específicos los siguientes:

1. Separación de los restos fósiles de la especie del resto del material recolectado en el yacimiento y realización del inventario.
2. Descripción morfológica y toma de medidas de las piezas dentales.
3. Comparación morfológica y métrica del material entre los distintos subniveles.
4. Comparación morfológica y métrica de la dentición con otras especies.
5. Aproximación a la paleoecología de la musaraña canaria.

## 3. Materiales y Métodos

### 3.1. Revisión y separación de los materiales estudiados.

Abreviaturas: I, incisivo superior; A, antemolares superiores; P, premolar superior; M, molares superiores; i, incisivo inferior; a, antemolar inferiores; p, premolar inferior; m, molares inferiores; Ma, millones de años; CLL, Cueva del Llano.

El material estudiado (mandíbulas, maxilas y dientes sueltos) se encontraba mezclado con más huesos craneales y postcraneales de *Crocidura canariensis* y con material del roedor *Malpaisomys insularis* Hutterer, López-Martínez & Michaux 1988. Dicho material fue excavado en el yacimiento Cueva del Llano (Fuerteventura). Todos los restos se encontraban en bolsas de plástico, separados por nivel y subniveles, denominados: CLL1, CLL2, CLL2A, CLL2B, CLL2C, CLL3, CLL3A, CLL3B, CLL4inf, CLL4infA, CLL4M, CLL4MA, CLL4sup, CLL4supA, CLL4supB, CLL4supC, CLL4supD, CLL5, CLL6 y CLL6A.

En primer lugar, se realizó la separación de los materiales. Para ello, se seleccionaron todas aquellas bolsas que tuvieran maxilas, mandíbulas y dientes sueltos

de *C. canariensis*. Se obtuvo un total de 36 bolsas, de las cuales 17 contenían dientes sueltos, y 19 maxilas y mandíbulas.

A continuación, se procedió a la separación de los dientes sueltos en distintas bolsas, dependiendo del elemento que se tratara (M1, M2, P4, ...), con la ayuda de pinzas, pincel y una lupa binocular Olympus szx12 y posterior conteo de las piezas. Como resultado se obtuvo un número total de 12003 piezas dentales, que se distribuyen de la siguiente manera: I: 1178, A1: 220, A2: 444, A3: 803, P4: 1229, M1: 1127, M2: 1019, M3: 861, i: 923, a1: 518, p4: 840, m1: 1076, m2: 977 y m3: 788.

### **3.2. Toma de fotografías, descripción y medidas de los materiales estudiados por niveles.**

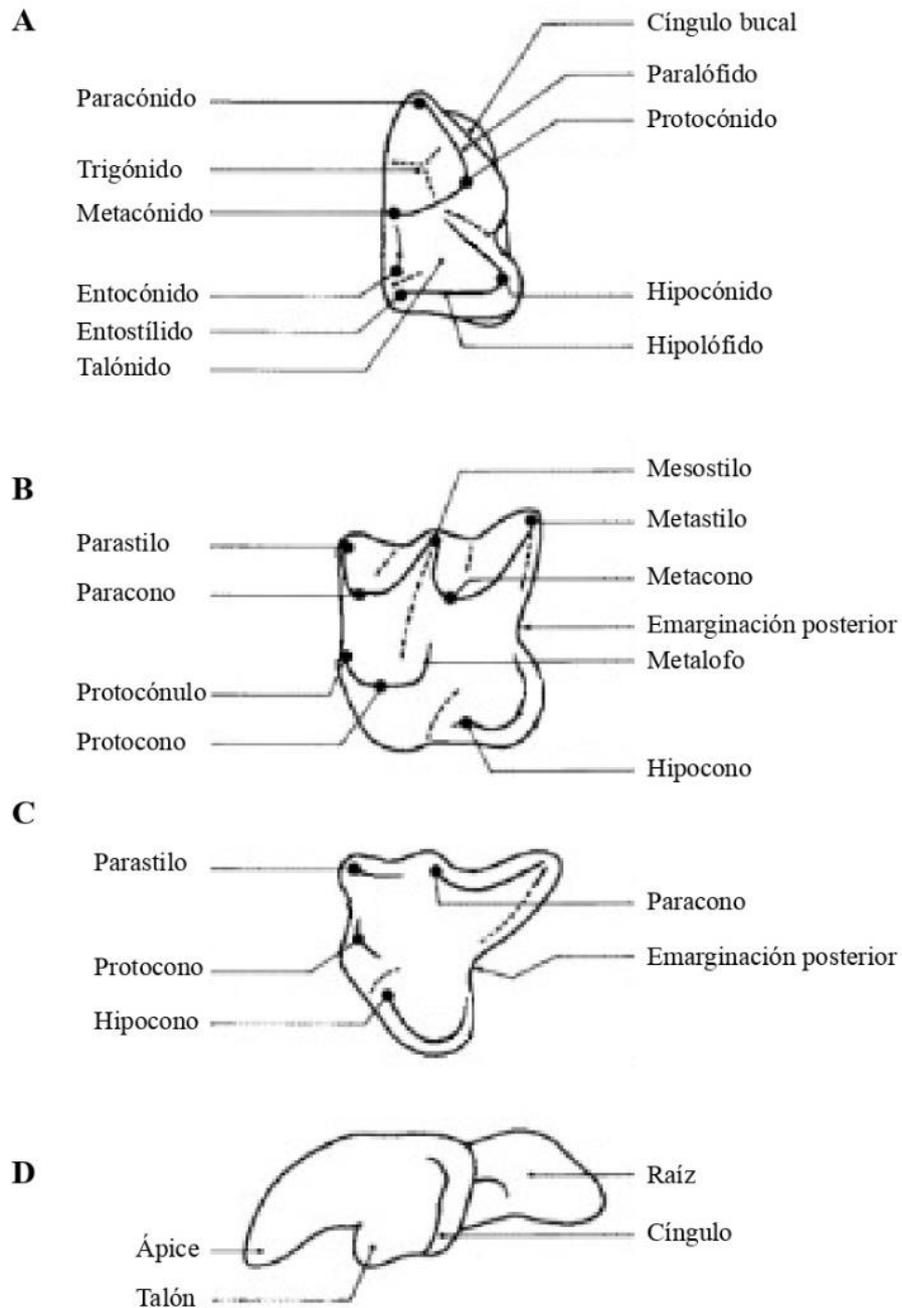
Se trabajó con el subnivel que tuviera más piezas en cada nivel: CLL1, CLL2B, CLL3, CLL4inf, CLL5 y CLL6. Dentro de cada subnivel se descartaron los antemolares, ya que no son elementos diagnósticos. Se tomaron las medidas de hasta 50 piezas de cada elemento por subnivel, ya que es un número estadísticamente representativo de material, donde en un principio se puede observar la variabilidad intrapoblacional.

Para llevar a cabo la toma de fotografías y medición del material, se montaron los elementos sobre piezas de Lego®, a las que se adhirieron con pequeños pedazos de goma moldeable de Winsor&Newton®, y se le añadió un código para cada muestra, siguiendo la siguiente fórmula:

CLL1-27, donde CLL indica el yacimiento, el número que le sigue indica el nivel y el número tras el guion indica el número del elemento.

La toma de las fotografías se realizó con la cámara AxioCam HRc de Zeiss®, instalada en la lupa Olympus® szx12 y a un ordenador con la aplicación AxioVision® SE64 Rel. 4.8.

La nomenclatura usada para las descripciones y los criterios de medida fueron modificados de los propuestos por Reumer (1984) (Fig. 3.). Los elementos escogidos para las descripciones, por su buen estado de conservación, fueron los registrados con los códigos CLL1-15, CLL1-26 y CLL1-29. Estos fueron fotografiados a varias alturas de enfoque, para luego combinarlas con la aplicación CombineZP® y obtener así el mejor enfoque posible de cada elemento. Además, estas imágenes fueron luego procesadas con Adobe Photoshop® 2021 para eliminar el fondo de las mismas.



**Fig. 3.** Nomenclatura usada para la descripción de la dentición. A, molares inferiores; B, molares superiores; C, P4; D, I. Modificado de Reumer, 1984.

Para tomar las medidas, se usó la aplicación ImageJ® y se registraron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel®.

A la hora de tomar las medidas, algunos incisivos fueron descartados por el alto grado de desgaste que presentaban o por encontrarse rotos, lo cual cambiaba su longitud

y, en ocasiones, también su grosor. En el resto de las piezas dentales las medidas que se tomaron fueron longitud y anchura máxima. Además, en el caso de los molares inferiores, se tomó por separado el ancho del trigónido y el ancho del talónido. La suma total de elementos medidos fue de 1873, que se registraron en un documento Excel con 7 columnas: “Nivel”, “Código”, “Elemento”, “L” (Longitud), “A” (Ancho), “ATR” (Ancho del trigónido) y “ATA” (Ancho del talónido).

En el caso de los dientes superiores, ya que se disponen en el cráneo y, por tanto, hay dos piezas de cada elemento en cada uno, estas se distinguieron con las letras “a” y “b”, siendo “a” la correspondiente a los elementos del lado derecho y “b” a los del lado izquierdo. Las mandíbulas se encontraban separadas entre sí en el material recolectado, por lo que cada una tuvo su propio código. Por ello, no hizo falta usar la distinción de “a” y “b” a la hora de incluir sus medidas en la hoja de cálculo.

Para ilustrar la evolución de las medidas de la dentición de la musaraña canaria se crearon varios diagramas de dispersión con los datos tomados (Fig. 6.). En el eje X se encuentran las medidas de la longitud en mm, y en el eje Y el ancho, también en mm. En el caso de los molares inferiores se tomó la anchura máxima, que en m1 y m2 coincide con el ancho del talónido, mientras que en m3 coincide con la del trigónido.

## 4. Resultados

### 4.1. *Descripciones.*

i: Es acusulado. En vista labial (Fig. 4. A) el margen dorsal del diente presenta una ligera curvatura cóncava, al igual que el margen ventral. Tiene aproximadamente el mismo grosor en los dos primeros tercios desde la parte proximal, estrechándose ligeramente hacia el final del diente. El ápice es redondeado. Es más alto en la zona distal que en la proximal. Un delgado cingulo en la cara labial del diente separa la raíz de la corona. Su sección tiene forma de lágrima o de gota, siendo la parte superior más estrecha que la parte inferior.

p4: Tiene una forma subtriangular. Presenta una sola cúspide, posicionada en la parte anterior del diente, de la que salen dos crestas hacia la parte posterior, una hacia el lado

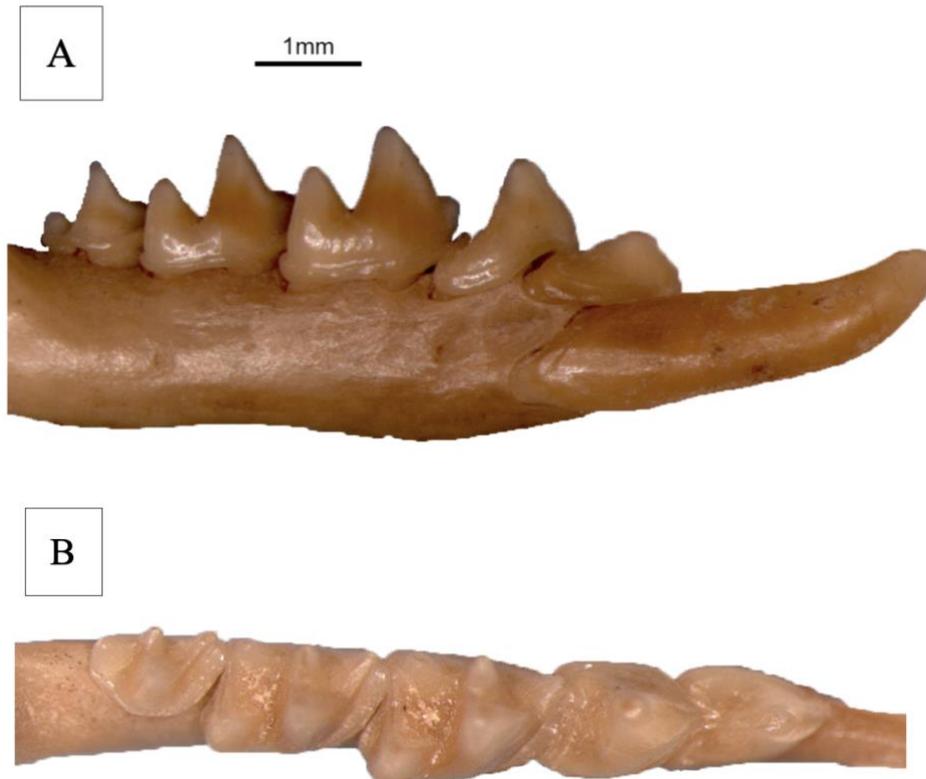
lingual y la otra hacia el labial. Ambas están igualmente desarrolladas. La parte posterior presenta una ligera curvatura hacia el interior del diente, dejando, por tanto, dos pequeños rebordes, uno hacia la cara lingual y el otro hacia la cara labial. Presenta un cíngulo que envuelve todo el diente, excepto la parte anterior del mismo.

m1: En vista oclusal (Fig. 4. B) tiene una forma trapezoidal, alargada anteroposteriormente y con uno de sus márgenes con un corte diagonal, en la parte del trigónido. El talónido es más ancho labio-lingualmente y más corto anteroposteriormente que el trigónido. El trigónido del m1 está más abierto que el trigónido del m2. En vista bucal se observa que, en el trigónido, la cúspide más alta corresponde con el protocónido, seguida del metacónido y finalmente del paracónido. Tienen una forma triangular alargada verticalmente y con cúspides puntiagudas. El metacónido se posiciona hacia el interior de la cavidad bucal mientras que el paracónido lo hace más hacia el p4. El valle del trigónido es profundo y está abierto, ya que el cíngulo solo se encuentra por la parte labial del diente. El protolófidio tiene forma de V en vista posterior y une el protocónido al metacónido. El paracónido y el protocónido se encuentran unidos por el paralófidio, que desde la vista labial se puede observar que presenta una fuerte inflexión en forma de V entre ambas cúspides. En vista lingual el entocónido en el talónido tiene una forma triangular con la cúspide más redondeada que las otras cúspides. Se encuentra bastante desarrollado, en contraste con el entostílido, que está muy reducido. Este último no conecta con el entocónido y se encuentra por debajo de él en cuanto altura y rodeándolo por su parte posterior, terminando, por tanto, ligeramente redondeado. El valle del entostílido es estrecho, poco profundo y es más amplio que el del m2, sin llegar a contactar con el entocónido. El hipolófidio es recto y desciende desde el hipocónido hasta el entostílido. La entocréstida es descendente hacia el metacónido, sin llegar a tocarlo. En vista oclusal, se ve un hipolófidio recto, descendente hacia el entostílido y perpendicular a la cara lingual. En vista lingual se observa que el hipocónido es más alto que el entocónido. El cíngulo está desarrollado y se aprecia en vista oclusal por la cara labial del diente; recorre desde la base del paracónido hasta la base del entostílido.

m2: En vista oclusal (Fig. 4. B) tiene una parecida a la del m1, aunque de menor tamaño. Tiene un talónido ligeramente más ancho labiolingualmente que el trigónido, pero más corto anteroposteriormente. El trigónido tiene forma de V, con un ángulo menor

que el del m1. En vista lingual vemos el protocónido como la cúspide más alta, siendo esta más puntiaguda que en el m1. El metacónido es algo más alto que el paracónido; ambas cúspides se encuentran separadas por una cresta con una inflexión central. En vista lingual observamos que el valle del trigónido no es tan profundo como el del m1. El paralófidio tiene forma de V y une el paracónido con el protocónido. El metacónido y el protocónido se unen por el protolófidio, también con forma de V. En el talónido, el entocónido se encuentra más desarrollado que el entostílido. El entostílido rodea más estrechamente al entocónido que en el m1, aunque adoptando la misma forma y posición. El valle del entostílido es poco profundo y más estrecho que en el m1. En vista oclusal, encontramos un hipolófidio recto que desciende hacia el entostílido y lo une al hipocónido. En vista lingual se aprecia que el hipocónido es más alto que el entocónido. En vista oclusal encontramos el cíngulo por el borde anterior del diente, no viéndose, sin embargo, por la cara labial. Por esta zona, vemos en vista lateral, es más estrecho que por la parte anterior. Rodea todo el diente, a excepción de la cara lingual, desde el paracónido hasta el entostílido. El cíngulo del m2 es más pronunciado por el margen del paracónido que el del m1 en esta misma zona.

m3: En vista oclusal (Fig. 4. B) se observa un trigónido en forma de V que es considerablemente más grande que el talónido, que se encuentra reducido a una sola cúspide. En vista lingual vemos que el protocónido es la cúspide más alta, seguida del paracónido y el metacónido, que tienen una altura similar entre sí, y que corresponde con aproximadamente la mitad de la altura del protocónido. La cúspide del protocónido es afilada, y las del metacónido y el paracónido son algo más redondeadas. En vista oclusal se observa el cíngulo, que va desde el paracónido hasta el final del talónido, en la parte posterior del diente, siendo más ancho por la parte anterior del mismo. El entocónido está desarrollado, aunque es de menor altura que el del m1 y el m2. La cresta del entocónido es recta y desciende hacia el trigónido.



**Fig. 4.** Dentición inferior. A, vista labial; B, vista oclusal.

I: En vista labial (Fig. 5. A) se observa cómo el margen dorsal del diente presenta una curvatura constante hacia abajo hasta llegar al ápice. El margen ventral, que conecta con el talón, es también curvado. Desde el inicio de la corona del diente hasta el ápice este se va estrechando, siendo más o menos puntiagudo en su parte distal. El talón se compone de una sola cúspula que, en vista oclusal, vemos cómo es más ancha en la base del diente y cómo se va estrechando a medida que se acerca al ápice. Un solo cíngulo rodea toda la base de la corona, siendo este no muy grueso y ligeramente más ancho en la parte dorsal que en la ventral.

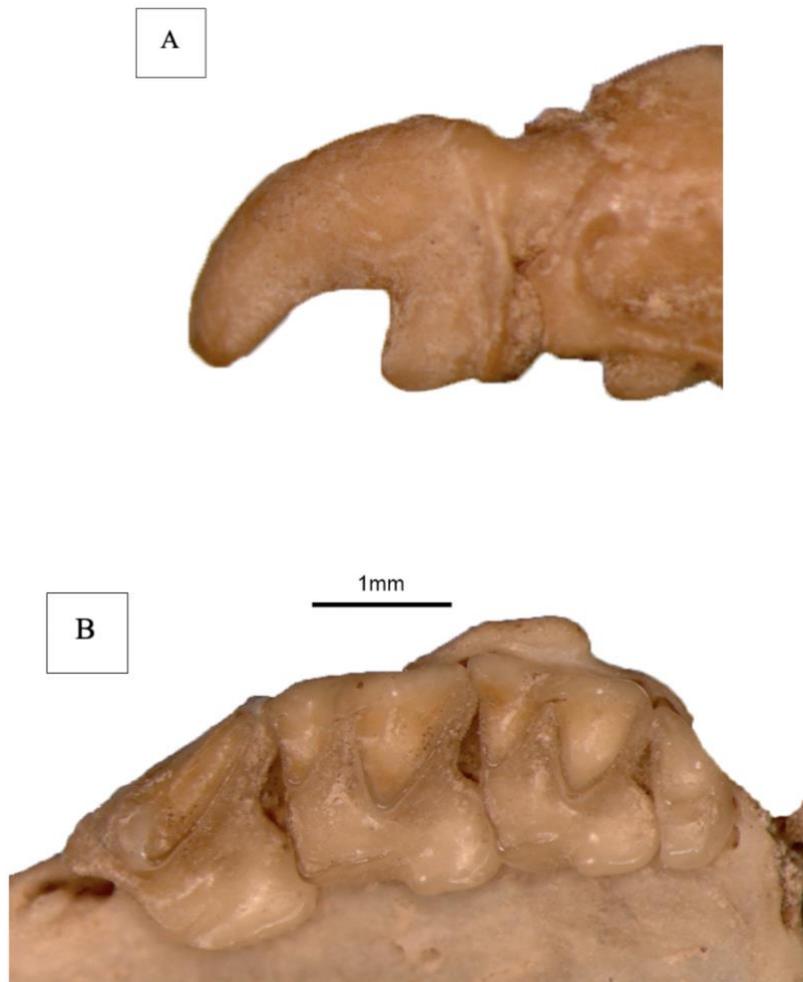
P4: Presenta una forma subtriangular, comprimido anteroposteriormente. El paracono es largo y se encuentra ensanchado a lo largo de la cresta, que va desde la mitad del diente hacia la parte posterolabial. El parastilo está desarrollado y se encuentra en el margen anterolabial del diente. El protocono está presente, aunque débilmente desarrollado. El hipocono se presenta como un engrosamiento del cíngulo que bordea el diente. La emarginación posterior está bien marcada, dejando un margen posterior cóncavo en vista oclusal, y bordeado por un cíngulo posterior de poco grosor.

M1: Se puede apreciar en vista oclusal (Fig. 5. B) que es ligeramente más ancho que largo. El margen labial del diente es irregular, pues sobresale menos el parastilo que el metastilo. El metacono es la cúspide más alta, seguida por el paracono. El paracono está en una posición más labial que el metacono. De esta manera, el paracono forma una V con la paracresta y la paramesocresta de menor tamaño que la V que conforma el metacono con la metacresta y la postmesocresta. Las partes anterior y posterior del diente quedan unidas por un mesostilo bien desarrollado, conformando un ectolofa asimétrico. En vista labial, el parastilo, el mesostilo y el metastilo presentan cúspides redondeadas. El protocónulo está ausente. El protocono y el metalofa están muy desarrollados y forman un valle del trígono bien definido. El metalofa se dirige hacia el talón, sin llegar a conectar con este, como tampoco lo hace con el metacono, aunque queda próximo a su base. La preprotocresta se orienta hacia el margen anterior del diente, y conecta con la base del paracono en su parte anterolingual. La emarginación posterior y el hipolofa están muy marcados y envuelven el flanco del hipocono, que se encuentra por debajo del extremo posterior del metalofa. Un cóngulo posterior bordea la emarginación y termina en la parte posterior del metastilo.

M2: Es algo más reducido que el M1. En este el ectolofa es más simétrico que en el M1, y forma una W en la que todas las crestas tienen una longitud similar. El parastilo está muy desarrollado y sobresale ligeramente por el margen anterolabial, donde se encuentra engrosado. En vista labial, el parastilo, el mesostilo y el metastilo presentan cúspides redondeadas. El protocónulo está ausente. El protocono y el metalofa están bien desarrollados y este último conecta con el hipocono. La conexión entre ambos queda por debajo de la base del metacono, sin establecer contacto con ella. El hipolofa bordea el diente por su margen posterolingual hasta llegar al principio de la emarginación posterior, que es menos pronunciada que la del M1. Un cóngulo posterior, de menor grosor que el del M1, se dispone bajo la emarginación llegando hasta la parte posterior del metastilo.

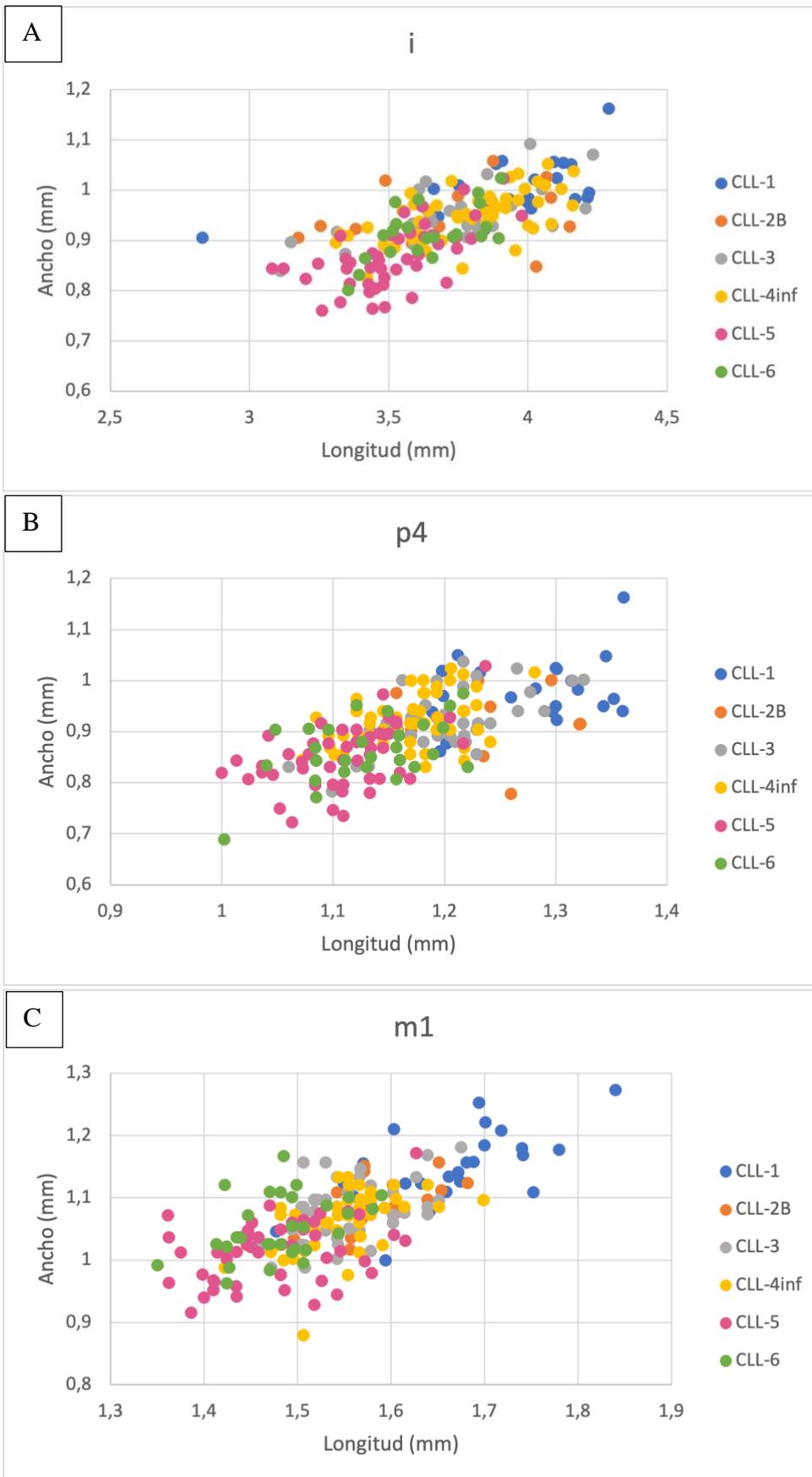
M3: Es más ancho que largo y tiene una forma subtriangular. El paracono es la cresta más desarrollada y la preparacresta es la cresta más larga, que termina en la unión con el parastilo anterolabialmente. La postparacresta conecta con el mesostilo. La premetacresta conecta el mesostilo con el metacono, que se encuentra reducido. La postmetacresta se encuentra ausente, habiendo en su lugar un metacono alargado. El metastilo y el protocónulo están también ausentes. El protocono está poco desarrollado,

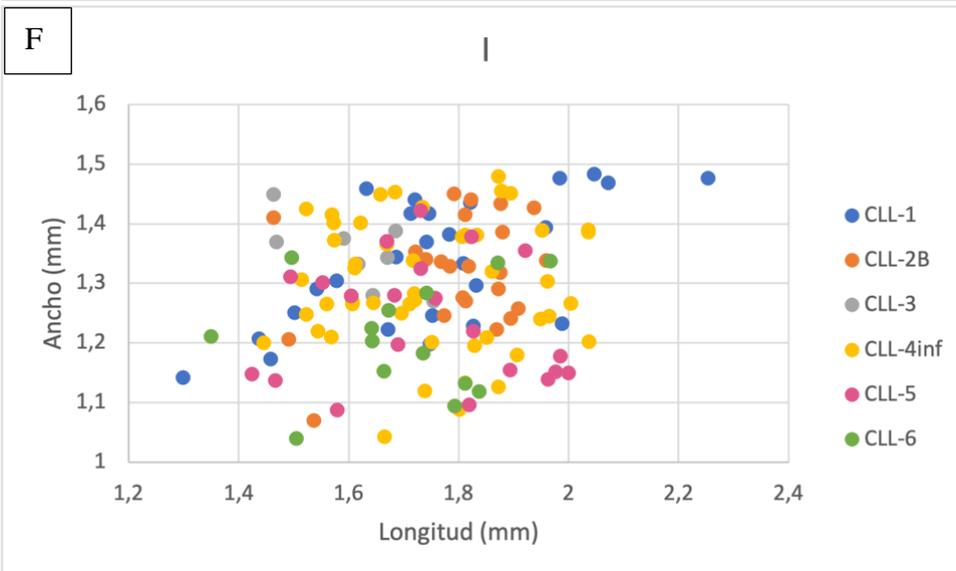
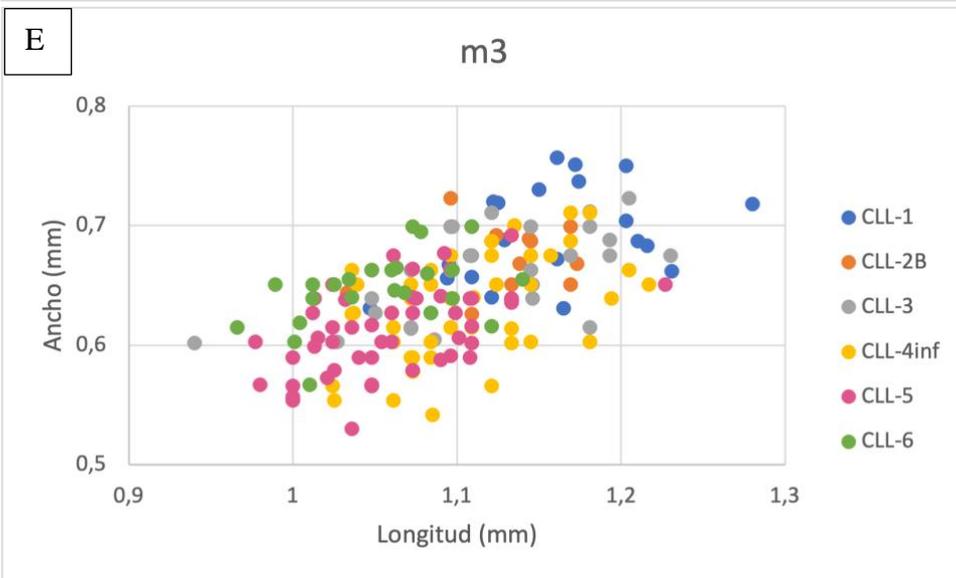
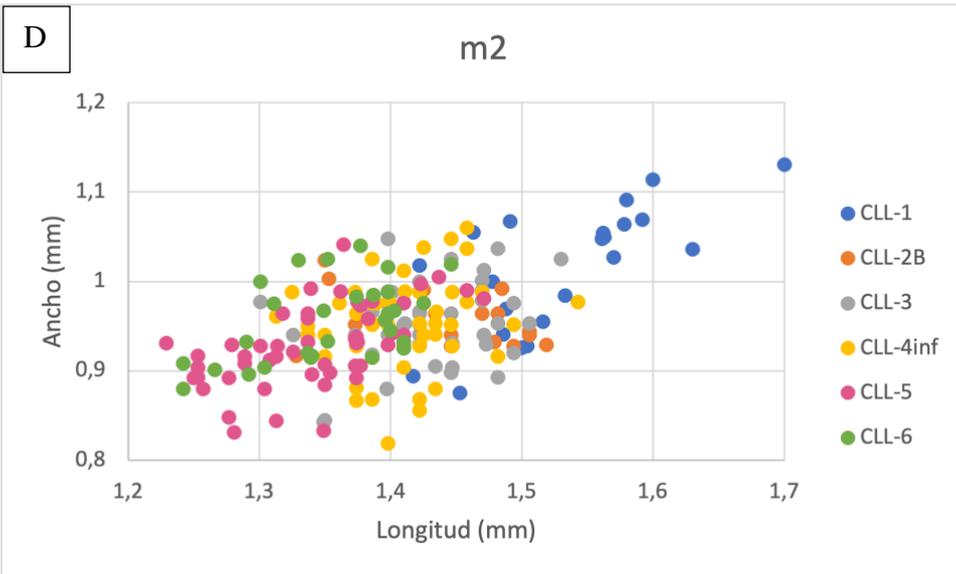
aunque presente, unido a un metalofo que acaba en el valle del trígono, sin llegar a contactar con el metacono.

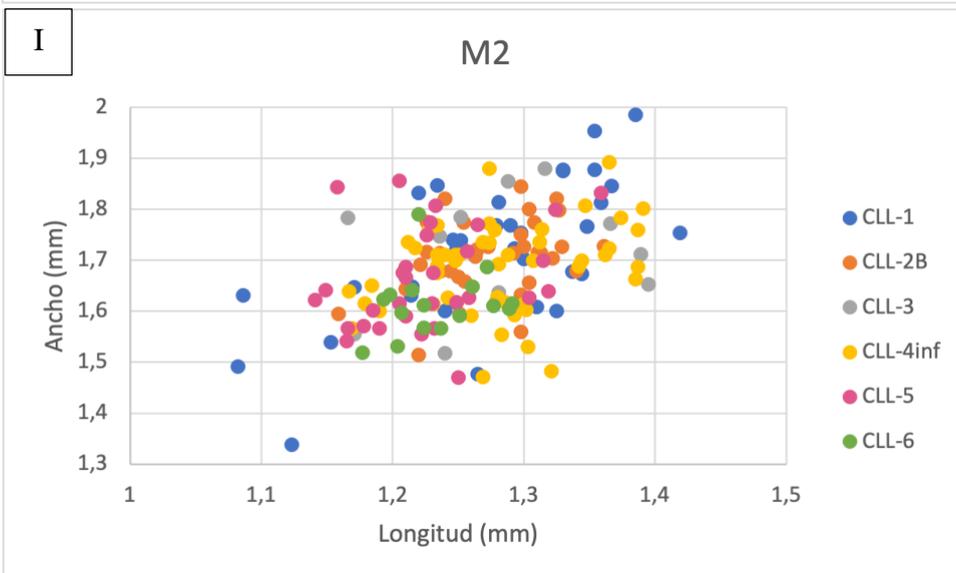
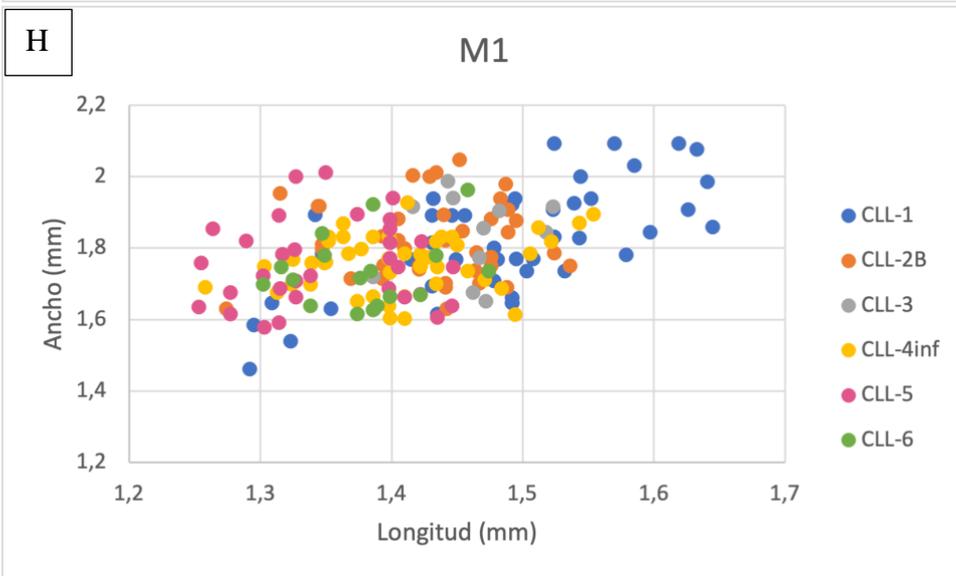
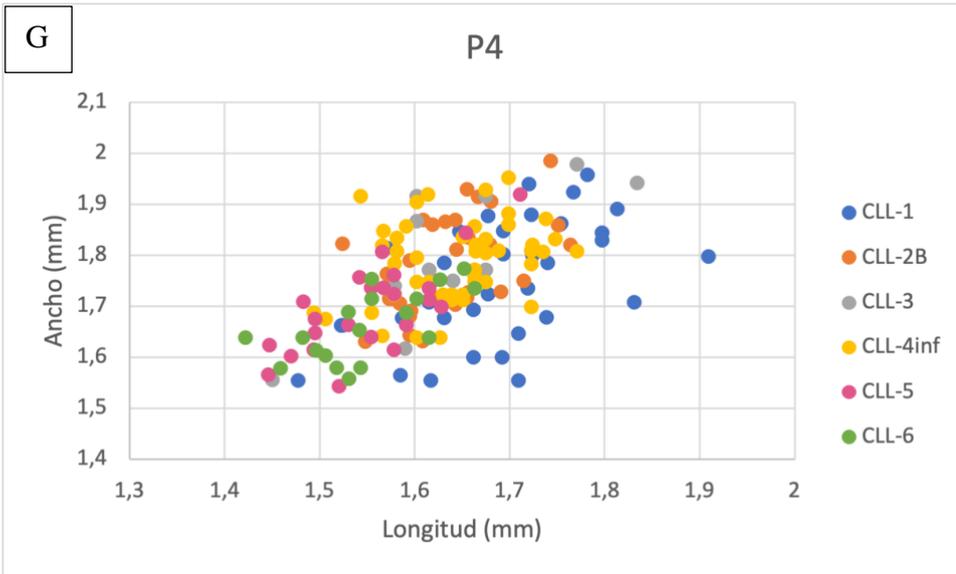


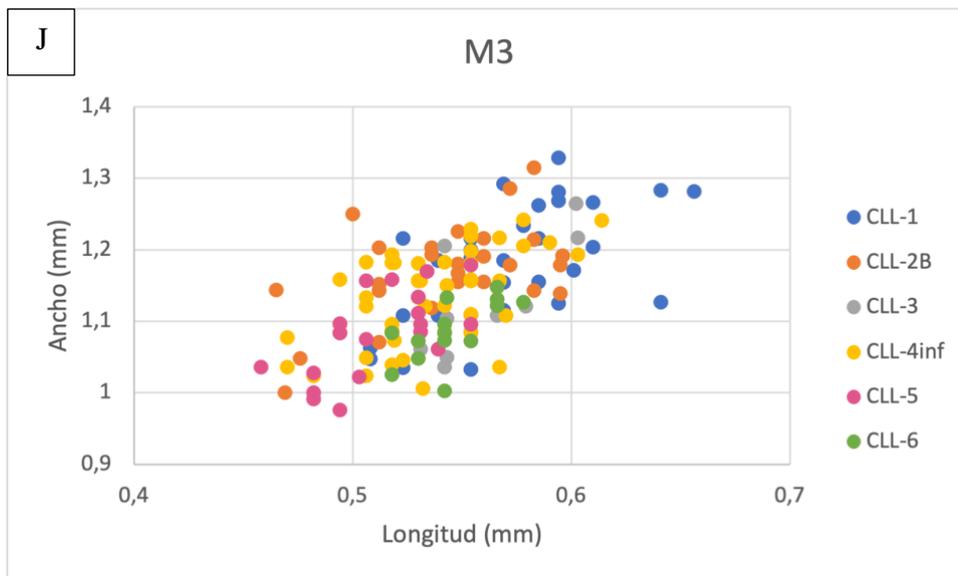
**Fig. 5.** Dentición superior. A, vista labial del I; B, vista oclusal del resto de la dentición.

## 4.2. Medidas.









**Fig. 6.** Diagramas de dispersión de las medidas de longitud y ancho de las distintas piezas dentales de la especie. A, i; B, p4; C, m1; D, m2; E, m3; F, I; G, P4; H, M1; I, M2; J, M3.

## 5. Discusión

Según la diagnosis de Repenning (1967), el género *Crocidura* presenta los siguientes caracteres diagnósticos: una fórmula dental que presenta 1-0-3-1-3/1-0-1-1-3 (incisivo, canino, antemolares, premolar y molares, inferior y superior). El incisivo inferior es de tamaño variable, y se curva ligeramente hacia arriba, con un filo cortante que puede ser entre mínimamente aserrado y liso, cuya corona es más larga que su raíz. El primer antemolar superior es el más grande de los tres antemolares superiores, los dos que le siguen son unicuspidados y del mismo tamaño. Los talónidos son cortos y el del m3 se encuentra reducido a una sola cúspide. Los molares superiores son anchos (modificado de Repenning, 1967; Reumer, 1984; Furió, 2008). El material en estudio cumple con estos caracteres, por lo que podemos asignarlo al género *Crocidura*. Por otro lado, los caracteres diagnósticos de la especie *C. canariensis* que guardan relación con su dentición son, según Hutterer et al. (1987): el parastilo del premolar superior es pequeño y está unido al metacono, y el talónido del tercer molar inferior es pequeño y tiene una sola cúspide. Nuestra especie en estudio cumple con dichos caracteres, por lo que se asigna a la especie *Crocidura canariensis*.

### 5.1. Comparación morfológica de la dentición de *C. canariensis* con la de otras especies del género.

*C. sicula* y *C. canariensis* difieren en el color de su pelaje, en la morfología de su cráneo y dentición (Hutterer et al., 1992). En *C. sicula*, las cúspides del segundo y tercer antemolar superior se encuentran usualmente formando una línea con la cúspide del parastilo del P4. Además, el parastilo de este diente es muy grande y tiene forma rectangular. El cíngulo del mismo es ondulado. Por otra parte, la especie presenta un tercer molar superior estrecho (Vogel et al., 1989). En la dentición de *C. canariensis* la cúspide del parastilo del P4 queda en una posición más labial que las cúspides de los antemolares. El parastilo de esta especie es de menor tamaño que el de la especie siciliana, y su cíngulo es recto. El M3 no es tan estrecho como en *C. sicula*. Sin embargo, no se pudo hacer una comparación más detallada de las características morfológicas dentales de ambas especies debido a la escasez de datos de esta índole encontrados sobre *C. sicula*.

Teniendo en cuenta el supuesto ancestro común del Norte de África que comparten *C. sicula* y *C. canariensis* y que guardaría relación con la actual especie africana *C. tarfayensis* (Vogel et al., 2006), es importante comparar los caracteres morfológicos que esta última y *C. canariensis* presentan. De acuerdo con las descripciones aportadas por Hutterer (1986), el incisivo superior de la especie africana es corto y ancho, con un talón bien diferenciado y de una sola cúspula, similar al de la musaraña canaria. Los M1 y M2 son anchos labio-lingualmente y cortos antero-posteriormente en la dentición de *C. tarfayensis*, sin embargo, en *C. canariensis* estos son menos anchos y algo más largos, teniendo un aspecto más cuadrado. En ambas especies, el m3 presenta un cíngulo anterior amplio, pero, en la primera, el talónido es ancho y se encuentra bien desarrollado, con dos cúspides, mientras que en la segunda especie se encuentra reducido a una sola cúspide, el entocónido.

*Crocidura darelbeidae* Geraads, 1993 es una especie extinta de musaraña africana hallada en Oulad Hamida que vivió durante el Pleistoceno medio. Algunos de sus caracteres diagnósticos son un incisivo superior pequeño con un cíngulo labial bien marcado. El P4 y los molares superiores son estrechos. El parastilo del P4 es prominente y el mesostilo del M1 y M2 se extiende hacia la cresta labial. El cíngulo labial de los molares inferiores también es reducido y hay una sola cúspide en el talónido del m3 (Geraads, 1993). Morfológicamente, la dentición de esta especie no difiere tanto de la de la musaraña canaria, pues comparten un incisivo superior similar, y un P4 y molares superiores más o menos estrechos. Sin embargo, teniendo en cuenta las medidas aportadas

por el mismo autor, es observable que *C. darelbeidae* era considerablemente mayor que *C. canariensis*.

*Crocidura maghrebiana* Hutterer, 1991 es una especie del Pleistoceno que vivió en el Norte de África. Se caracteriza por un parastilo anormalmente grande del P4, que constituye casi un tercio del total de la superficie del diente en vista labial (Hutterer, 1991). Además, según Geraads (2016), presenta un incisivo superior pequeño con un cóngulo labial bien marcado, molares superiores estrechos, un mesostilo del M1 y el M2 que se extiende hacia la cresta labial, una parte dorsal del incisivo inferior casi rectilínea, molares inferiores con un cóngulo lingual reducido y un talónido simple del m3. *C. canariensis* también presenta molares superiores estrechos y molares inferiores con un cóngulo lingual reducido, sin embargo, presenta un incisivo inferior ligeramente curvado hacia arriba. En cuanto al tamaño de las piezas dentales, en comparación con las medidas tomadas de nuestra especie en estudio, los dientes de *C. maghrebiana* son algo más largos, pero, sobre todo, más anchos (Geraads, 2016).

*Crocidura whitakeri* Winton, 1897 es una especie actual de musaraña que vive en el Norte de África. De acuerdo con Hutterer (1986) esta especie presenta como caracteres diagnósticos un incisivo superior pequeño y puntiagudo, un P4 con un parastilo estrechamente unido al metacono, unos M1 y M2 anchos y cortos y un incisivo inferior corto y recto. En *C. canariensis*, la morfología del incisivo superior y del P4 es similar a la de esta especie, sin embargo, difieren en la forma del M1 y el M2, que son más cuadrados en la especie canaria, y en la del incisivo inferior, que es más largo y curvado en *C. canariensis*.

*Crocidura lusitania* Dollman, 1915 es una especie africana actual que tiene una distribución discontinua. Habita en zonas del noroeste africano y en dos pequeñas zonas en el noreste. Es una musaraña de pequeña talla, cuyo incisivo superior es muy pequeño, el parastilo de su P4 está unido al metacono y su M3 es muy delgado y reducido, lo que la caracteriza como especie (Hutterer, 1986). En comparación, *C. canariensis* tiene un incisivo y un M3 de mayor tamaño, pero coincide con la especie en la morfología del parastilo.

*Crocidura russula* Hermann, 1780 es otra de las especies que habitan el Norte de África, aunque esta también habita en la actualidad en el suroeste europeo. De acuerdo con la descripción aportada por Hutterer (1986) presenta un incisivo superior corto y ancho, un P4 cuyo parastilo sobresale del metacono y unos molares superiores con forma subcuadrada, como los de *C. canariensis*, especie con la que también comparte la

morfología del incisivo inferior, largo y curvado. Sin embargo, difieren en la posición del parastilo del P4, que en la musaraña canaria se encuentra unido al metacono.

Siguiendo con las especies que habitan o habitaron Europa, *Crocidura obtusa* Kretzoi, 1938 es una especie extinta que habitó Europa Central durante el Pleistoceno (Botka & Mészáros, 2015). El incisivo inferior de la especie presenta un cíngulo bucal pronunciado, el p4 es alto y puntiagudo, y presenta también un cíngulo pronunciado, en los molares m1 y m2 la entocréstida está ausente, y el cíngulo bucal de estos es ondulado, el talónido del m3 se reduce a una sola cúspide, el hipocónido (Mészáros et al., 2019). Comparado con *C. canariensis*, en la musaraña canaria la entocréstida de m1 y m2 está presente, y el cíngulo bucal de estos molares no presenta ondulación, además, la cúspide que se encuentra desarrollada en el m3 es el entocónido.

*Crocidura suaveolens* Pallas, 1811 habita en algunas zonas de la península ibérica, en el resto de Europa y en parte del continente asiático. En esta especie de musaraña actual, el incisivo inferior no es muy largo y está curvado hacia arriba, y el valle entre el parastilo y el paracono del P4 es amplio (Tez, 2000). Sin embargo, no se pudo hacer una comparación entre esta especie y la musaraña canaria debido a la escasez de literatura encontrada respecto a la morfología dental de *C. suaveolens*.

La segunda musaraña endémica de las islas Canarias es *Crocidura osorio* Molina & Hutterer, 1989 que habita en la isla de Gran Canaria, siendo estas las dos únicas especies endémicas de musaraña del archipiélago, y de las pocas especies endémicas de mamíferos de las islas. Basándonos en la descripción de *C. osorio* aportada por Molina y Hutterer (1989), sabemos que esta especie presenta un P4 cuyo parastilo se encuentra poco desarrollado e, incluso, a veces ausente, a diferencia de el del P4 de *C. canariensis*, que siempre está presente y se encuentra bien formado. Por otra parte, el M3 de la especie de Gran Canaria está más desarrollado que el de *C. canariensis*. Las medidas de este molar en *C. osorio* (Molina & Hutterer, 1989), son más grandes que las de *C. canariensis*, sobretudo en anchura. En la dentición inferior, el incisivo de la primera especie es corto, y el de la especie en estudio es más largo. El p4 carece de cúspides adicionales en ambas especies. Por último, el m3 de *C. osorio* presenta un talónido amplio, mientras que el de *C. canariensis* se encuentra reducido y es, por tanto, más estrecho. Todas estas diferencias podrían deberse a un proceso de adaptación a la insularidad, a un distinto modo de vida o a un diferente origen de las especies. Finalmente, los análisis del ADN mitocondrial nos muestran que *C. osorio* se diferenció como especie a partir de una introducción de *C.*

*russula* en las islas (Molina et al., 2003), confirmando el diferente origen de ambas especies.

En el yacimiento de Atapuerca se hallaron restos de *Crociodura kornfeldi* Kormos, 1934, especie que vivió durante el Plio-Pleistoceno (Rofes & Cuenca-Bescos, 2011). En primer lugar, la morfología en vista oclusal del P4 de *C. kornfeldi* es casi triangular, debido a la fuerte emarginación posterior de la corona. De igual manera, el P4 de la musaraña canaria tiene en vista oclusal una forma subtriangular, y una marcada emarginación posterior, aunque algo menor que la de la primera especie, que le aporta este aspecto. El P4 de *C. canariensis* es algo más estrecho que el de la otra especie. El parastilo de *C. kornfeldi* sobresale en el margen antero-labial de la corona, y se encuentra separado del paracono por un profundo valle. El parastilo de *C. canariensis* no sobresale de la corona, pero también se separa del paracono por un valle. En ambos casos se encuentra una ancha cresta tras el paracono, que va desde la mitad del diente hacia la parte posterolabial. Un cíngulo bordea el margen posterior del P4 de ambas especies. El protocono está débilmente desarrollado en los premolares de ambas especies. La morfología del M1 y el M2 es muy similar en ambas especies, diferenciándose en que los molares de *C. kornfeldi* son algo más anchos que los de *C. canariensis*, y los de esta última algo más largos que los de la primera. Además, en *C. canariensis* el protocónulo está ausente en ambos molares, y el cíngulo posterior del M1 es algo más ancho que el del M2, siendo al revés en el caso de *C. kornfeldi*. La morfología del incisivo inferior es similar en ambas especies, salvando que el incisivo de *C. canariensis* puede llegar a ser más largo y que, según Reumer (1984) el de *C. kornfeldi* puede ser a veces ligeramente monocuspulado o bicuspulado. El p4 es también parecido en ambas especies, siguiendo la morfología típica del género; tetraedro alto y puntiagudo con un margen posterior curvado. La morfología del m1 y el m2 de las dos especies se diferencia en que el cíngulo labial de la especie descrita por Kormos (1934) es ondulado, mientras que el de la musaraña canaria no.

## **5.2. Cambios en la morfología dental de la especie entre subniveles.**

Las descripciones llevadas a cabo en el presente estudio fueron hechas principalmente a partir de dentición del nivel CLL1, que es el estrato más antiguo de entre los que componen la columna del yacimiento de la Cueva del Llano. Por ello, se hará una comparación de los caracteres morfológicos de la dentición de la especie en este nivel

con los de la misma especie en los niveles superiores (CLL2B, CLL3, CLL4inf, CLL5 y CLL6), con el fin de advertir posibles cambios evolutivos en la musaraña canaria.

Se compararon los caracteres descritos en el apartado 4 con los del subnivel CLL2B. Se observó en vista labial que, en la dentición inferior, el ápice del incisivo se encuentra ligeramente más curvado, y que la cúspide del p4 es más gruesa, dejando espacio entre el final de la cúspide y la parte posterior del diente. Esto último también se aprecia en vista oclusal.

En el nivel CLL3 se acentúa lo recientemente descrito en el p4, y se mantiene el ligero aumento de la curvatura del ápice de i con respecto al nivel CLL1.

En el subnivel CLL4inf se observa que, además de los cambios anteriormente mencionados en el subnivel CLL2B y el nivel CLL3, hay que añadir un cambio en el paracónido de los molares inferiores, que sobresale por la parte anterior del diente en vista labial más de lo que lo hacía en los niveles anteriores. Además, en la dentición superior, el P4 se aprecia más comprimido anteroposteriormente.

En el nivel CLL5 la curvatura del incisivo inferior se hace más obvia, así como se aprecia mejor cómo el paracónido sobresale anteriormente en vista labial. En este nivel se observa un incisivo superior con una apariencia más elongada, en comparación con el I de los primeros niveles, que tenía una forma más comprimida anteroposteriormente, dándole un aspecto más corto. Por último, el ápice se encuentra menos curvado hacia la parte ventral. El resto de los cambios advertidos en los niveles anteriores se mantiene.

En el nivel CLL6 se acentúan los cambios morfológicos descritos. Además, el M3 se observa más corto, sobretodo en su parte labial, dándole una apariencia más triangular.

Esta serie de cambios parece haberse producido gradualmente a lo largo del tiempo. Las diferencias se aprecian con mayor claridad cuando comparamos las piezas del nivel CLL1 con las del nivel CLL6.

Durante el periodo de tiempo que comprende la sucesión de los distintos niveles estratigráficos que componen el yacimiento, los niveles CLL2B y CLL3 se dieron en climas más húmedos, mientras que a partir del nivel CLL4inf en adelante el clima se volvió más seco, similar al actual (Coello et al., 1999). Este cambio en el clima pudo haber propiciado los cambios morfológicos de la especie, así como en su tamaño, pues, de acuerdo con lo expuesto por Genoud (1988), el clima y la disponibilidad de alimento condicionan la evolución de las especies.

### 5.3. *Paleoecología.*

Según Reumer (1984), el género *Crocidura* muestra una clara preferencia por terrenos relativamente áridos y abiertos como jardines, campos, prados y zonas rocosas. Además, parece no tolerar ambientes demasiado fríos, pues no se ha encontrado por encima de los 53° latitud norte. En cuanto a su preferencia de actividad, es generalmente nocturna (Rzebik-Kowalska, 1995).

La musaraña canaria habita en zonas de malpaís de Fuerteventura y Lanzarote. Por este motivo, la especie está adaptada a las condiciones cálidas y secas de la zona. Cabe destacar que algunos especímenes han sido capturados en lava negra reciente donde casi no existe vegetación (Hutterer et al., 1992). La especie africana *C. tarfayensis* habita en gran parte de Marruecos y una pequeña zona de Mauritania, en zonas rocosas (Aulagnier et al., 2019), y desérticas de escasa vegetación (Hutterer, 1986), siendo este un hábitat similar al de la musaraña canaria.

En el caso opuesto se encuentra *C. osorio*, que vive en la zona verde del noreste de Gran Canaria, en ambientes templados entre los 200 y 1000 m sobre el nivel del mar, frente a las zonas áridas, semidesérticas, a poca altitud sobre el nivel del mar en las que vive *C. canariensis* (Molina & Hutterer, 1989).

Otra de las especies anteriormente mencionadas y comparadas con *C. canariensis*, es *C. whitakeri* que habita, al igual que la musaraña canaria, en tierras bajas, cuya distribución alcanza, en este caso, gran parte de Marruecos y Argelia (Molina & Hutterer, 1989). Habita también, según Cassola (2016) en gran parte de Túnez y en algunas partes de Egipto, en zonas de matorral e intermareal.

Por otro lado, *C. russula* habita en lugares húmedos a altitud sobre el nivel del mar, como *C. osorio*, pero también en tierras bajas costeras, siendo este último un hábitat más típico de *C. canariensis* (Hutterer, 1986).

Otra especie que vive en lugares húmedos es *C. suaveolens*, pues, según Tez (2000), a esta especie le gustan los campos abiertos húmedos, y ocurre generalmente en los bordes de los ríos, canales de riego, y de los campos cercanos al agua o donde se practica el cultivo húmedo. Según Palomo et al. (2016) habita en matorrales, pastizales, áreas rocosas, zonas supramareales, costeras y terrestres, y vive en gran parte de Europa (desde Portugal) y parte de Asia (hasta Mongolia).

#### **5.4. Reducción del tamaño de los individuos y adaptación a la insularidad.**

Hutterer (1992) comenta que los fósiles encontrados de *C. canariensis* del Pleistoceno en la isla de Fuerteventura son de mayor tamaño que los individuos actuales de la misma especie. Esto coincide con los resultados obtenidos en este estudio como se muestra en la Figura 6 del apartado 4, donde se observa cómo las distintas piezas dentales han ido disminuyendo el tamaño desde el nivel CLL1 hasta el nivel CLL6. Las especies insulares de pequeños mamíferos tienden a aumentar su tamaño debido a una disminución de la depredación (Michaux et al., 2002), sin embargo, ha ocurrido lo contrario en el caso de *C. canariensis*. La disminución en el tamaño del cuerpo de la especie podría deberse a una escasa disponibilidad de recursos, a la presencia de depredadores y a la competitividad con otras especies (van der Geer et al., 2013). La lechuza común (*Tyto alba* Scopoli, 1769) es el principal depredador de la musaraña canaria y de otros pequeños mamíferos en La Cueva del Llano (Castillo et al., 2001), y esta depredación podría haber propiciado el cambio en el tamaño de la musaraña.

Adicionalmente, se ha observado una disminución en el tamaño de las camadas de las especies insulares con respecto a las continentales (Hutterer, 1992). Según Genoud (1988) el tamaño reducido de las camadas forma parte de una estrategia de adaptación a ambientes cálidos o impredecibles, que incluye una disminución de la tasa metabólica. Canarias, constituida por islas de origen volcánico es, sin duda, un ambiente ciertamente impredecible, y las zonas de malpaís donde habita *C. canariensis* son semidesérticas, por lo que la adaptación que ha de haber experimentado la especie se ajusta a lo descrito por Genoud (1988).

## **6. Conclusiones**

1. Los restos fósiles encontrados en el yacimiento de la Cueva del Llano corresponden a la especie endémica canaria *C. canariensis*, ya que su dentición presenta los caracteres diagnósticos aportados por otros autores anteriormente.

2. Se han detectado cambios en la morfología dental de *C. canariensis* a lo largo del tiempo, como son un incisivo inferior cuyo ápice se ha vuelto más curvado, un p4 cuya cúspide se ha engrosado, un incisivo superior de aspecto más elongado o un P4 más comprimido anteroposteriormente.

3. Se observó una reducción progresiva del tamaño de las piezas dentales desde el nivel CLL1 al nivel CLL6.

4. Los cambios morfológicos y de talla detectados podrían deberse a una adaptación a la insularidad o a un cambio del entorno, ya que las condiciones paleoambientales de los niveles CLL2B y CLL3 corresponden a una época de clima húmedo, mientras que en los últimos niveles el clima se tornó árido.

## Conclusions

1. The fossil remains found at Cueva del Llano site correspond to the endemic Canarian species *C. canariensis*, since their dentition present the diagnostic characters previously provided by other authors.

2. Changes have been detected in the dental morphology of *C. canariensis* over time, such as a lower incisor whose apex has become more curved, a p4 whose apex has thickened, an upper incisor with a more elongated aspect, or a P4 anteroposteriorly more compressed.

3. A progressive reduction of the size of the teeth was observed from the CLL1 level to the CLL6 level.

4. The morphological and size changes detected could be due to an adaptation to the insularity or to a change in the environment, since the palaeoenvironmental conditions of the CLL2B and CLL3 levels correspond to a time of humid climate, while in the last levels the climate became arid.

# Bibliografía

- Aulagnier, S., Gerrie, R. & Kennerley, R.** (2019). *Crocidura tarfayensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T41361A22308881. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T41361A22308881.en>. Acceso: 1 de Julio 2021.
- Botka, D., & Mészáros, L.** (2015). *Crocidura* (Mammalia, Soricidae) remains from the late Early Pleistocene Somssich Hill 2 locality (Villány Hills, Southern Hungary). *Fragmenta Palaeontologica Hungarica*, 32, 67-98.
- Carracedo, J. C., & Troll, V. R.** (2016). *The geology of the Canary Islands*.
- Cassola, F.** (2016). *Crocidura whitakeri*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e.T41366A115519360. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T41366A22309395.en>. Acceso: 30 de Junio 2021.
- Castillo, C., Martín-González, E., & Coello, J. J.** (2001). Small vertebrate taphonomy of La Cueva del Llano, a volcanic cave on Fuerteventura (Canary Islands, Spain). Palaeoecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 166(3-4), 277-291.
- Coello, J. J., Castillo, C., & González, E. M.** (1999). Stratigraphy, chronology, and paleoenvironmental reconstruction of the quaternary sedimentary infilling of a volcanic tube in Fuerteventura, Canary Islands. *Quaternary Research*, 52(3), 360-368.
- Fairbanks, R. G.** (1989). A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342(6250), 637-642.
- Furió Bruno, M.** (2008). *Los insectívoros (soricomorpha, erinaceomorpha, mammalia) del Neógeno Superior del Levante Ibérico*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Fúster, J. M., Cendrero, A., Gastesi, P., Ibarrola, E., & Lopez Ruiz, J.** (1968). Geología y volcanología de las Islas Canarias–Fuerteventura. Inst. ‘Lucas Mallada’, Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid.
- Genoud, M.** (1988). Energetic strategies of shrews: ecological constraints and evolutionary implications. *Mammal Review*, 18(4), 173-193.
- Geraads, D.** (1993, September). Middle Pleistocene *Crocidura* (Mammalia, Insectivora) from Oulad Hamida 1, Morocco, and their phylogenetic relationships. In *Proceedings van der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen* (Vol. 96, No. 3, pp. 281-294).
- Geraads, D.** (2016). La faune de vertébrés du Pléistocène moyen de la Grotte des Rhinocéros, Casablanca, Maroc: 5-Insectivores. *PRÉHISTOIRE DE CASABLANCA*, 105.
- Hutterer, R.** (1986). The species of *Crocidura* (Soricidae) in Morocco.
- Hutterer, R., López-Jurado, L. F., & Vogel, P.** (1987). The shrews of the eastern Canary Islands: a new species (Mammalia: Soricidae). *Journal of Natural History*, 21(6), 1347-1357.
- Hutterer, R.** (1991) Variation and evolution of the Sicilian shrew: Taxonomic conclusions and description of related species from the Pleistocene of Morocco.
- Hutterer, R., Maddalena, T., & Molina, O. M.** (1992). Origin and evolution of the endemic Canary Island shrews (Mammalia: Soricidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 46(1-2), 49-58.

- Hutterer, R.**, (2005). Order Soricomorpha. In: Wilson, D.E., Reeder, D.M. (Eds.), *Mammals Species of the World, a Taxonomical and Geographical Reference* third ed. The John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 220–311.
- Lopatin, A. V.** (2002). The earliest shrew (Soricidae, Mammalia) from the Middle Eocene of Mongolia. *Paleontological Journal*, 36(6): 650-659.
- MacDonald, D.**, (2006). In: *The New Encyclopedia of Mammals*. The Brown Reference Group, London.
- Martín, A., Hutterer, R., & Corbet, G. B.** (1984). On the presence of shrews (Soricidae) in the Canary Islands. *Bonn. Zool. Beitr.*, 35(1-3), 5-14.
- Mészáros, L., Botka, D., & Gasparik, M.** (2019). Establishing a neotype for *Crocidura obtusa* Kretzoi, 1938 (Mammalia, Soricidae): an emended description of this Pleistocene white-toothed shrew species. *PalZ*, 1-9.
- Michaux, J., Hutterer, R., & López-Martínez, N.** (1991). New fossil from Fuerteventura, Canary Islands: evidence for a Pleistocene age of endemic rodents and shrews. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre*, 312(7), 801-806.
- Michaux, J. R., De Bellocq, J. G., Sarà, M., & Morand, S.** (2002). Body size increase in insular rodent populations: a role for predators?. *Global Ecology and Biogeography*, 11(5), 427-436.
- Molina, O., Brown, R. P., Suárez, N. M., & Pestano, J. J.** (2003). The origin of the Osorian shrew (*Crocidura osorio*) from Gran Canaria resolved using mtDNA. *Italian Journal of Zoology*, 70(2), 179-181.
- Morales, M. N.** (2015). Repercusiones de las lluvias torrenciales sobre la conservación del opilión de la Cueva del Llano (*Maioresus randoi*), Fuerteventura (Islas Canarias). *Gota a Gota*, (9), 62-66.
- Obdulia, M., & Rainer, H.** (1989). A cryptic new species of *Crocidura* from Gran Canaria and Tenerife, Canary Islands (Mammalia: Soricidae).
- Palomo, L., Krytufek, B., Amori, G. & Hutterer, R.** (2016). *Crocidura suaveolens*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2016: e. T29656A22296429. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T29656A22296429.en>. Acceso: 30 de Junio 2021.
- Reumer, J.W.F.**, 1984. Ruscinian and early Pleistocene Soricidae (Insectivora, Mammalia) from Tegelen (The Netherlands) and Hungary. *Scripta Geologica* 73, 1–173.
- Reumer, J. W.** (1987). Redefinition of the Soricidae and the Heterosoricidae (Insectivora, Mammalia), with the description of the Crocidosoricinae, a new subfamily of Soricidae. *Revue de Paléobiologie*, 6(2), 189-192.
- Repenning, C. A.** (1967). Subfamilies and genera of the Soricidae. Geological Survey Professional Paper, 565: 1- 74.
- Rofes, J., & Cuenca-Bescos, G.** (2011). Evolutionary history and biogeography of the genus *Crocidura* (Mammalia, Soricidae) in Europe, with emphasis on *Crocidura kornfeldi*. *Mammalian Biology*, 76(1), 64-78.
- Rzebik-Kowalska, B.** (1995). Climate and history of European shrews [family Soricidae]. *Acta zoologica cracoviensia*, 38(1).
- Sagan, M.** (2019). A new approach to understanding the origin of Fuerteventura, Canary Islands (Spain): A U-Pb, Hf and O isotope and minor-and trace-element detrital zircon study.
- Sarà, M.** (1995). The Sicilian (*Crocidura sicula*) and the Canary (*C. canariensis*) shrew (Mammalia, Soricidae): Peripheral isolate formation and geographic variation. *Italian Journal of Zoology*, 62(2), 173-182.

**Steininger, F. F., Rabeder, G., & Rögl, F.** (1985). Land mammal distribution in the Mediterranean Neogene: a consequence of geokinematic and climatic events. In *Geological evolution of the Mediterranean Basin* (pp. 559-571). Springer, New York, NY.

**Tez, C.** (2000). Taxonomy and Distribution of the White Toothed Shrews *Crocidura* (Soricidae: Insectivora: Mammalia) of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 24(4), 365-374.

**van der Geer, A. A., Lyras, G. A., Lomolino, M. V., Palombo, M. R., & Sax, D. F.** (2013). Body size evolution of palaeo-insular mammals: temporal variations and interspecific interactions. *Journal of Biogeography*, 40(8), 1440-1450.

**Vogel, P.** (1976). Energy consumption of European and African shrews. *Acta Theriologica*, 21(13), 195-206.

**Vogel, P., Hutterer, R., & Sarà, M.** (1989). The correct name, species diagnosis, and distribution of the Sicilian shrew. *Bonn. zool. Beitr*, 40(3-4), 243-248.

**Vogel, P., Cosson, J. F., & Jurado, L. F. L.** (2003). Taxonomic status and origin of the shrews (Soricidae) from the Canary Islands inferred from a mtDNA comparison with the European *Crocidura* species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27(2), 271-282.

**Vogel, P., Mehmeti, A. M., Dubey, S., Vogel-Gerber, C., Koyasu, K., & Ribí, M.** (2006). Habitat, morphology and karyotype of the Saharan shrew *Crocidura tarfayaensis* (Mammalia: Soricidae). *Acta theriologica*, 51(4), 353-361.