



## The subfamily Gerbillinae as arid climate indicator

### La subfamilia Gerbillinae como indicadora de climas áridos

L. Sánchez López<sup>1</sup>, F. J. Ruiz-Sánchez<sup>1</sup>, M. Escribano Ivars<sup>1</sup>, F. Esteve Romà<sup>1</sup>, & A. Fagoaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament de Botànica i Geologia, Universitat de València. Facultat de Biologia, C/Dr. Moliner 50. 46100 Burjassot, Spain.



#### Corresponding author:

L. Sánchez López  
sanlolau@alumni.uv.es

#### Journal webpage:

<http://cienciasdaterra.novaidfct.pt/>

#### Copyright:

© 2021 L. Sánchez López *et al.* This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ISSN: 0254 - 055X  
eISSN: 2183 - 4431

#### Abstract

During the Mediterranean Salinity Crisis, a great faunal exchange between North Africa and the south of the Iberian Peninsula took place. In this context, several fossil sites from Southern and Eastern Iberian Peninsula record the presence of immigrant rodents belonging to the subfamily Gerbillinae, which currently inhabit regions of Africa and Asia. Under the hypothesis that the climatic and environmental requirements of gerbils are similar to those of extinct fossil species, this study focuses on the environmental characterization of these species. Using GIS tools to determine the characteristic environmental conditions where this subfamily inhabits nowadays, we observe that most species of the subfamily Gerbillinae live within biomes under arid and warm conditions, such as those assumed for the end of the Miocene on the basis of the study of other proxy indicators.

**Keywords:** Mediterranean Salinity Crisis, Gerbillinae, terrestrial biomes.

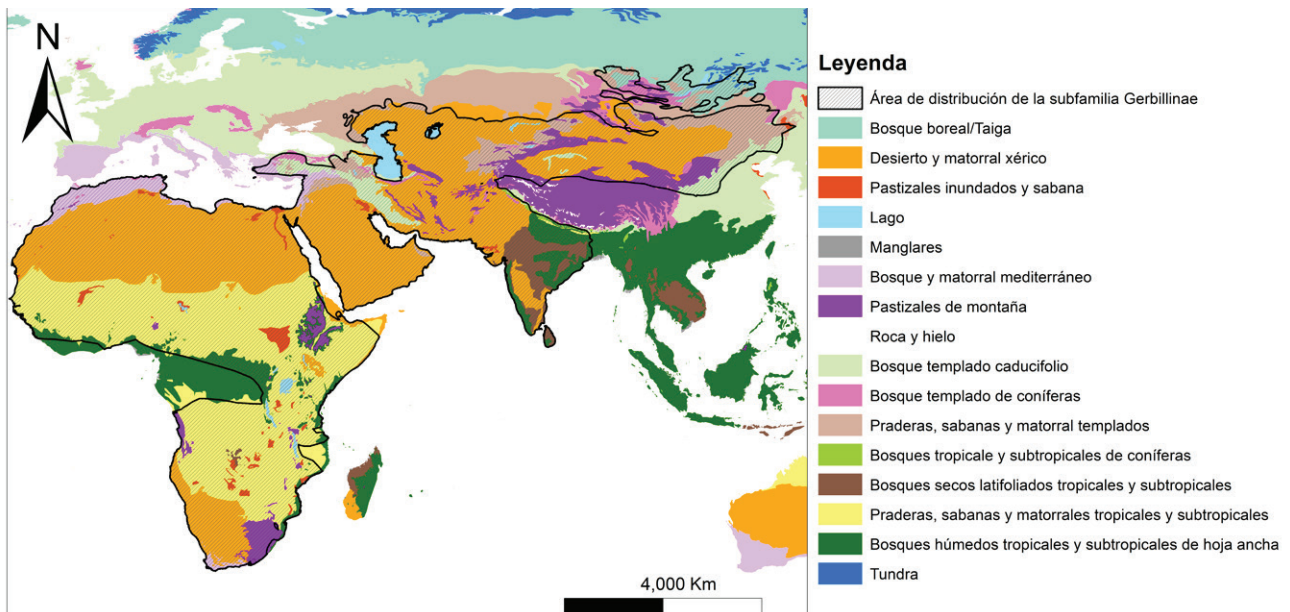
### 1. Introducción

La Crisis de Salinidad del Mediterráneo (MSC en inglés) tuvo lugar en el Messiniense, entre los 5,9 y 5,3 Ma, y dio lugar a la acumulación masiva de evaporitas y, probablemente, provocó la desecación casi completa del mar Mediterráneo debido al cierre de la conexión marina con el Atlántico (Hsü *et al.*, 1973; Soria, 2007). Muchos datos apuntan que, durante este evento, la costa este de la Península Ibérica debió quedar afectada por condiciones de extrema aridez y temperaturas elevadas. Diferentes estudios basados en indicadores *proxy* (análisis palinológicos, precipitación de anhídrita, presencia de corales y estromatolitos costeros, análisis de isótopos de  $\delta O^{18}$ - $\delta O^{13}$  y la presencia de especies terrestres adaptadas a este tipo de climas como la ardilla *Atlantoxerus* sp.) ponen en evidencia estas condiciones (Van Dam & Weltje, 1999; García-Alix *et al.*, 2008; Jiménez-Moreno *et al.*, 2009; Minwer-Barakat *et al.*, 2009).

Durante la MSC se produjo un importante intercambio faunístico entre el norte de África y el sur de la Península Ibérica, debido a la conexión terrestre que se creó entre ambos territorios. En este contexto, destaca el evento faunístico denominado “*Gerbil*

*Event*”, último de los tres que acontecieron a finales del Mioceno y que caracterizan el evento MSC (Agustí *et al.*, 2006). La MSC creó las condiciones para, entre otras cuestiones, la entrada de especies pertenecientes a la subfamilia Gerbillinae en la Península Ibérica desde África. Estas especies, comúnmente conocidas como gerbilinos, se establecieron exclusivamente en la provincia biogeográfica Ibero-Levantina, área abierta al Mediterráneo (Agustí, 1990; Moyà-Solà & Agustí, 1990). Sus restos se encuentran en yacimientos del Turolense Superior (MN13) como Almenara-M, Negratín-1 y Salobreña, donde en conjunto se registra la presencia de los gerbilinos *Debruijnimys almenarensis*, *Pseudomeriones abbreviatus*, *Myocricetodon jaegeri* y *Epimeriones austriacus*. (Agustí & Casanovas-Vilar, 2003; Sesé, 2006; Agustí *et al.*, 2011; Minwer-Barakat *et al.*, 2009, 2018).

Los gerbilinos son roedores de pequeño tamaño pertenecientes a la familia Murinae que, actualmente, habitan preferentemente áreas subdesérticas del suroeste asiático y de África (Fig. 1). En términos generales, los gerbilinos tienen hábitos nocturnos y cavan sistemas de madrigueras para protegerse, bien



**Fig. 1.** -Subfamily Gerbillinae distribution area over the terrestrial biomes.

de los depredadores o el ambiente cálido y seco. La gran mayoría son herbívoros, aunque algunos son insectívoros (Wessels, 1998). En la actualidad se han descrito 103 especies repartidas entre 14 géneros (Chevret & Dobigny, 2005).

Enmarcado en un estudio más amplio abarcando cuestiones sobre filogeografía y paleoclimatología, el objetivo del estudio que aquí se presenta es caracterizar ambientalmente el conjunto de especies actuales de la subfamilia Gerbillinae mediante el uso de cartografías temáticas sobre biomas terrestres y su análisis mediante herramientas SIG. Asumiendo la hipótesis que las especies de gerbilinos fósiles y actuales puedan haber habitado áreas con condiciones ambientales semejantes, el propósito final de este trabajo es relacionar la presencia de los diferentes taxones de esta subfamilia y los rangos restringidos propios de ecosistemas áridos y cálidos que han sido descritos por numerosos autores a finales del Mioceno a causa de la desecación del mar Mediterráneo (Van Dam & Weltje, 1999; Minwer-Barakat, 2005; García-Alix *et al.*, 2008; Jiménez-Moreno *et al.*, 2009).

## 2. Material y métodos

De las 103 especies de gerbilinos actuales, este estudio incluye 90 de las cuales se cuenta con una distribución cartográfica precisa disponible para trabajar con técnicas SIG. Utilizando el software ArcGis, y sobre la base de la distribución de cada especie actual de gerbilino (obtenidas a través de *The IUCN Red List* como capas vectoriales de polígonos en formato *shapefile*) en los biomas terrestres, se procede a la caracterización ambiental del

conjunto de especies aquí estudiadas. Mediante un procedimiento de intersección de los dos *shapefiles* de las cartografías anteriormente citadas, se procede a la identificación específica de los biomas ocupados por cada especie. La información resultante puede ser cuantificada según el área de cada bioma representado para el conjunto de la subfamilia, presentándose en formato tabular. En la tabla resultante se cuantifica el porcentaje que cada bioma supone dentro del conjunto del área de distribución de las 90 especies de gerbilinos analizadas.

## 3. Resultados

Como resultado de la caracterización ambiental se ha obtenido que el conjunto de las especies analizadas se distribuyen por los 16 biomas terrestres de una forma muy desigual (Tab. 1, Fig. 1). El porcentaje de representación de cada bioma no es equitativo dentro del área de distribución de los gerbilinos. Los biomas mayormente representados en las áreas de distribución son el desierto y el matorral xérico (55,80%), y praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales (23,62%). Estos dos últimos biomas reúnen el 78,90% de la totalidad del área, siendo el resto residuales con una representación individual menor al 4%, llegando a ser en algunos casos, incluso menor al 1% (Tab. 1).

Los dos biomas mayoritarios (desierto y matorral xérico, y praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales) tienen en común que presentan condiciones de aridez. En el caso de los desiertos, la aridez es permanente todo el año, mientras que en las sabanas existen dos estaciones bien diferenciadas:

<b>Biomás</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
1 Desierto y matorral xérico	55,28
2 Praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales	23,62
3 Praderas, sabanas y matorral templados	4,33
4 Pastizales de montaña	4,02
5 Bosque y matorral mediterráneo	3,93
6 Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha	2,23
7 Bosque templado caducifolio	2,1
8 Pastizales inundados y sabana	1,63
9 Bosque templado de coníferas	0,84
10 Bosques secos latifoliados tropicales y subtropicales	0,79
11 Bosque boreal/Taiga	0,72
12 Lago	0,38
13 Bosques tropicales y subtropicales de coníferas	0,04
14 Manglares	0,04
15 Tundra	0,04
16 Roca y hielo	0,01

**Tab. 1.** -Biomas (%) represented in the distribution area of Gerbillinae.

una seca y otra húmeda. No obstante, los animales y plantas que viven en ambos biomas presentan adaptaciones a la escasez de agua. Los desiertos cálidos y las sabanas comparten temperaturas medias cálidas anuales, sin embargo, los desiertos fríos tienen temperaturas medias anuales bajas (Bailey, 1989; Olson *et al.*, 2001).

#### 4. Discusión y conclusiones

Los resultados muestran que los biomas en los que se distribuyen mayoritariamente las especies modernas de gerbilinos son: 1) Desierto y matorral xérico y 2) Praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales. Ambos biomas presentan climas secos y cálidos, a excepción de los desiertos fríos. Según los datos extraídos, el 87,2% de las especies actuales de la subfamilia Gerbillinae viven en biomas bajo condiciones áridas durante todo el año, o un periodo prolongado (1-Desierto y matorral xérico, 2-Praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales, 3-Bosque y matorral mediterráneo, 4-Roca y hielo, y 5-Bosques secos latifoliados tropicales y subtropicales). Así mismo, el 87,6% de las especies están ligadas a regiones donde las temperaturas son cálidas durante todo o la mayor parte del año (1-Desierto y matorral xérico, 2-Praderas, sabanas y matorral tropicales y subtropicales, 3-Bosque y matorral mediterráneo, 4-Roca y hielo, 5-Bosques secos latifoliados tropicales y subtropicales, 6-Manglares, 7-Bosques húmedos tropicales y subtropicales de hoja ancha, y 8-Bosques tropicales y subtropicales de coníferas).

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, y tal y como se ha venido considerando

en la bibliografía, la presencia de estas especies en el registro fósil se constituye como una buena herramienta para asignar al entorno espacio-temporal de los yacimientos donde aparecen, a biomas caracterizados por temperaturas cálidas y una relativa aridez. Así, su registro en el contexto temporal de finales del Mioceno en el área de la provincia biogeográfica Ibero-Levantina, confirmaría estas condiciones cálidas y secas anteriormente descritas.

#### Agradecimientos

Esta comunicación se benefició de las revisiones constructivas de Antonio García-Alix y Raef Minwer-Barakat, a los que queremos expresar nuestro agradecimiento por invertir su tiempo en la corrección del manuscrito original así como por las sugerencias aportadas.

#### Referencias

- Agustí J. (1990) - The Miocene Rodent Succession in Eastern Spain. *In: Lindsay E.H., Fahlbusch V. & Mein P. (Eds.), European Neogene Mammal Chronology*. NATO ASI Series (Series A: Life Sciences), vol 180. Springer, Boston, MA.
- Agustí J. & Casanovas-Villar I. (2003) - Neogene gerbils from Europe. *In: Reumer J. W. F. & Wessels W. (Eds.), Distribution and Migration of Tertiary Mammals in Eurasia*. A Volume in Honour of Hans de Bruijn – DEINSEA, 10, 13–21.
- Agustí J., Garcés M. & Krijgsman W. (2006) - Evidence for African–Iberian exchanges during the Messinian in the Spanish mammalian record. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 238, 5–14.
- Agustí J., Santos-Cubedo A., Furió M., De Marfá R., Blain H.-A., Oms O. & Sevilla P. (2011) - The late Neogene-

- early Quaternary small vertebrate succession from the Almenara-Casablanca karst complex (Castellón, Eastern Spain). Chronologic and paleoclimatic context. *Quat. Int.* 243, 183–191.
- Bailey R. G. (1989) - Explanatory Supplement to Ecoregions Map of the Continents. *Enviro. Conserv.* 16, 4, 307–309.
- Chevret P. & Dobigny G. (2005). Systematics and evolution of the subfamily Gerbillinae (Mammalia, Rodentia, Muridae). *Mol. Phylogen. Evol.* 35, 674–688.
- García-Alix A., Minwer-Barakat R., Martín Suárez E., 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. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 265, 214–225.
- Hsü K. J., Ryan W. B. F. & Cita M. B. (1973) - Late Miocene Desiccation of the Mediterranean. *Nature* 242, 240–244.
- IUCN (2019) - *The IUCN Red List of Threatened Species*. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org> (27/11/2019).
- Jiménez-Moreno G., Fauquette S. & Suc J. P. (2009) - Miocene to Pliocene vegetation reconstruction and climate estimates in the Iberian Peninsula from pollen data. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 162, 403–415.
- Minwer-Barakat R., García-Alix A., Agustí J., Martín-Suárez E. & Freudenthal M. (2009) - The micromammal fauna from Negratín-1 (Guadix Basin, Southern Spain): new evidence of African-Iberian mammal exchanges during the Late Miocene. *J. Paleontol.* 83, 854–879.
- Minwer-Barakat R., Agustí A., García-Alix A. & Martín Suárez E. (2018) - The European record of the gerbil *Myocricetodon* (Rodentia, Mammalia) and its bearing on the Messinian salinity crisis. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 506, 168–182.
- Moyà-Solà S. & Agustí J. (1990) - Bioevents and Mammal Successions in the Spanish Miocene. In: Lindsay E. H., Fahlbusch V. & Mein P. (Eds.), *European Neogene Mammal Chronology*. NATO ASI Series (Series A: Life Sciences), vol 180, Springer, Boston, MA.
- Olson D. M., Dinerstein E., Wikramanayake E. D., Burgess N. D., Powell G. V. N., Underwood E. C., D’Amico J. A., Itoua I., Strand H. E., Morrison J. C., Loucks C. J., Allnutt T. F., Ricketts T. H., Kura Y., Lamoreux J. F., Wettengel W. W., Hedao P. & Kassem K. R. (2001) - Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51, 933–938.
- Sesé C. (2006) - Los roedores y lagomorfos del Neógeno de España. *Estudios Geológicos* 62, 429–480.
- Soria J. M. (2007) - La crisis de salinidad del Messiniense. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15, 47–55.
- Van Dam J. A. & Weltje G. J. (1999) - Reconstruction of the Late Miocene climate of Spain using rodent palaeocommunity successions: an application of end-member modelling. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 151, 267–305.
- Wessels W. (1998) - Gerbillidae from the Miocene and Pliocene of Europe. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. Hist. Geol.* 38, 187–207.