

LOREDANA MACALUSO, GIORGIO CARNEVALE & MASSIMO DELFINO

## RECORD FOSSILE, BIOGEOGRAFIA E NICCHIA CLIMATICA DEGLI URODELI ENDEMICI DELLA BIOPROVINCIA ITALIANA

### RIASSUNTO

La provincia biogeografica italiana ha la maggior diversità di anfibi della regione mediterranea e mostra il più alto numero di taxa endemici. Tra questi spiccano tre generi endemici di urodéli, *Euproctus*, *Salamandrina* e *Speleomantes*. Stando al record fossile, l'areale degli ultimi due generi era più ampio in passato e non limitato alla sola provincia italiana. Una vertebra isolata di *Speleomantes* è stata rinvenuta nel Miocene della Slovacchia, mentre resti attribuiti a *Salamandrina* sono frequenti in diverse località del Miocene europeo (incluse Germania, Grecia, Ungheria e Spagna). È interessante notare che quest'ultimo taxon è stato rinvenuto allo stato fossile sia nella penisola iberica sia in quella balcanica, penisole dove oggi risulta estirpato. Per contribuire a comprendere perché la provincia biogeografica italiana attualmente sembri avere delle caratteristiche particolarmente accoglienti per *Salamandrina* e *Speleomantes* è stata effettuata la caratterizzazione della loro nicchia climatica a scala europea, ottenuta tramite metodi di *Ecological Niche Modelling* usando dati attuali di presenza e climatici. Il modello è stato proiettato su scenari climatici passati. Queste analisi mostrano che il clima della provincia italiana non solo è particolarmente accogliente per entrambi i generi al giorno d'oggi ma, contrariamente alle altre penisole mediterranee, lo era anche durante gli intervalli di tempo passati presi in considerazione.

*Parole chiave:* Anfibi, *Speleomantes*, *Salamandrina*, *Ecological Niche Modelling*

### SUMMARY

*Fossil record, biogeography, and climatic niche of urodeles endemic of the Italian bioprovince.* The Italian biogeographic province currently has the most diversified amphibian fauna of the Mediterranean Region and hosts the highest number of endemic taxa. Among others, the presence of three endemic genera of urodeles, *Euproctus*, *Salamandrina* and *Speleomantes* is of exceptional relevance. According to the fossil record, the past geographic distribution of the lat-

ter two genera much broader than today, and not limited to the Italian province. An isolated vertebra of *Speleomantes* was found in the Miocene of Slovakia, whereas remains attributed to *Salamandrina* are frequent in different localities of the Miocene of Europe (including Germany, Greece, Hungary, and Spain). It is remarkable that this latter taxon was found in both Iberian and Balkan peninsulas, where it is nowadays extirpated. The Italian biogeographic Province currently seems to be a particularly suitable habitat, and we herein present the characterization of the climatic niche of *Salamandrina* and *Speleomantes* at a European scale, obtained through Ecological Niche Modelling methods using current occurrence and climatic data. The model was projected on past climatic scenarios. These analyses show that the climate of the Italian Province is particularly suitable for both genera of urodeles, and it was so also during past time bins (Last Interglacial, Last Glacial Maximum, mid Holocene time bins), differently from the other Mediterranean peninsulas.

*Key words:* Amphibians, *Speleomantes*, *Salamandrina*, Ecological Niche Modelling

## INTRODUZIONE

Le oscillazioni climatiche durante il tardo Pliocene e il Pleistocene hanno influenzato ampiamente i pattern geografici delle specie delle zone temperate. In particolare, il nord Europa è stato caratterizzato da condizioni climatiche di tipo glaciale sfavorevoli per le specie di piante ed animali tipiche dei climi temperati, che hanno quindi subito una spinta verso rifugi meridionali all'interno delle tre penisole mediterranee (Iberia, Italia, Balcani) che ad oggi mostrano di conseguenza elevati tassi di diversità genetica e di endemismo (HAUSWALDT *et al.*, 2014). La provincia biogeografica italiana (secondo la definizione di LANZA & CORTI, 1996) possiede la fauna di Anfibi più diversificata dell'area mediterranea e ospita un alto numero di taxa endemici – circa il 50% delle specie di Anfibi italiani sono endemici secondo SPEYBROECK (2020), con la presenza di ben tre generi endemici: *Euproctus*, *Salamandrina* e *Speleomantes*. A queste considerazioni relative all'erpetofauna attuale, si aggiunga che, per quanto riguarda il record fossile di alcuni degli urodeli endemici, esistono prove di una loro più ampia distribuzione in passato, ed in particolare durante il Miocene. Infatti, una vertebra isolata dal Miocene della Slovacchia è stata attribuita a *Speleomantes*, e numerosi resti riferiti a *Salamandrina* sono riportati da diverse località mioceniche di Germania, Grecia, Ungheria e Spagna (VENCZEL & SANCHIZ, 2005; MACALUSO *et al.*, 2021). Il presente lavoro si propone di esplorare la nicchia climatica di questi due generi di urodeli, per valutare se la bioprovincia italiana presenti (o abbia presentato in passato) una combinazione di variabili climatiche che risultano particolarmente favorevoli per questi animali, se comparate con quelle delle altre due grandi penisole del Mediterraneo, o se altre variabili debbano essere chiamate in causa per spiegare la loro peculiare storia biogeografica.

## MATERIALI E METODI

I dati di presenza attuali di *Salamandrina* e *Speleomantes* includono le segnalazioni relative a tutte le specie di questi generi disponibili sul sito “Global Biodiversity Information Facility” ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) e tutti i dati disponibili riguardo alle due specie di *Salamandrina* nel database dell’atlante della *Societas Herpetologica Italica*. Le variabili bioclimatiche includono i dati disponibili nella versione 2.1 di WorldClim (FICK & HIJMANS, 2017) e sono state utilizzate per costruire il modello tramite MaxEnt (PHILLIPS *et al.*, 2017). Il modello ottenuto è stato proiettato sugli scenari passati, includendo le stesse variabili bioclimatiche scaricate da WorldClim per diversi intervalli di tempo: (i) l’ultimo periodo interglaciale (LIG; 120000-140000 anni fa); (ii) l’ultimo massimo glaciale (LGM; 20000 anni fa); (iii) Olocene medio (6000 anni fa).

## RISULTATI

I dati ottenuti tramite la modellizzazione della nicchia climatica di *Salamandrina* e *Speleomantes* mostrano come la peculiare combinazione di variabili climatiche del territorio della bioprovincia italiana sia (e sia stata negli ultimi 120000-140000 anni) particolarmente favorevole per questi due generi di urodela, specialmente se paragonata alle Penisole Iberica e Balcanica (Fig. 1). In questa sede, si vuole sottolineare come qualunque deduzione biogeografica tratta dai modelli dovrebbe, se possibile, essere accompagnata da dati fossili a supporto. Per quanto riguarda *Speleomantes*, il record fossile risulta troppo scarso per poter formulare delle teorie biogeografiche ben supportate: è possibile ipotizzare che l’estirpazione di questo taxon dal centro Europa sia stato dovuto alle fluttuazioni climatiche Plio-Pleistoceniche, ma non vi sono evidenze del fatto che questo taxon abbia mai raggiunto le altre penisole mediterranee. Un discorso diverso vale per *Salamandrina*, dato che i fossili testimoniano la sua presenza sin dal Miocene in Spagna e in Grecia (nonché in centro Europa). L’estirpazione da queste aree, ma non dall’Italia, potrebbe quindi essere dovuta ad un clima maggiormente favorevole nell’Italia appenninica rispetto alle altre penisole dell’Europa meridionale. Bisogna tuttavia considerare che fintanto che l’intervallo stratigrafico di questi urodela non si estenderà eventualmente nel Pliocene (o Pleistocene) dell’Europa continentale, qualunque possibile correlazione tra le glaciamenti plio-pleistoceniche e l’estirpazione di questi animali dalle diverse zone d’Europa è da considerarsi speculativa.

*Ringraziamenti* — Si ringrazia la Commissione Atlante della *Societas Herpetologica Italica* che ha fornito i dati di distribuzione delle due specie di *Salamandrina*.

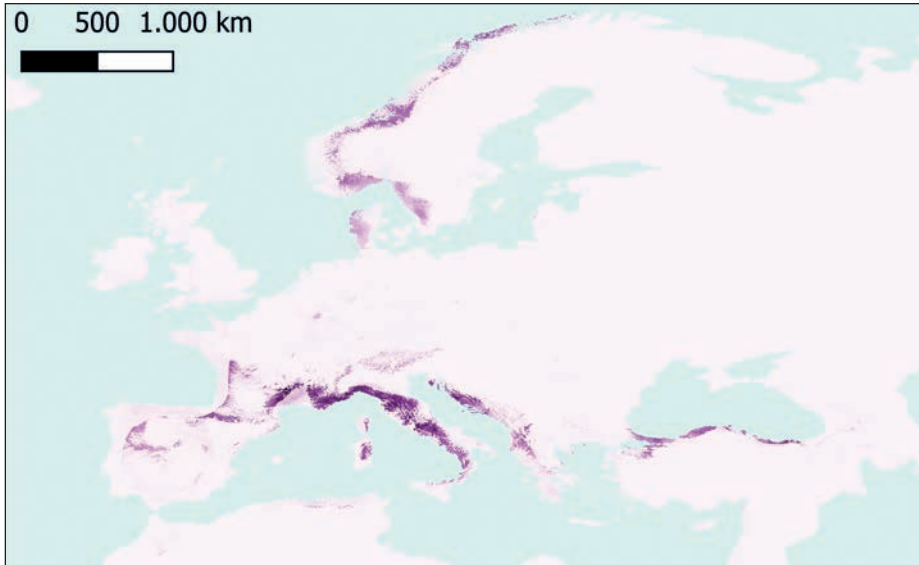


Fig. 1 — Modellizzazione della nicchia climatica di *Speleomantes* ottenuta tramite dati di presenza e variabili bioclimatiche attuali. Un colore più scuro indica la presenza nella relativa area di un clima maggiormente adatto al genere in esame. La nicchia climatica di *Salamandrina* è ampiamente congruente con quella di *Speleomantes*/Modeling of the climatic niche of *Speleomantes* obtained through presence data and current bioclimatic variables. A darker color indicates the presence in the relative area of a climate more suited to the genus in question. *Salamandrina*'s climatic niche is largely congruent with that of *Speleomantes*.

#### BIBLIOGRAFIA

- FICK S.E. & HIJMANS R.J., 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.*, 37: 4302-4315.
- HAUSWALDT J.S., ANGELINI C., GEHARA M., BENAVIDES E., POLOK A. & STEINFARTZ S., 2014. From species divergence to population structure: A multimarker approach on the most basal lineage of Salamandridae, the spectacled salamanders (genus *Salamandrina*) from Italy. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 70: 1-12.
- LANZA B. & CORTI C., 1996. Evolution of knowledge on the Italian herpetofauna during the 20<sup>th</sup> century. *Boll. Mus. civ. St. nat. Verona*, 20: 373-436.
- MACALUSO L., VILLA A., PITRUZZELLA G., ROOK L., CARNEVALE G. & DELFINO M., 2021. A progressive extirpation: an overview of the fossil record of *Salamandrina* (Salamandridae, Urodela). *Hist. Biol.*, 33: 1-18.
- PHILLIPS S.J., DUDÍK M. & SCHAPIRE R.E., 2017. Maxent software for modelling species niches and distributions (Version 3.4.1). [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/) (accessed on 13 March 2020).
- SPEYBROECK J., BEUKEMA W., DUFRESNES C., FRITZ U., JABLONSKI D., LYMBERAKIS P., MARTÍNEZ-SOLANO I., RAZZETTI E., VAMBERGER M., VENCES M., VÖRÖS J. & CROCHET P.A., 2020. Species list of the European herpetofauna—2020 update by the Taxonomic Committee of the *Societas Europaea Herpetologica*. *Amphibia-Reptilia*, 41: 139-189.

VENCZEL M. & SANCHÍZ B., 2005. A fossil plethodontid salamander from the Middle Miocene of Slovakia (Caudata, Plethodontidae). *Amphibia-Reptilia*, 26 (3): 408-411.

*Indirizzo degli autori* — L. MACALUSO, G. CARNEVALE, M. DELFINO, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino (I); e-mail: loredana.macaluso@unito.it; M. DELFINO, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona. Edifici ICTA-ICP – Barcelona (Spain).