

# IL NATURALISTA SICILIANO

*Organo della Società Siciliana di Scienze Naturali*

## *Contenuto del fascicolo*

- |   |   |           |
|---|---|-----------|
| <b>B. Massa</b>   | <i>Editoriale</i>   | pp. 1-3   |
| <b>M. Biaggini, C. Corti, D. Giacobbe,<br/>P. Lo Cascio &amp; S. Restivo (eds.)</b>   | <i>Herpetologia Siciliae - XIII Congresso della Societas<br/>Herpetologica Italica (Lipari 22-26 settembre 2021)</i>  | p. 4      |
|   | <i>Presentazione</i>  | pp. 5-6   |
| <b>G. Allaria, S. Aicardi, F. Garibaldi, L. Lanteri,<br/>G. Roppo Valente, E. Canessa, M. Maggesi,<br/>P. Lova, D. Comoretto, S. Panarelli,<br/>N. B. Morales, A. Costa, L. Dondero,<br/>G. Rosa, S. Salvidio, E. Grasselli &amp; S. Ferrando</b> | <i>Fifty shades of orange in Amphibians and<br/>Crustaceans: two sides of the same medal</i>  | pp. 7-12  |
| <b>M. Biaggini, S. Vanni &amp; C. Corti</b>   | <i>Ecological notes on the threatened Amphibian<br/>Discoglossus sardus in the Tuscan Archipelago</i>   | pp. 13-20 |
| <b>D. Biancolini, G. Gaiotto,<br/>R. Novaga &amp; A. Romano</b>   | <i>Preliminary results on habitat modelling and detec-<br/>tion dogs to find an endangered species: Hermann's<br/>Tortoise Testudo hermanni in southern Lazio</i> | pp. 21-30 |
| <b>G. Bombieri, N. Tormen,<br/>C. Agugliaro &amp; E. Ruzzier</b>  | <i>Caratterizzazione morfometrica di una popolazio-<br/>ne di Salamandra atra atra della Foresta Dema-<br/>niale del Cansiglio</i>                                | pp. 31-34 |
| <b>G. Bombieri, N. Tormen,<br/>C. Agugliaro &amp; E. Ruzzier</b>  | <i>Dati preliminari sull'attività di Salamandra atra<br/>atra per tutelarla da azioni di gestione forestale<br/>non ordinarie, un caso di studio</i>              | pp. 35-40 |
| <b>G. Bruni, M. R. Di Nicola,<br/>F. Banfi &amp; F. P. Faraone</b>  | <i>Distribution and characterization of melanism in<br/>grass snakes from Italy</i>   | pp. 41-48 |

- A. Brusco, R. Marchianò, M. Puntillo,  
V. Cittadino, E. Sperone,  
S. Tripepi & I. Bernabò  
*Progetto "Ululone": dati preliminari sui primi tre  
anni di attività*  
pp. 49-54
- A. Brusco, R. Marchianò,  
E. Sperone & S. Tripepi  
*Il ruolo delle Riserve Naturali Regionali "Lago di Tar-  
sia - Foce del Fiume Crati" nella conservazione del-  
l'erpeto fauna calabrese: sintesi di 20 anni di attività*  
pp. 55-60
- A. Brusco, R. Marchianò, G. Giglio,  
G. Piovesan & E. Sperone  
*Mangiare fino a scoppiare: osservazioni su un ten-  
tativo di ingestione di un Ramarro occidentale da  
parte di una giovane Vipera europea*  
pp. 61-64
- F. Cappelletto, S. Ceriali, S. Dal Pra, A. Dellai,  
V. Fin, B. Golfieri, A. Iemma, D. Iversen,  
A. Michelucci, S. Morati, M. Morbioli,  
R. Muraro, M. Pizzato, A. Salmaso,  
L. Sella Chiodi, L. Stefani,  
S. Stefani & K. Tabarelli De Fatis  
*"Save the prince!" - progetto coordinato sovra regio-  
nale di salvataggio e protezione degli anfibi dalla  
mortalità stradale*  
pp. 65-68
- M. A. Carretero  
*Functional ecology of Mediterranean lizards has  
conservation implications*  
pp. 69-76
- M. Chiacchio,  
A. Grimm-Seyfarth & K. Henle  
*Population collapse of Rana temporaria in a high  
altitude environment? An occupancy study*  
pp. 77-84
- L. Coppari, G. Minuti, D. Fiacchini,  
M. Morbidelli & M. Enea  
*On the distribution of the Italian newt Lissotriton  
italicus (Peracca, 1898) in the Marche region: new  
observations and predictions*  
pp. 85-90
- L. Corradi & G. Bombieri  
*La presenza del Tritone alpestre Ichthyosaura alpe-  
stris (Laurenti, 1768) (Amphibia Caudata) in due  
cavit  carsiche dei Monti Lessini veronesi (Verona)*  
pp. 91-100
- C. Corti, P. Lo Cascio, M. Biaggini,  
M. Giovannotti, V. Caputo Barucchi,  
N. N gre Santucci & M.-J. Delaugerre  
*The unexpected "persistence" of the endemic  
Archaeolacerta bedriagae on three Corsican islets*  
pp. 101-110
- C. Corti, L. Cecchi,  
M. Th venet & M. Delaugerre  
*Reptiles and micro-insular environments of the  
Tuscan Archipelago (Italy)*  
pp. 111-116
- C. Corti, S. Ben Haj, S. Nouira, R. Ouni,  
V. Riviere, M.-J. Delaugerre & P. Lo Cascio  
*The herpetofauna of the Tunisian islands*  
pp. 117-124
- A. Costa, S. Salvidio & G. Rosa  
*Age-class segregation and microhabitat selection in  
forest Salamanders: application of a two-species  
mixture model*  
pp. 125-128
- J. Crnobrnja-Isailovi c  
*How citizens' votes can threaten local Herpeto-  
fauna? A story from the Balkans*  
pp. 129-136

- P. Crucitti** *Enrica Calabresi, erpetologa*  
pp. 137-146
- P. Crucitti, E. Di Russo,  
S. Doglio & N. Pellecchia** *Ricerche preliminari sull'erpetofauna dei Monti Affilani e delle aree limitrofe (Lazio centro-orientale)*  
pp. 147-152
- A. R. Di Cerbo, W. Bielli,  
D. Seglie, P. E. Bergò,  
G. Soldato & A. Agapito Ludovici** *Morphometric characteristics and body condition of a Common spadefoot toad Pelobates fuscus insubricus population in Lombardy*  
pp. 152-156
- N. Di Francesco, A. Cameli, M. Carafa,  
L. Coppari, L. Di Tizio, V. Ferri,  
D. Marini, M. Pellegrini,  
M. Posillico & C. Soccini** *Aggiornamento sulla presenza in Abruzzo di Hemidactylus turcicus (L., 1758) e Tarentola mauritanica (L., 1758): un caso di Citizen Science*  
pp. 157-166
- N. Di Francesco & L. Di Tizio** *Censimento della testuggine invasiva Trachemys scripta nel laghetto della Villa Comunale di Chieti (Abruzzo, Italia)*  
pp. 167-172
- S. Doglio & M. Grano** *Come ti chiami? I nomi delle salamandre tra scienza e cultura popolare*  
pp. 173-180
- L. Dondero, G. Allaria, G. Rosa,  
Parco Nazionale Del Circeo, M. Maggesi,  
F. Crovetto, M. Perrone, A. Romano,  
P. Nazionale Del Pollino, M. Carafa, M. Zuffi,  
G. Petroni, S. Salvidio, A. Costa & E. Grasselli** *Monitoring Batrachochytrium dendrobatidis in Italy*  
pp. 181-186
- F. P. Faraone, S. Russotto,  
A. Cantavenera, G. Giacalone,  
S. A. Barra, R. Chiara & M. Lo Valvo** *Annual activity cycle of the Javelin sand boa Eryx jaculus (Linnaeus, 1758) in Sicily*  
pp. 187-194
- G. F. Ficetola, A. Guerrieri, E. Lo Parrino,  
M. Falaschi, M. Muraro, B. Barzaghi,  
R. Manenti & S. Marta** *Lack of data on the colonization by Amphibians and Reptiles of the ecosystems developing after the retreat of glaciers*  
pp. 195-198
- M. Generali, D. Delle Monache,  
A. Barbi, L. Pedrotti & D. Pellitteri-Rosa** *Utilizzo di shelters in relazione al sesso in Vipera berus e validazione di un modello di idoneità ambientale*  
pp. 199-202
- E. Grasselli, M. Zanotti-Russo, G. Allaria,  
L. Dondero, A. Catenazzi, S. Salvidio,  
E. Biggi & I. Demori** *Skin Amphibians peptides: more than short proteins*  
pp. 203-208
- S. Lefosse, G. Zecchin, V. Pigato,  
A. Riga & L. Bonato** *Cosa è successo all'habitat di Salamandra atra aurorae dopo la "tempesta Vaia" del 2018? Prime valutazioni in uno dei siti più noti*  
pp. 209-216
- F. L. Leonetti, A. G. Adamo, G. Giglio,  
C. Romano, I. Bernabò, S. Tripepi & E. Sperone** *Short-term post-fire monitoring on a Calabrian population of Testudo hermanni: preliminary data*  
pp. 217-222

- E. Lunghi, M. Biaggini & C. Corti *Reliability of the post-boc measurement on Salamandra salamandra*  
pp. 223-228
- L. Macaluso, G. Carnevale & M. Delfino *Record fossile, biogeografia e nicchia climatica degli Urodeli endemici della bioprovincia italiana*  
pp. 229-234
- R. Manenti, B. Barzaghi, E. Mauri, M. Restaino, V. Nanni, M. R. Di Nicola & G. F. Ficetola *Fattori che favoriscono la presenza del Proteo Proteus anguinus Laurenti, 1768 in ambiente epigeo*  
pp. 235-240
- M. Mangiacotti, A. J. Coladonato, S. Pozzi, A. Melotto, A. Conti, G. F. Ficetola, D. Salvi, M. A.L. Zuffi, S. Scali & R. Sacchi *Il pattern proteico delle secrezioni delle ghiandole femorali di Podarcis raffonei: confronto con altre lucertole del genere Podarcis*  
pp. 241-244
- M. Manica, A. Dalpasso, G. Marino, L. Laddaga, I. Pandolfo, D. Seglie, G. Soldato & P. E. Bergò *Frequenza del morfismo blu nel genere Pelophylax: primi dati dalla ZSC "Paludi di Arsago"*  
pp. 245-248
- M. L. Marenzoni, F. Origgi, E. Baldoni, M. Biaggini, M. Diaferia, D. Marini, O. Raffaele, L. Vieceli, C. Corti, M. Tralbalza-Marinucci & O. Oliveri *Risultati preliminari del monitoraggio sanitario sulle infezioni da Mycoplasma spp., Mycoplasma agassizii e Testudinid Herpesvirus per il ricollocamento di Testudo hermanni confiscate*  
pp. 249-254
- F. Mastropasqua, E. Fulco, C. Liuzzi, M. Delorenzo & E. Mallia *Primo catasto delle aree umide del Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane (Potenza, Basilicata)*  
pp. 255-258
- F. Oneto, S. Salvidio, D. Ottonello, S. D'Angelo, E. Aleo & S. Vizzini *Dieta e competizione in Emys trinacris: il contributo dell'analisi isotopica*  
pp. 259-266
- F. C. Origgi *Host-pathogen-environment interaction in free ranging poikilotherms: there is a season to live and a season to die*  
pp. 267-274
- L. Papaleo, V. Giovanni Russo & T. Notomista *L'erpetofauna dei Monti Lattari: nuovi dati distributivi*  
pp. 275-282
- D. Pellitteri-Rosa & A. Gazzola *L'erpetofauna della Riserva Naturale Integrale "Bosco Siro Negri"*  
pp. 283-286
- M. Pili, A. Villa, L. Racca, S. Bailon & M. Delfino *Atlante osteologico, chiave dicotomica e filogenesi preliminari degli Anuri europei*  
pp. 287-294
- A. Pizzuti Piccoli *Misure di conservazione per Emys orbicularis in un'area mediterranea: il ripristino ecologico degli habitat nell'ambito del progetto LIFE PRIMED*  
pp. 295-304



- A. Rakotoarison, S. H. Ndriantsoa,  
F. C.E. Rabemananjara, N. H.C. Rabibisoa,  
T.F. Rakotonanahary, H. J.A.R. Randriamahazo  
& F. Andreone  
C. Rato  
S. Restivo, O. Sacchi, D. Giacobbe, U. Ziliani,  
E. Razzetti, S. Maretta & P. Guaschi  
S. Restivo, U. Ziliani, D. Giacobbe, O. Sacchi,  
L. Falomo Bernarduzzi, E. M. Bernardi  
& M. C. Garbarino  
A. Romano & M. Carafa  
A. Romano & R. Novaga  
L. Roner, M. Trenti, S. Salvidio, A. Costa,  
P. Pedrini & A. Romano  
G. Rosa, S. Salvidio, J. Renet, A. Romano,  
L. Roner & A. Costa  
R. Sacchi, M. Mangiacotti, S. Scali, M. Zuffi,  
M. Riccia, A. J. Coladonato & F. Storniolo  
S. Salvidio, G. Rosa,  
A. M. Stagno & A. Costa  
S. Scali, M. Mangiacotti, R. Sacchi,  
A. J. Coladonato, M. Falaschi, L. Saviano,  
M. G. Rampoldi, M. Crozi, C. Perotti,  
F. Zucca, E. Gozzo & M. A. L. Zuffi  
R. Sindaco, G. Bruni, D. Domeneghetti,  
C. Liuzzi, E. Razzetti, S. Restivo & D. Seglie
- More than 15 years of Amphibian conservation in Madagascar under the flag of IUCN SSC Amphibian Specialist Group*  
pp. 305-312
- Learning from a multidisciplinary approach: the evolution of a widely introduced Mediterranean gecko*  
pp. 313-318
- Il restauro conservativo del Coccodrillo del Nilo custodito presso Kosmos – Museo di Storia Naturale di Pavia*  
pp. 319-326
- La collezione erpetologica del Museo per la Storia dell'Università di Pavia: origine, recupero e valorizzazione di un prezioso patrimonio storico-scientifico*  
pp. 327-340
- Studi di popolazione di Bombina pachypus (Bonaparte, 1838) nel Parco Nazionale della Maiella (Abruzzo)*  
pp. 341-352
- Stime di abbondanza della testuggine alloctona Trachemys scripta in un sito del Centro Italia (Latina, Lazio)*  
pp. 353-360
- Il monitoraggio della Salamandra alpina Salamandra atra in Trentino: applicazione e validità del metodo del doppio osservatore in diverse condizioni meteorologiche*  
pp. 361-368
- Is tail a good proxy for estimating individual body condition in salamanders?*  
pp. 369-372
- Correlated seasonal variations of colour and chemical signals support the occurrence of a multi-channel system of communication in the Italian wall lizards Podarcis siculus*  
pp. 373-376
- Artificial sites and Amphibians: a preliminary bibliographic analysis*  
pp. 377-380
- Incontri ravvicinati dei tre morfi: il ruolo del colore nell'aggressività di una lucertola polimorfica*  
pp. 381-384
- Il nuovo Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia*  
pp. 385-390

- F. Spadola, M. Morici, M. Oliveri,  
M. Di Giuseppe, E. Lubian,  
V. C. Neve & G. L. Costa *Approccio cloacoscopico per il sessaggio dei Rettili: stato dell'arte e prospettive per il futuro*  
pp. 391-404
- E. Sperone, P. Serravalle, C. Valerioti,  
C. Terranova, G. Paolillo, R. Dieni,  
G. Giglio, F. L. Leonetti, P. Feraco,  
I. Bernabò & S. Tripepi *Note sulla distribuzione e l'ecologia dei Serpenti in Calabria*  
pp. 405-408
- C. Spilinga, F. Montioni, L. Coppari,  
D. Fiacchini, A. Rossetti & F. Morandi *Monitoraggio e conservazione degli Anfibi nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini*  
pp. 409-412
- F. Storniolo, M.A.L. Zuffi, A. J. Coladonato,  
M. Mangiacotti, S. Scali & R. Sacchi *Patterns of Haemoproteus occurrence in wild populations of Podarcis muralis*  
pp. 413-416
- S. Todisco & S. Cassano *Primi dati sulla presenza dei Gechi (Sauria Phyllodactylidae, Gekkonidae) in alcuni centri storici della Puglia centrale*  
pp. 417-420
- S. Tripepi, M. Prigoliti, E. Sperone,  
F. L. Leonetti, G. Aramini & I. Bernabò *Natura 2000: Rete di monitoraggio permanente e conservazione dell'erpetofauna in Calabria*  
pp. 421-430
- A. Vaccari, E. Scanarini, L. G. Ortiz,  
R. Marquez & F. Andreone *The "Gecall Project": Geckoes kept by herpetoculturists as a useful Citizen-Science source of species-specific vocalization records*  
pp. 431-436
- S. Vanni, A. Nistri & S. Cianfanelli *Un caso di cannibalismo nella Lucertola muraiola Podarcis muralis (Laurenti, 1768) (Reptilia Squamata Lacertidae)*  
pp. 437-442
- G. Zanfei, A. Romano, P. Pedrini, A. Iemma,  
K. Tabarelli De Fatis & D. Scaravelli *Rilevamenti di Rettili attraverso l'uso di rifugi artificiali in Trentino*  
pp. 443-448
- M. A.L. Zuffi, L. Bollaro, C. Mancusi,  
L. Marsili, T. Mingozzi, G. Raimondi,  
G. Terracciano, C. Caruso,  
L. Tonelli & L. Venturi *Biometrical variability and flippers asymmetries in embryos of the Loggerhead Turtle Caretta caretta from Tuscanian and Calabrian nests*  
pp. 449-452
- M. A. L. Zuffi, C. Mancusi, M. Bagnoli,  
R. Lazzeretti, S. Macchi & M. Mariani *Monitoraggio e progetto di eradicazione delle Testuggini palustri americane, genere Trachemys, al Lago del Cavo (Ponsacco, Pisa)*  
pp. 453-456
- Recensioni* pp. 457-464

EDITORIALE

BRUNO MASSA<sup>1</sup>

LA SCOMPARSA DI DUE GIGANTI DELLA BIOLOGIA

Il 2021 si è chiuso con due gravi lutti per la scienza: il 25 ed il 26 dicembre si sono spenti Thomas Lovejoy e Edward Osborne Wilson, rispettivamente all'età di 80 e 92 anni. È una perdita davvero notevole sia per la biologia in generale sia per la divulgazione scientifica, sono stati entrambi figure di riferimento in tanti altri campi interdisciplinari della biologia ed in particolare nella biologia della conservazione.

I numerosi libri divulgativi di Lovejoy purtroppo non hanno avuto la traduzione in Italiano che avrebbero meritato, mentre la nostra editoria ha mostrato un grande interesse per i libri di Wilson; per questo motivo molti italiani conoscono Wilson attraverso la sua produzione, mentre sono pochi a conoscere Lovejoy e la sua produzione scientifica e divulgativa.

Entrambi meritano di essere ricordati nella nostra rivista per i motivi che andrò spiegando. Nei primi anni Ottanta Thomas Lovejoy era vicepresidente per la scienza del WWF negli Stati Uniti, ed in quella veste ha concepito e lanciato per la foresta amazzonica il '*Minimal Critical Size Project*', successivamente definito '*Biological Dynamics of Forest Fragments Project*', progetto sui cui risultati sono stati pubblicati numerosi lavori scientifici e in particolare nel 2001 il volume di quasi 500 pagine, curato in collaborazione con R.O. Bierregaard, C. Gascon, e R. Mesquita per la Yale University Press, dal titolo "*Lessons from Amazonia: The Ecology and Conservation of a Fragmented Forest*". Lovejoy ha avuto un ruolo davvero importante nella biologia della conservazione già quando nel 1978 partecipò alla First International Conference on Research in Conservation Biology, organizzata da Michael Soulé e Bruce A. Wilcox (lo stesso che nel 1984 usò per la prima volta il termine '*biodiversity*'), i cui Proceedings del 1980 ('*Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Approach*') hanno introdotto la biologia della conservazione all'interno della comunità scientifica internazionale, inclusi i ruoli della genetica e dell'ecologia delle popolazioni.

L'ultimo libro, scritto da Lovejoy con John Reid, '*Ever Green: Saving Big Forests to Save the Planet*', appena pubblicato, delinea magistralmente le ultime straordinarie foreste rimaste sul nostro Pianeta, la Taiga, che si estende dall'oceano Pacifico attraverso la Russia e il nord Europa, la foresta

---

<sup>1</sup> bruno.massa@unipa.it

boreale nordamericana dall'Alaska fino al Canada, la foresta amazzonica che ricopre quasi tutto il sud America, la foresta del Congo, che occupa parti di sei nazioni equatoriali africane, e la foresta della Nuova Guinea, che ha un'ampiezza di due volte tutta la California. I due autori mettono nero su bianco un punto fondamentale per la conservazione del Pianeta: queste foreste sono vitali per tutelare la biodiversità globale, decarbonizzare l'atmosfera, salvare migliaia di culture e la stabilità del clima stesso. Reid e Lovejoy accompagnano il lettore in un viaggio attraverso queste foreste, mostrando la maestosità e l'importanza ecologica di questi ultimi grandi polmoni verdi.

Ho letto per la prima volta il nome di Wilson in un articolo pubblicato insieme con Robert Mac Arthur (un altro grande ecologo americano, che si spense alla giovane età di 43 anni) nel 1963 su *Evolution*, '*An equilibrium theory of insular zoogeography*', poi ampliato dagli stessi autori e pubblicato con l'editore Princeton nel 1967, '*The Theory of Island Biogeography*', la cosiddetta teoria di biogeografia insulare, che è stata per molti anni la base di ricerche di molti naturalisti-biogeografi che hanno studiato le faune insulari. Edward Wilson ha avuto una singolare capacità carismatica di stimolare le giovani generazioni nell'interesse verso la natura. Con il libro pubblicato nel 1984 '*Biophilia*' ha spiegato l'innata tendenza di molti studiosi a mettere a fuoco gli organismi viventi che ci circondano ed i loro processi vitali, per comprendere e dare un maggiore valore alla vita che sta intorno all'uomo. La biofilia si ritrova in un gruppo ristretto di persone, 'naturalisti' che riescono a guardare oltre, con uno spirito fortemente incuriosito dalle stranezze della natura; Wilson era certamente uno di questi e lo dimostra il fatto che fosse molto noto anche come uno dei massimi studiosi di formiche, delle innumerevoli singolarità della vita di questi insetti sociali che ha studiato sia dal punto di vista sistematico che ecologico ed evolutivo, scoprendo molte cose sul funzionamento davvero unico delle colonie di questi insetti. Il libro scritto da Edward Wilson in collaborazione con Bert Hölldobler, '*Journey to the Ants. A story of scientific exploration*', ha vinto il premio Pulitzer per la saggistica nel 1991; si è trattato della prima volta in cui un'opera prettamente scientifica ha ricevuto questo importante riconoscimento, indice che una buona divulgazione può lasciare il segno e soprattutto che nell'uomo non di scienza si sta consolidando una genuina curiosità verso i fenomeni della natura. Questo premio ha fatto sì che nel 1997 il libro sia stato tradotto in italiano dal mirmecologo Donato Grasso per la casa editrice Adelphi ('*Formiche. Storia di un'esplorazione scientifica*'), dando una prova dell'importanza della divulgazione scientifica in un settore quasi di nicchia.

A Wilson si deve anche nel 1975 la 'nuova sintesi' della Sociobiologia, termine utilizzato nella metà del Novecento da John Scott e Charles Hockett per indicare una scienza a metà strada tra quelle naturalistiche e quelle umanistiche, che nei termini wilsoniani doveva essere lo studio sistematico delle basi biologiche di ogni forma di comportamento sociale, in un certo senso lo studio dell'evoluzione dei comportamenti sociali degli animali, uomo incluso. Fattori culturali ed evoluzione possono permettere di comprendere meglio la socialità umana, sebbene lui stesso nel 2010 abbia modificato alcune idee su certe ipotesi della sociobiologia, mostrando una rara onestà intellettuale.

A Lovejoy e Wilson dobbiamo pure l'ampia divulgazione del concetto di biodiversità, tema sul quale sono tornati diverse volte, sollecitando i lettori a prendere sul serio la conservazione della natura. Lovejoy ha coniato il concetto di '*scambio debito per natura*' (*debt-for-nature swap*), un meccanismo che prevede che parte del debito estero di un Paese venga condonato in cambio di investimenti nella conservazione della natura. Nel 2016 Wilson, nella sua ultima opera sul tema della biodiversità, '*Metà della terra*' ha proposto provocatoriamente di destinare metà della superficie terrestre a riserva naturale per preservare la biodiversità. Tre anni prima, nel 2013 in un bellissimo volume, '*La conquista sociale della Terra*' lo stesso Wilson aveva raccontato la storia della specie umana dal punto di vista evolutivo; egli riteneva, forse correttamente, che i veri conquistatori sociali della Terra fossero i superorganismi, api, vespe, termiti e formiche da una parte, e gli umani dall'altra ('*l'evoluzione ci rende capaci di altruismo e cooperazione, tanto quanto di aggressività e tribalism?*').

Lovejoy e Wilson sono stati indubbiamente due grandi biologi che hanno studiato la natura non tanto seguendo, ma cambiando il corso della storia della scienza. Non solo i naturalisti ma tutto il mondo deve qualcosa a questi due giganti della conservazione della natura: hanno tenuto desto per

decenni l'interesse di tutta l'umanità per la natura, per la sua salvaguardia, per la tutela delle foreste, per la mitigazione dei cambiamenti climatici e in generale per il mantenimento della biodiversità a tutti i livelli, lo hanno fatto con grande stile e con un rigore scientifico e un'umiltà che hanno solo i grandi uomini.

La biofilia che li ha contraddistinti è stata per loro ispirazione irrinunciabile nella vita, il loro insegnamento ci deve fare riflettere sulla direzione che sta prendendo il mondo, sull'uso non sostenibile delle sue risorse. Sappiamo purtroppo che la maggioranza dei governi è piuttosto sorda su questi temi, la politica non ascolta la scienza; l'Unione Europea ha previsto un sistema di classificazione comune per le attività economiche sostenibili, che ha chiamato 'tassonomia UE', prendendo in prestito il termine dalla scienza dei sistematici e tassonomi. Un aspetto arduo è che la Commissione Ambiente ed Economia dell'UE vorrebbe inserire nella 'tassonomia verde' il nucleare 'di nuova generazione', che notoriamente non soddisfa la definizione di sviluppo sostenibile; secondo la Commissione Europea infatti 'gas e nucleare sono fonti energetiche utili alla transizione ecologica dell'UE e possono avere, a determinate condizioni, l'etichetta UE per gli investimenti Verdi'.

Secondo il Dizionario Treccani 'sostenibilità' è *'lo sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri'*. Qualcuno ha anche detto che *'le risorse naturali non sono state trasmesse a noi dai nostri genitori, ma ci sono state date in prestito dai nostri figli'*. La sostenibilità deve essere affrontata in modo interdisciplinare e non si può prescindere dai fondamentali aspetti ecologici e di conservazione delle risorse naturali, che sono proprio alla base del concetto. Infatti, l'ambiente fa parte delle risorse naturali, mentre l'economia è creata dalla società per aumentare il benessere; in un certo senso le fondamenta della società e della sua economia sono costituite dall'ambiente naturale, in quanto le risorse disponibili nel nostro sistema Terra-Sole offrono un limite alle attività dell'uomo. Nel 1980, quando la situazione dell'occupazione della terra da parte dell'uomo, del degrado degli ambienti naturali e della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera erano di gran lunga inferiori rispetto alle attuali condizioni, la World Conservation Strategy aveva chiarito il problema della sostenibilità ambientale, sottolineando la necessità di mantenere i processi ecologici essenziali, la diversità genetica e l'utilizzazione sostenibile degli ecosistemi e delle specie.

Spesso si sostiene che gli ecosistemi sono omeostatici, cioè che quando un fattore di stress ambientale è rimosso, essi tornano allo stato precedente; questo è il concetto di *'resilienza'*, termine molto usato oggi anche dai politici, che in ecologia, sempre secondo il dizionario Treccani sta a significare *'la velocità con cui una comunità (o un sistema ecologico) ritorna al suo stato iniziale, dopo essere stata sottoposta a una perturbazione che l'ha allontanata da quello stato'*. Sembra evidente che la resilienza ha pure dei limiti, la maggioranza degli interventi dell'uomo sulla natura non danno al sistema la possibilità di una minima forma di resilienza.

Il principio, che più volte uomini come Lovejoy e Wilson hanno enfatizzato, è che nessuno ha il diritto di causare la riduzione del benessere di altri e che nessuna generazione ha il diritto di causare danni irreparabili alle generazioni future. Nel concetto di sostenibilità questo è chiaro; sembra anche evidente che bisogna far rinascere una cultura della sostenibilità per programmare la conservazione della biodiversità, bisogna insistentemente traghettare dalla vecchia economia dominata dai combustibili fossili ad una nuova economia del riciclo, utilizzo di fonti energetiche rinnovabili ed una tecnologia moderna al servizio dell'ambiente.



MARTA BIAGGINI, CLAUDIA CORTI, DALILA GIACOBBE,  
PIETRO LO CASCIO & SALVATORE RESTIVO (eds.)

HERPETOLOGIA SICILIAE  
XIII CONGRESSO DELLA SOCIETAS HERPETOLOGICA  
ITALICA (LIPARI 22-26 SETTEMBRE 2021)



SISTEMA MUSEALE  
DI ATENEO  
UNIVERSITÀ DEGLI  
STUDI DI FIRENZE

PRESENTAZIONE

LAVORI DEL XIII CONGRESSO NAZIONALE  
DELLA SOCIETAS HERPETOLOGICA ITALICA

Dopo il rinvio dell'appuntamento del 2020 a causa della situazione pandemica, nel 2021 si è finalmente celebrato il XIII Congresso Nazionale della *Societas Herpetologica Italica*.

Nonostante le incertezze legate al continuo aggiornamento delle normative e al conseguente variare della geografia “cromatica” delle regioni italiane, dal 22 al 26 settembre i lavori hanno visto impegnati una novantina di partecipanti in presenza e – modalità assolutamente inedita negli eventi sociali della SHI – almeno altrettanti da remoto, collegati tramite una piattaforma webinar.

In un certo senso, tale esperienza può essere considerata come una scommessa andata a buon fine, anche se ciò ha comportato un aggravio dei costi e un comprensibile sforzo supplementare per predisporre il necessario supporto tecnico.

L'impegno è stato ampiamente ripagato dalla quantità e dalla qualità dei contributi che in larga parte sono raccolti in questo volume e che hanno arricchito le diverse sessioni del congresso (Ecologia ed Etologia, Conservazione, Biogeografia e Faunistica, Salute animale, Morfologia e Fisiologia, Paleontologia, Storia dell'Erpetologia e Museologia), nonché delle comunicazioni introduttive, per le quali desideriamo ringraziare Franco Andreone, Miguel Angel Carretero e i suoi collaboratori, Jelka Crnobrnja-Isailović, Francesco Origgi e Caterina Rato, e della tavola rotonda, che ha visto la gradita partecipazione di Anna Alonzi e Piero Genovesi.

Nella pubblicazione dei lavori si è preferito tuttavia non mantenere la suddivisione in sessioni, adottando invece un criterio alfabetico nel loro ordine di successione proprio allo scopo di offrire un *coup d'oeil* d'insieme.

Non è superfluo, a questo punto, spendere qualche parola sulla sede scelta per ospitare i contributi, ovvero un fascicolo speciale de “Il Naturalista siciliano”, rivista che vanta una storia antica e prestigiosa e che senza dubbio si configura tra le più “tenaci” del panorama editoriale scientifico italiano. Ringraziamo quindi per la disponibilità della Società Siciliana di Scienze Naturali e Bruno Massa, direttore del suo organo.

Inoltre, quella de “Il Naturalista siciliano” – concedendoci un piccolo gioco di parole – rappresenta una sede “naturale”. Per la prima volta, infatti, la SHI ha organizzato il suo appuntamento nazionale in Sicilia, e segnatamente a Lipari, nel cuore del maggior comprensorio insulare circumsiciliano.

Le Eolie hanno un significato iconico per chi si occupa di scienze della vita e, in particolare,

per gli erpetologi: primo sito del nostro Paese a essere incluso nella World Heritage List dell'UNESCO per i valori ambientali e naturalistici, questo gruppo di vulcani attivi e spenti sparso nel Tirreno meridionale è abitato da una delle specie di maggior interesse sotto il profilo biogeografico e, purtroppo, a maggior rischio di estinzione dell'intera fauna mediterranea, *Podarcis raffonei*.

Mai facili da raggiungere, le isole hanno ricompensato lunghe ore di viaggio affrontate dai partecipanti accogliendoli nella splendida cornice del Castello, dove hanno sede il Parco Archeologico regionale eoliano e il Museo "Luigi Bernabò Brea" che hanno patrocinato il congresso; nell'organizzazione logistica, curata dall'Associazione Nesos e dal Museo di Zoologia dell'Università di Firenze, è risultato fondamentale il supporto di Air Max Italia, di Federalberghi Isole Eolie, del Gattopardo Park Hotel, dell'Hotel Aktea, del Residence La Giara e della ICS Italiana Capers Sud s.r.l.

A tutti loro, così come a tutti i partecipanti, va la nostra gratitudine per la riuscita dell'evento e per il suo prosieguo editoriale, rappresentato da questo volume.

#### **Il Comitato organizzatore**

Marta Biaggini  
Claudia Corti  
Dalila Giacobbe  
Pietro Lo Cascio  
Salvo Restivo

#### **Nota editoriale**

Poiché il presente fascicolo viene stampato in bianco e nero, alcuni articoli che presentano figure a colori potranno essere apprezzati solo nel formato pdf disponibile sul sito web <http://www.ssn.it/indice5.html>



GIORGIA ALLARIA, STEFANO AICARDI, FULVIO GARIBALDI, LUCA LANTERI,  
GIOVANNI ROPPO VALENTE, ELENA CANESSA, MARCO MAGGESI,  
PAOLA LOVA, DAVIDE COMORETTO, SARA PANARELLI,  
NELSON BRIAN MORALES, ANDREA COSTA, LORENZO DONDERO,  
GIACOMO ROSA, SEBASTIANO SALVIDIO, ELENA GRASSELLI & SARA FERRANDO

## FIFTY SHADES OF ORANGE IN AMPHIBIANS AND CRUSTACEANS: TWO SIDES OF THE SAME MEDAL

### SUMMARY

This research was firstly performed to evaluate the presence of molecules that could have antioxidant power and therefore a possible cosmetic, nutraceutical and biotechnological application of the marine crustacean *Aristeus antennatus*, a species rich in carotenoids. Then, we applied this model to the analysis of *Salamandrina perspicillata* skin, because this species is characterized by a high amount of bright red-orange colouration on the legs and tail skin.

*Key words:* *Aristeus antennatus*, *Salamandrina perspicillata*, carotenoid, astaxanthin, visible spectroscopy, antioxidant power.

### RIASSUNTO

*Cinquanta sfumature di arancione in anfibi e crostacei: due facce della stessa medaglia.* Al fine di valutare la presenza di molecole con potenziale capacità antiossidante e quindi con una possibile applicazione cosmetica, nutraceutica e biotecnologica, abbiamo preso come modello il gambero marino *Aristeus antennatus*, specie ricca di carotenoidi. Scelto il modello di partenza, abbiamo deciso di ampliare il lavoro ad un anfibio, in particolare alla *Salamandrina perspicillata*, la cui caratteristica è possedere una colorazione rosso-arancio sulla pelle delle zampe e della coda.

*Parole chiave:* *Aristeus antennatus*, *Salamandrina perspicillata*, carotenoidi, astaxantina, spettroscopia visibile, potere antiossidante.

### INTRODUCTION

Carotenoids are red, lipid-soluble plant pigments. In nature there are

over 600 types of carotenoids that show provitamin A or antioxidant activities. Astaxanthin is the most efficient carotenoid pigment displaying antioxidant activity on lipids, proteins, DNA and membrane lipoproteins of living cells and tissues (GOTO *et al.*, 2001; RANGA RAO *et al.*, 2013, 2014).

Astaxanthin is found in various microorganisms and in many species of marine animals, including crustaceans such as the shrimp *Aristeus antennatus*. As widely known, the orange colour of astaxanthin is given by the spectral absorbance of this pigment around 470 nm. Astaxanthin has a more efficient biological activity than other antioxidants since it seems to bind to the cell membrane protecting it from pro-oxidant agents. It is a promising photoprotective molecule for the treatment of ocular inflammation but also has a preventive role for UV-induced skin damage (OHGAMI *et al.*, 2003; RANGA RAO *et al.*, 2013, 2014). Furthermore, it has been shown to protect from damage caused by high glucose levels and this could reduce oxidative stress in the diabetic (UCHIYAMA *et al.*, 2002).

In this context, *Aristeus antennatus* processing waste can represent an important resource, finding use in various fields, including the industrial, cosmetic and pharmaceutical sectors.

Considering that in nature the red pigment is generally due to the presence of carotenoids, we decided to expand the well characterised model to amphibians, in particular to *Salamandrina perspicillata*, because of its red leg



Fig. 1 — *Salamandrina perspicillata* defensive behaviour against predators, called *Unkenreflex*.

and tail skin, likely due to carotenoid presence. This animal displays its bright belly colours by arching its back, a defensive behaviour against predators, called *Unkenreflex* (ANGELINI *et al.*, 2007; Fig. 1).

Crustaceans constitute a model for the high and all well documented presence of astaxanthin. In amphibians, the pigments of the epidermis are far from being well characterized. With this preliminary work we wanted to understand differences/similarities between these two groups so distant from an evolutionary point of view.

## MATERIALS AND METHODS

*Aristeus antennatus* were captured in the Ligurian Sea (Fig. 2). Each shrimp was separated into 4 parts: muscle (M), abdominal exoskeleton (EA), viscera (V), shell (C) and each of these components was placed in a test tube with ethanol at 4 °C for one week in order to dissolve reddish pigments, then after centrifugation (1000 rpm, 10 minute, 4 °C) debris were separated and clear solution was analyzed.

The antioxidant power was measured by means of DPPH test using Trolox as standard. In order to correlate antioxidant power with astaxanthin content the same sample was also analysed by absorbance and light spectroscopy.



Fig. 2 — *Aristeus antennatus*: entire organism and viscera of a mature individual.

*Salamandrina perspicillata* individuals were captured in Val Borbera (Piedmont, NW Italy; Fig. 3). A small part of the tail was taken from each salamander, and divided in two parts: blackish dorsal and reddish ventral which were then placed separately in a test tube with ethanol at 4 °C for a week, to dissolve pigments.

Fluorescence and absorbance spectra were recorded to identify the nature of the red pigment. Subsequently, we measured the fluorescence by exciting the samples through a green laser source (532 nm) and the absorbance was measured at extended spectral ranges. Preliminary histological analyses were also performed.

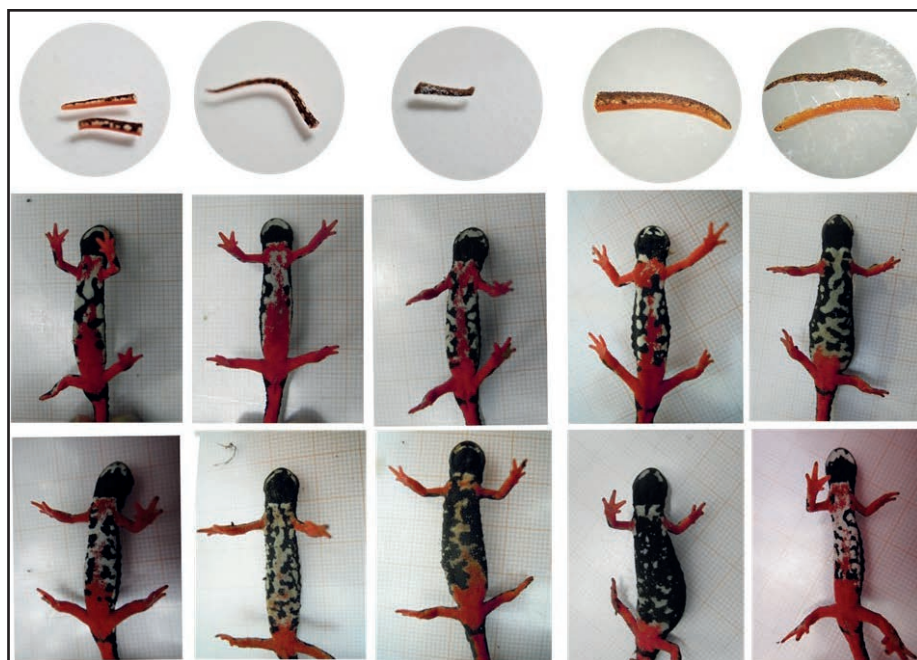


Fig. 3 — *Salamandrina perspicillata* individuals captured in Val Borbera.

## RESULTS

Concerning *Aristeus antennatus*, a first spectroscopic analysis of the absorbance allowed to identify two peaks at 282 nm and 470 nm. The peak at 282 nm is compatible with the presence of proteins and is greater in the extracts of bowel and muscle than in the abdominal exoskeleton extracts. The absorption peak at 474 nm, on the other hand, is associated with the presence of astaxanthin and is generally more intense in the abdominal exoskeleton and in the shell (HU *et al.*, 2018).

These results were confirmed by the luminescence spectrum of the samples measured with 532 nm excitation, in which there are several peaks that identify the presence of other compounds. On the other hand, DPPH test revealed that the viscera and the muscle showed greater antioxidant power if compared to the shell and abdominal exoskeleton.

The data on *Salamandrina perspicillata*, obtained both with spectroscopic analysis of absorbance and with excitation at 532 nm, showed different peaks indicating the presence of some substances, which however, due to the complexity of the spectra, are still under study.

## CONCLUSIONS

The spectroscopic measurements of absorption of the ethanolic extracts of the different components of *Aristeus antennatus* highlighted the presence of aromatic amino acids and the presence of astaxanthin. In particular, the latter seems to be greater in the abdominal exoskeleton and in the shell, compared to the viscera and muscle, while as regards the presence of aromatic amino acids, it appears to have an opposite trend. Surprisingly, we did not find a direct correlation between the amount of astaxanthin and antioxidant power. Thus, the most orange-colored shell did not show a greater antioxidant power. On the other hand, the bowels and muscle extracts showed a greater antioxidant capability despite the faint orange color. This observation shows that the antioxidant power is probably also related to other unknown compounds found in the bowel and muscle.

The model established with this crustacean can be used to study other red or orange colorful animals such as *Salamandrina perspicillata*, in which the function of its bright ventral surface is still debated (ANGELINI *et al.*, 2007).

*Acknowledgments* — Capture and tissue sampling permits were provided by the Italian Ministry of Environment (MATTM Div. II - Sez. II ED/gr, Prot. n. 06-57228200).

## REFERENCES

- ANGELINI C., VANNI S. & VIGNOLI L., 2007. *Salamandrina terdigitata* (Lacépède, 1788) - *Salamandrina perspicillata* (Savi, 1821). Pp. 228-237 in: Lanza B., Andreone F., Bologna M., Corti C. & Razzetti E. (Eds.), Fauna d'Italia. Volume XLII. Amphibia. *Edizioni Calderini de Il Sole 24 ore*, Bologna, pp. 540.
- GOTO S., KOGURE K., ABE K., KIMATA Y., YAMASHITA E. & TERADA H., 2001. Efficient radical trapping at the surface and inside the phospholipid membrane is responsible for highly potent antiperoxidative activity of the carotenoid astaxanthin. *Biochim. Biophys. Acta*, 1512: 251–258.
- HU J., LU W., LV M., WANG Y., DING R. & WANG L., 2018. Extraction and purification of astaxanthin from shrimp shells and the effects of different treatments on its content. *Rev. brasileira Farmacognosia*, 29: 24-29.
- OHGAMI K., SHIRATORI K., KOTAKE S., NISHIDA T., MIZUKI N., YAZAWA K. & OHNO S., 2003. Effects of astaxanthin on lipopolysaccharide-induced inflammation in vitro and in vivo. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 44: 2694–2701.
- RANGA RAO A., SINDHUJA H.N., DHARMESH S.M., SANKAR K.U., SARADA R. & RAVISHANKAR G.A., 2013. Effective inhibition of skin cancer, tyrosinase, and antioxidative properties by astaxanthin and astaxanthin esters from the green alga *Haematococcus pluvialis*. *J. Agric. Food Chem.*, 61: 3842–3851.
- RANGA RAO A., SIEW MOI P., SARADA R. & RAVISHANKAR G.A., 2014. Astaxanthin: Sources, Extraction, Stability, Biological Activities and Its Commercial Applications - a review. *Mar. Drugs*, 12(1): 128-152.
- UCHIYAMA K., NAITO Y., HASEGAWA G., NAKAMURA N., TAKAHASHI J. & YOSHIKAWA T., 2002.

Astaxanthin protects  $\beta$ -cells against glucose toxicity in diabetic db/db mice. *Redox Rep.*, 7: 290–293.

*Indirizzo degli autori* — G. ALLARIA, S. AICARDI, F. GARIBALDI, L. LANTERI, G. ROPPO VALENTE, E. CANESSA, M. MAGGESI, S. PANARELLI, N. B. MORALES, A. COSTA, L. DONDERO, G. ROSA, S. SALVIDIO, E. GRASSELLI, S. FERRANDO, Dipartimento Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita-DISTAV, Università degli Studi di Genova - 16132 Genova (I); P. LOVA, D. COMORETTO, Dipartimento di chimica e chimica industriale - DCCL, Università degli Studi di Genova - 16132 Genova (I); E. CANESSA, MICAMO Spin-Off Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Genova - 16132 Genova (I).



MARTA BIAGGINI, STEFANO VANNI & CLAUDIA CORTI

ECOLOGICAL NOTES ON THE THREATENED AMPHIBIAN  
*DISCOGLOSSUS SARDUS* IN THE TUSCAN ARCHIPELAGO

SUMMARY

*Discoglossus sardus* is an amphibian endemic to the Tyrrhenian area, with a predominantly island distribution. Less is known about the ecology of the Italian populations of the species, even if it is classified as Vulnerable in the national IUCN assessment. In this study, we present data on population density along with notes on the characterization of the breeding sites in the Tuscan Archipelago.

*Key words:* breeding sites, density, herpetofauna, Tyrrhenian painted frog

RIASSUNTO

*Note sull'ecologia di Discoglossus sardus, anfibio a rischio di estinzione, nell'Arcipelago Toscano.* *Discoglossus sardus* è un endemismo tirrenico che presenta un areale prevalentemente insulare. Sono poche le informazioni ecologiche disponibili sulle popolazioni italiane di questo anfibio, nonostante la specie sia classificata come Vulnerabile nella valutazione nazionale svolta dalla IUCN. In questo studio vengono presentati dati e osservazioni riguardanti prevalentemente densità di popolazione e caratterizzazione dei siti riproduttivi di *D. sardus* nell'Arcipelago Toscano.

*Parole chiave:* densità, Discoglossos sardo, erpetofauna, siti di riproduzione

INTRODUCTION

The Tyrrhenian painted frog *Discoglossus sardus* Tschudi in Otth, 1837 is an amphibian endemic to the Tyrrhenian area, occurring on the Îles Hyères, Corsica, Sardinia (including Asinara, Caprera, La Maddalena, Spargi and San

Pietro islands), the Tuscan Archipelago and the Monte Argentario, a fossil island in southern Tuscany (CORTI *et al.*, 1991; CAPULA *et al.*, 2007). The Archipelago, made up by seven main islands (Gorgona, Capraia, Elba, Pianosa, Montecristo, Giglio and Giannutri) and some minor islets, is most likely an emerged portion of the Paleo-Apennine (ARINGOLI *et al.*, 2009) and its faunal composition is influenced by its position between the Sardinian-Corsican microplate and the Italian Peninsula, and by the sea-level changes which, especially during the Pleistocene, got some of these lands in contact. The presence of *D. sardus* in the Archipelago is still to be clarified. Probably the ancestor of *D. sardus* was present on the Sardinian-Corsican microplate before its detachment from the continent, then it could have differentiated in *D. sardus* during insular isolation; the species range could have enlarged during the Messinian period and later, in the Quaternary period, it could have restricted to some islands, disappearing from the continental areas (LANZA, 1980; ZANGARI *et al.*, 2006). The species occurs on Montecristo and Giglio and it is one of the five amphibians present on the Archipelago, along with *Bufo bufo*, *Bufo viridis balearicus*, *Pelophylax* sp. (Elba), and *Hyla sarda* (Capraia, Elba). *D. sardus* is included in Annexes II-IV of 92/43/CEE Directive and it is classified as Vulnerable, among the Threatened categories, in the IUCN Red List of the Italian Vertebrates (RONDININI *et al.*, 2013).

The distribution of *Discoglossus sardus* in the Tuscan Archipelago was recently updated (BIAGGINI *et al.*, 2015), but less is known about the ecology of these species in the Archipelago for which only dated papers are available (i.e., BRUNO, 1968, 1975). A more recent paper by LEBBORONI *et al.* (2014) gives notes on the reproduction of *D. sardus* on the Monte Argentario. In this study, we present data on population density along with notes on the characterization of the breeding sites in the Tuscan Archipelago.

## MATERIALS AND METHODS

We performed larval counts to estimate density values (SHAFFER *et al.*, 1994). For each water body, we repeated counts during three consecutive sampling sessions and the mean number of larvae was used to calculate density. We approximated the shape of ponds to semi-ellipsoids to estimate their volume. Samplings were performed in spring 2014 (early April) and 2019 (early April on Giglio and early June on Montecristo) on a smaller number of sites (Table 1).

We used Generalized Linear Models (GLM) to test the possible influence of water supply (present/absent, categorical predictor) and volume of the breeding sites (continuous predictor) on the density of larvae in the two



islands. For Giglio island, we pooled density values from 2014 and 2019 after verifying the absence of significant differences between the two years, through a Mann-Whitney U Test. On Montecristo, the surveys in 2019 were performed later in the season compared to 2014 and for this reason, we analysed data from the two years separately. We applied GLM, as above described, on data from 2014. In 2019 the only pools hosting larvae were the ones with water supply (while the isolated ones were already dried), thus we only tested the influence of pool volume on density, using a Spearman correlation.

In 2014, on both islands, we also measured some physical features (salinity, pH and dissolved oxygen) on a subsample of breeding sites and the snout-vent length (SVL) and body mass of some individuals.

**Table 1**

List of the study sites (the numbers correspond to the ones reported in Fig. 1), with indication of the amount of sampled pools, their volume range and the density of *Discoglossus sardus* larvae recorded in the two years of samplings (LD<sub>2014</sub>, LD<sub>2019</sub>; outlier values are also reported).

**Montecristo (IV 2014, VI 2019)**

- 1) Along the stream *Fosso del Santo*, at 240-260 m a.s.l. Four pools with slow running water and LD<sub>2014</sub> = 0.036 ± 0.045 n/dm<sup>3</sup> and one isolated pool with lentic water and LD<sub>2014</sub> = 0.80 n/dm<sup>3</sup>. Volume range = 251-879 cm<sup>3</sup>.
- 2) From *Cala Maestra* to *Grotta del Santo*, along a track (about 1 km long), at 33-180 m a.s.l. 14 small sized pools (vol. range: 1-16 cm<sup>3</sup>) with lentic water and LD<sub>2014</sub> = 3.30 ± 2.08 n/dm<sup>3</sup>.
- 3) Along the stream *Fosso della Cala, Cala Maestra*, at 25-60 m a.s.l. Pools with a wide size range (2.5 - 1570 cm<sup>3</sup>), mainly characterized by slow running water. LD<sub>2014</sub> = 5.77 ± 1.63 n/dm<sup>3</sup> (3 sites); LD<sub>2019</sub> = 0.92 ± 0.88 n/dm<sup>3</sup> (14 sites).
- 4) Along the stream *Fosso di Santa Maria*, at 15-65 m a.s.l. Pools with volume ranging from 1 to 2763 cm<sup>3</sup>, mainly characterized by slow running water. LD<sub>2014</sub> = 1.17 ± 1.66 n/dm<sup>3</sup> in 7 sites; 27.30 n/dm<sup>3</sup> of newly hatched larvae in a tiny pool of 1 cm<sup>3</sup>; LD<sub>2019</sub> = 0.15 ± 0.243 n/dm<sup>3</sup> (3 sites).
- 5) *Cale Gemelle, East*, at 10 m a.s.l. One pool (vol.: 25 cm<sup>3</sup>) with slow running water, near the shoreline with LD<sub>2014</sub> = 5.97 n/dm<sup>3</sup>.

**Giglio (IV 2014, IV 2019)**

- 1) Along the stream *Fosso della Valle dell'Olivello*, at 30-140 m a.s.l. Series of pools (vol. range = 628 - 785000 cm<sup>3</sup>), distributed along 200 m, with slow current water and some lateral pools with no water supply. LD<sub>2014</sub> = 0.13 ± 0.14 n/dm<sup>3</sup> in 6 sites and an outlier value of 3.07 n/dm<sup>3</sup>; LD<sub>2019</sub> = 1.09 ± 1.49 n/dm<sup>3</sup> in 11 sites and 84.93 n/dm<sup>3</sup> in a very tiny pool.
- 2) Along the stream *Fosso delle Grotte*, at 80 m a.s.l. A single pool of slow lotic water, in a village, with volume of 30144 cm<sup>3</sup> and LD<sub>2014</sub> = 0.83 n/dm<sup>3</sup>.
- 3) *Valle dei Nobili*, at 10-130 m a.s.l. Three pools along the stream *Fosso della Valle dei Nobili* and two isolated pools. Volume range = 2198-54430 cm<sup>3</sup>; LD<sub>2014</sub> = 6.42 n/dm<sup>3</sup>.
- 4) *Fosso di Valle del Pentovaldo and Fosso del Santo*. A small isolated pool (about 419 cm<sup>3</sup>) with a very high LD<sub>2014</sub> 95.54 cm<sup>3</sup> and a pool with lentic water (12500 cm<sup>3</sup>) with LD<sub>2014</sub> = 2.39 n/dm<sup>3</sup>.
- 5) *Fosso di Valle di San Giorgio*. A pool (10990 cm<sup>3</sup>) with slow current and LD<sub>2014</sub> = 0.91 n/dm<sup>3</sup>.
- 6) Along the stream *Fosso di Valle dei Mulini*, at 260 m a.s.l. (data not included in the analyses). In 2014, we found three isolated pools (vol. range = 628 - 6300 cm<sup>3</sup>) with eggs and newly

hatched larvae with very high density, and one big pool (about 2 m<sup>3</sup>) with lotic water and LD<sub>2014</sub> = 0.014 n/dm<sup>3</sup>; in 2019 only one small cavity with newly hatched larvae (1570 cm<sup>3</sup>).

7) *Fosso del Dobbiarello*. A single pond with lentic water (471000 cm<sup>3</sup>), in the final part of the stream with LD<sub>2014</sub> = 3.06 n/dm<sup>3</sup>. The stream is interrupted by a road and a tourist village built behind the beach.

8) *Fonte del Prete*, at 35 - 53 m a.s.l. Six isolated pools with lentic water (vol. range: 628 - 94000 cm<sup>3</sup>) within an area of about 2 ha. Very variable density, LD<sub>2014</sub> = 8.61 ± 13.57 n/dm<sup>3</sup>.

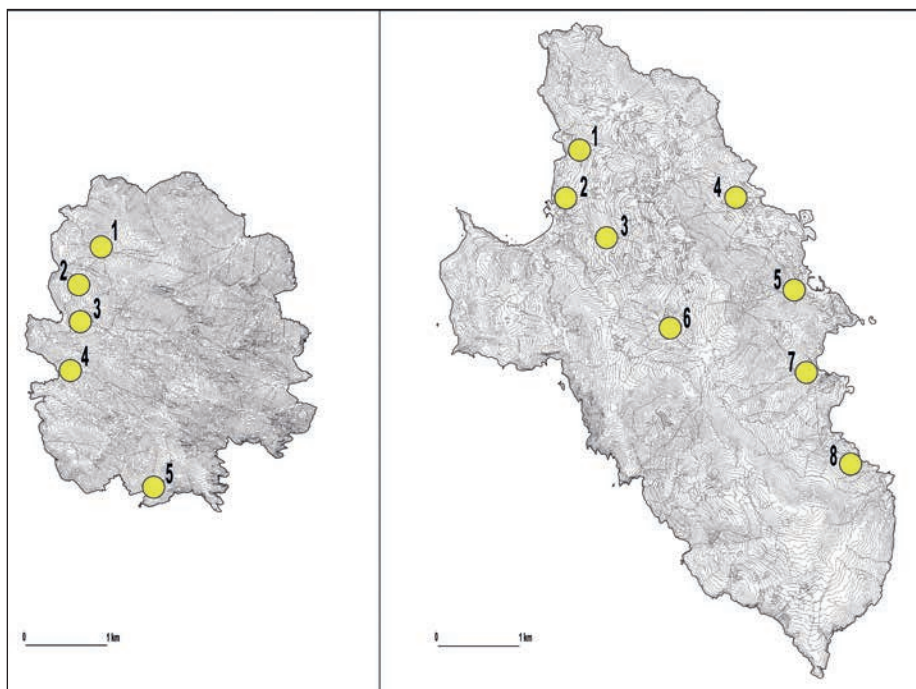


Fig. 1 — Localisation of the study sites for density estimation of *Discoglossus sardus* on Montecristo (left) and Giglio (right) islands (an approximate point is indicated for surveys along tracks or stream). Numbers of sites correspond to the ones listed in Table 1.

## RESULTS

In Table 1, we provide a brief description of the breeding sites surveyed in 2014 and 2019 along with the estimation of *D. sardus* larvae density. On Giglio island, larvae density (not differing between years:  $n_{2014} = 22$ ,  $n_{2019} = 12$ ,  $U = 121$ ,  $p = 0.705$ ) increased with decreasing pool size ( $n = 34$ , Wald stat. = 7.249,  $p = 0.007$ ), but it did not vary among isolated pools ( $n = 16$ ) and pools with water supply ( $n = 18$ ; Wald stat. = 1.276,  $p = 0.259$ ). On Montecristo, in 2014, we got analogous results, with a significant (negative) influ-

ence of pool volume on larvae density ( $n = 31$ , Wald stat. = 5342,  $p = 0.0208$ ), and no significant differences among pools with ( $n = 15$ ) and without ( $n = 16$ ) water supply (Wald stat. = 5.342,  $p = 0.120$ ); in 2019, no correlation between larvae density and pool volume was found ( $n = 17$ ,  $r = -0.328$ ,  $p = 0.198$ ).

On Montecristo, breeding sites ( $n = 8$ ) were characterized by salinity = 0.01 – 0.02 ‰;  $\text{pH} = 7.49 \pm 1.19$ ; dissolved oxygen =  $8.8 \pm 1.81$  mg/L (recorded at a mean water temperature of  $15.55 \pm 2.08$  °C). On Giglio island ( $n = 6$ ), we measured comparable values for the three variables: salinity = 0.02 - 0.05 ‰;  $\text{pH} = 7.48 \pm 0.75$ ; dissolved oxygen =  $9.66 \pm 1.91$  mg/L (at a mean water temperature of  $14.23 \pm 1.26$  °C).

The size (SVL) and body mass recorded for *D. sardus* on Montecristo were  $49.54 \pm 7.84$  mm and  $13.18 \pm 7.27$  g in males ( $n = 23$ ),  $43.02 \pm 7.43$  mm and  $7.30 \pm 3.01$  g in females ( $n = 10$ ),  $34.22 \pm 5.12$  mm and  $3.64 \pm 1.33$  g in five sub-adults. On Giglio, we measured slightly bigger males with SVL of  $60.3 \pm 9.51$  mm and body mass of  $26.27 \pm 12.56$  g ( $n = 11$ ), and one female 36 mm long and 4.69 g heavy.

## DISCUSSION

On Montecristo and Giglio, *Discoglossus sardus* spawns in pools formed in the granitic rocks, isolated or connected with each other along streams or small creeks, the first ones being characterized by no water supply, and the second ones by very slow running water. The water bodies where *D. sardus* larvae occurred were mostly characterized by small size, shallow clear water and scarce or absent vegetation, which makes it possible to count larvae with good accuracy (BOSCH *et al.*, 2018).

Larvae density did not significantly vary when comparing pools characterised by lentic and lotic (slow) water, while it increased with decreasing volume of water bodies (larvae were found even in tiny cavities in the rock, Table 1), except for data gathered on Montecristo in 2019 when, however, the scarce availability of breeding sites, mostly dried up, resulted in a smaller small sample size. On this island, during both the years of sampling, we noticed that the spawning activity across sites was slightly differentiated in time according to the different persistence of water. An earlier spawning activity occurred at Cala Santa Maria where most pools are subject to early desiccation while at Cala Maestra, where water persists late in the breeding season, *D. sardus* spawning activity seems to be delayed (and prolonged).

On Giglio, *D. sardus* was observed also in artificial sites (not included in the analyses), such as small wells and water tanks inside cultivated plots or vegetable gardens. The abandonment of traditional cultivation, made up of

tiny land ownings and related structures for the collection of water, is one of the possible menaces for the species on the island, along with the increase of intensive cultivation (e.g., vineyards). Further causes of habitat loss and degradation on Giglio may be associated to the increase of buildings and infrastructures, often related to tourism and to water abstraction (related to agriculture but also to private gardens management) and pollution, as addressed also by LANZA *et al.* (2009) and GIOVACCHINI *et al.* (2015). On Montecristo, due to its protection status, no human activities are performed except for a low impact tourism. On both islands, we repeatedly observed dead adult females in water with no detectable signs of predation attempts or cutaneous abnormalities, which may suggest that deaths could be associated with mating (lumbar amplexus) as observed in other amphibians (e.g., KAGARISE SHERMAN & MORTON, 1993).

*Acknowledgements* — We thank M. Raffa and E. Paggetti for helping during field work. Research activity was allowed by *Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano* and *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* (Prot. 0044068–04/12/2012–PNM II; 67681-27/11/2018; 0011888-24.05.2019).

#### REFERENCES

- ARINGOLI D., COLTORTI M., D'OREFICE M., DRAMIS F., FEDERICI P.R., FORESI L.M., GRACIOTTI R., IOTTI A., MOLIN P., MORETTI S., PAPPALARDO M., PIERANTONI P.P., PIERUCCINI P., RIBOLINI A. & TARCHIANI U., 2009. Carta geomorfologica dell'Arcipelago Toscano / Geomorphological Map of the Tuscan Archipelago. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, 86: 7-107.
- BIAGGINI M., VANNI S. & CORTI C., 2015. Aggiornamento sulla distribuzione di *Discoglossus sardus* e *Hyla sarda* nell'Arcipelago Toscano: risultati preliminari. Pp. 221-226 in: Doria G., Poggi R., Slavidio S. & Tavano M. (eds.), *Atti X Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica, Ianieri Edizioni*, Pescara.
- BOSCH J., FERNÁNDEZ-BEASKOETXEA S., GARNER T. & CARRASCAL L., 2018. Long-term monitoring of an amphibian community after a climate change- and infectious disease-driven species extirpation. *Glob. Chang. Biol.*, 24: 10.1111/gcb.14092.
- BRUNO S., 1968. Gli Anfibi e i Rettili dell'Isola di Montecristo (Studi sulla fauna erpetologica italiana. IX). *Atti Soc. tosc. Sci. nat. Mem. (B)*, 73: 31-71.
- BRUNO S., 1975. Note riassuntive sull'erpetofauna dell'Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano, Mare Tirreno) (Studi sulla fauna erpetologica italiana. XX). *Lav. Soc. ital. Biogeogr.* (n.s.), 5: 743-838.
- CAPULA M., 2007. *Discoglossus sardus* Tschudi in Otth, 1837. Pp. 318–323 in: Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C. & Razzetti E. (eds.), *Fauna d'Italia. XLII Amphibia. Edizioni Calderini de Il Sole 24 ore Ed.*, Bologna.
- CORTI C., NISTRI A., POGGESI M & VANNI S., 1991. Biogeographical analysis of the Tuscan herpetofauna (Central Italy). *Rev. esp. Herp.*, 5: 51-75.
- GIOVACCHINI P., FALCHI V., VIGNALI S., RADI G., PASSALACQUA L., CORSI F., PORCIANI M. & FARSI F., 2015. Atlante degli Anfibi della provincia di Grosseto. Quaderni delle Aree Pro-

- tette n. 6, Provincia di Grosseto - UP Aree Protette e Biodiversità. *Soluzioni per la Stampa*, Grosseto.
- KAGARISE SHERMAN C. & MORTON M.L., 1993. Population declines of Yosemite toads in the eastern Sierra Nevada of California. *J. Herpetol.*, 27: 186-198.
- LANZA B., 1980. Ipotesi sulle origini del popolamento erpetologico della Sardegna. *Lav. Soc. ital. Biogeogr.* (serie 2), 8: 723-744.
- LANZA B., NISTRI A. & VANNI S., 2009. Anfibi d'Italia, Quaderni di conservazione della Natura, 29. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I.S.P.R.A., *Grandi & Grandi Editori*.
- LEBBORONI M., DE PIRRO M. & PECCHIOLI E., 2014. Note sulla riproduzione di *Discoglossus sardus* Tschudi 1837 al Monte Argentario. *Quad. Mus. St. Nat. Livorno*, 25: 21-24.
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V. & TEOFILI C., 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. *Comitato Italiano IUCN e Min. Amb. Tutela Terr. e Mare*, Roma.
- SHAFFER H.B., ALFORD R.A., WODDWARD B.D., RICHARDS S.J., ALTIG R.G. & ASON C.G., 1994. Standard techniques in inventory and monitoring. Quantitative sampling of amphibian larvae. In: Heyer, W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.C. & Foster M.S. (eds.), *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. *Smithsonian Institution Press*, Washington DC.
- ZANGARI F., CIMMARUTA R. & NASCETTI G., 2006. Genetic relationships of the western Mediterranean painted frogs based on allozymes and mitochondrial markers: evolutionary and taxonomic inferences (Amphibia, Anura, Discoglossidae). *Biol. J. Linn. Soc.*, 87: 515-536.

*Addresses of the authors* — M. BIAGGINI, C. CORTI, S. VANNI, Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, Museo "La Specola", Via Romana, 17 - 50125 Florence (I); e-mail: marta.biaggini@gmail.com, stefanovannifi@libero.it, claudia.corti@unifi.it



DINO BIANCOLINI, GIULIA GAIOTTO, RICCARDO NOVAGA & ANTONIO ROMANO

PRELIMINARY RESULTS ON HABITAT MODELLING  
AND DETECTION DOGS TO FIND AN ENDANGERED SPECIES:  
HERMANN'S TORTOISE *TESTUDO HERMANNI*  
IN SOUTHERN LAZIO

SUMMARY

The Hermann's tortoise *Testudo hermanni* is one of the most endangered reptiles in Europe. In the Italian Peninsula, knowledge gaps on the current distribution of the species can hinder its conservation. Serious challenges arise from species' habitat structure, elusive behaviour and low population densities. Sampling effort can be guided by habitat modelling to plan a habitat-specific stratified survey, while species detectability can be greatly improved using specially trained dogs. In this study, we modelled the climatic and land cover suitability for *T. hermanni* in southern Latium, in particular the Volsci Mountains, the Pontine Plain and the Cape Circeo, where the persistence of viable populations is currently uncertain. Two dogs were trained to detect the species using three captive individuals. Except for the high mountain areas, the entire study area showed high suitability. The dogs demonstrated 100% sensitivity and accuracy in semi-natural conditions. Our preliminary results showed the suitability of the study area for *T. hermanni* and the potential increase in species' detectability with detection dogs.

*Key words.* Habitat suitability, detection dogs, detectability, Testudinata, Reptilia.

RIASSUNTO

*Risultati preliminari sull'uso di modelli dell'habitat e di cani da ricerca per trovare una specie in pericolo: la Testuggine di Hermann Testudo hermanni nel Lazio meridionale.* La testuggine di Hermann (*Testudo hermanni*) è uno dei rettili più minacciati d'Europa e in Italia peninsulare le lacune conoscitive sulla sua distribuzione possono ostacolare la conservazione. Difficoltà nella raccolta dei dati distributivi derivano dalla struttura dell'habitat, dal comportamento elusivo e dalle basse densità di popolazione. Il campionamento può essere guidato dalla modellizzazione dell'habitat per pianificare un'indagine stratificata per l'habitat, mentre la rilevabilità delle specie può essere massimizzata con l'utilizzo di cani addestrati. In questo lavoro, abbiamo modellizzato l'idoneità climatica e di copertura del suolo per *T. hermanni* nel Lazio meridionale, in particolare i Monti Volsci, la Pianura Pontina e il promontorio Capo Circeo, dove la persistenza di popolazioni vitali è incerta. Ad eccezione delle zone di alta montagna, l'intera area



di studio ha mostrato alta idoneità ambientale. Due cani sono stati addestrati per rilevare la specie utilizzando tre individui in cattività. I cani hanno dimostrato una sensibilità e un'accuratezza del 100% in condizioni semi-naturali. I risultati preliminari mostrano l'idoneità dell'area di studio per *T. hermanni* e il potenziale aumento della rilevabilità delle specie con cani da rilevamento.

*Parole chiave.* Idoneità di habitat, cani da ricerca, rilevabilità, Testudinata, Reptilia.

## INTRODUCTION

Habitat destruction and illegal harvesting made the Hermann's tortoise, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789, one of the most endangered reptiles in Europe (MAZZOTTI, 2004; ZENBOUDJI *et al.*, 2016). Its distribution is currently highly fragmented and the remaining populations showed marked declines (CORTI *et al.* 2014; ZENBOUDJI *et al.*, 2016). This is particularly true for Italy, where this species is considered Endangered by the IUCN national assessment (ANDREONE *et al.*, 2013; RONDININI *et al.*, 2013) and knowledge gaps on its current distribution hinder its conservation (MAZZOTTI, 2004; CHEYLAN *et al.*, 2010). A significant part of the species' range is found along the Tyrrhenian coast of Tuscany and Lazio, where viable populations are present (MAZZOTTI, 2004; CHEYLAN *et al.*, 2010). Filling the gaps is crucial to urgently planning conservation strategies needed to ensure the survival of the species.

*Testudo hermanni* is a highly elusive species due to its slow movements, cryptic coloration, habit to stay sheltered for long periods and the density of its habitat (JEAN-MARIE *et al.*, 2019). Moreover, low population densities resulting from fire-induced habitat destruction can further reduce its detectability (COUTURIER *et al.*, 2011; TANADINI & SCHMIDT, 2011). As a result, the efficacy of visual censuses is highly reduced, jeopardising surveys' success for this species (JEAN-MARIE *et al.*, 2019). The limitation of human eyesight in detecting elusive species can be overcome by the use of detection dogs (DEMATTEO *et al.*, 2019). Dogs have a high olfactory capability which has been used to detect the presence of many cryptic tortoises in the United States, South Africa, Southeast Asia and Europe (COUTURIER *et al.*, 2011; DEMATTEO *et al.*, 2019; JEAN-MARIE *et al.*, 2019).

A further problem to be solved when studying rare species is how to comprehensively cover the study area with the available human resources (MARTA *et al.*, 2019). Stratified, habitat-specific random sampling can ensure the collection of unbiased information on the distribution of species in a study area by sampling all suitable habitat types (MARTA *et al.*, 2019). This method can account for the spatial availability and typology of different resources and has proven to be particularly appropriate for rare and elusive species whose ecology is well-known (MARTA *et al.*, 2019).



The presence of suitable conditions for the species can be modelled using bioclimatic envelopes (GUISAN *et al.*, 2017) and habitat suitability models (RONDININI *et al.*, 2011). In the first case, also known as climatic niche models, the presence of species is correlated to climatic variables known to influence its distribution through specific algorithms, subsequently, the study area is classified according to the species-climate relationships found (GUISAN *et al.*, 2017). In the second case, the land cover categories are classified as suitable by expert assessment using the habitat requirements of the species (RONDININI *et al.*, 2011). The results of these techniques can be combined to identify areas suitable for both climatic and land cover conditions (BAISERO *et al.*, 2020) and used to design a stratified sampling strategy (GUISAN *et al.*, 2017; MARTA *et al.*, 2019).

In this study, we modelled climatic and land cover suitability for *T. hermanni* in southern Lazio, a highly suitable and still subsampled portion where viable populations are hypothesized to be present. We used this model to plan a survey with stratified, habitat-specific sampling using trained detection dogs.

## METHODS

### *Study area*

The study area is located in southern Lazio (central Italy), it includes the Volsci Mountains, the Pontine Plain and the Cape Circeo (Fig. 1, Box) and is characterized by Mediterranean climate and habitats. For the northern part of the Volsci Mountains, the Lepini Mountains, both historical and recent evidence of *Testudo hermanni* are available (ANGELINI *et al.*, 2020). On the central and southern parts of the Volsci Mountains, there are some scattered records dating to the 90s (RUFFO & STOCH, 2005). For the entire mountain range, recent records are scarce, with only 5 observations on the Lepini Mountains in the last 5 years (ANGELINI *et al.*, 2020) and one observation on the Aurunci Mountains in 2020 (GBIF.ORG, 2021). Frequent fires and illegal harvesting by locals (as reported by local people themselves, pers. comm.) may have led to low population density or even local extinctions. The species is considered to be present in Cape Circeo, however the latest records date back to the mid-80s and could refer to individuals escaped from captivity (RUFFO & STOCH, 2005; VIGNOLI *et al.*, 2017).

### *Species data*

The presence of the species in its range was obtained through the Global Biodiversity Information Facility (GBIF.ORG, 2021) for its entire range (Fig. 1).

We have removed the points with geospatial problems and, to avoid spatial clustering, those closest to 1 km (resolution of climatic variables) for a total of 1776 occurrences. A further 18 points for southern Lazio were obtained from RUFFO & STOCH (2005) and ANGELINI *et al.* (2020) (Fig. 1, Box).

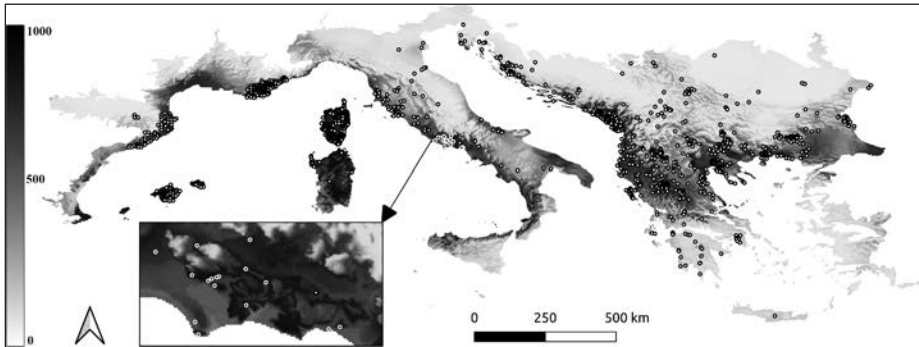


Fig. 1 — Climatic suitability for the entire range of *Testudo hermanni*. The study area is shown in the box. White dots represent occurrences obtained from GBIF while black dots occurrences from the literature.

### *Environmental data*

We chose a set of bioclimatic variables with a resolution of 1 km based on the ecology of the species and physiologic constraints CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) data (KARGER *et al.*, 2017): temperature seasonality, the max temperature of the warmest month, precipitation seasonality and precipitation of the wettest quarter. All variables showed a Variance Inflation Factor value  $< 2$  (GUISAN *et al.*, 2017).

We obtained land cover data from Corine Land Cover levels 4 and 5 of Lazio with a resolution of 1-hectare (REGIONE LAZIO, 2015). This land cover map provides a fine resolution description of the habitat types of the study area and an exhaustive representation of the vegetation factors that can influence the presence of the species.

### *Bioclimatic envelopes and habitat models*

To avoid niche truncation, we used the entire range of the species to inform bioclimatic envelopes (GUISAN *et al.*, 2017). The background area was defined as the ecoregions (OLSON *et al.*, 2001) in which the species is present (Fig. 1). A number of pseudo-absences equal to the presences were randomly sampled in the background for five sets of pseudo-absences (GUISAN *et al.*, 2017). To build bioclimatic envelopes, we used Generalized Boosted Regres-

sion Trees from the biomod2 R package (THUILLER *et al.*, 2019). Models were replicated five times for each set of pseudo-absences for a total of 25 replicates. The dataset was randomly split into a training and evaluation dataset, containing 70% and 30% of the data, respectively. We used the Boyce index to evaluate the performance of the model (DI COLA *et al.*, 2017; GUI SAN *et al.*, 2017). Finally, we identified the suitability threshold that maximizes the sum of sensitivity and specificity (MaxSSS) (GUI SAN *et al.*, 2017).

Habitat models were obtained by an expert-based reclassification of land cover classes (Table 1). Species-habitat relationships have been identified from the literature (MAZZOTTI, 2004). To obtain a more conservative estimate of the available habitat, we focused only on highly suitable land cover classes (Table 1).

**Table 1.**  
Land cover classes identified as highly suitable for *Testudo hermanni*

Code	Description
3223	Illyrian bushes with <i>Pistacia terebinthus</i> and <i>Paliurus spina-christi</i> or <i>Cercis siliquastrum</i> and <i>Pistacia terebinthus</i>
31311	Mixed woods with a prevalence of evergreen oaks
32312	High internal hill shrubland
32323	Shrubland with myrtle and mastic or olive and mastic
32324	Cyst, heather and rosemary or <i>Helichrysum litoreum</i> garrigue
311111	Coastal thermo-Mediterranean holm oaks
311112	Holm oaks with deciduous trees
311121	Cork oaks mixed with other evergreen trees on red soils or de-carbonated soils
311122	Cork oaks of sandy and arenaceous substrates with broadleaved oak or others

### Survey design

To build a stratified, habitat-specific random sampling we overlaid a 1×1 km grid on the climatic suitability of the species and the habitat maps. Only cells containing a climatic suitability value equal to or above the MaxSSS threshold ( $\geq 430$ ) and suitable land cover classes were retained for the survey. We obtained a final grid of 1694 cells offering suitable conditions (Fig. 2). We have selected 5% of cells per land cover class for a total of 84 cells in which the surveys will be performed.

### Dog training for species detection

Two dogs underwent the standard training protocol based on operant conditioning (DEMATTEO *et al.*, 2019; JEAN-MARIE *et al.*, 2019) to learn to detect *T. hermanni* in the field without harming them. Three individuals of *T. hermanni hermanni* living in captivity, two males and one female were employed in the

training trials, for which a specific handling authorization is not required. The training was conducted in a semi-natural area in May 2021. To ensure tortoises safety, they were placed in perforated paper boxes and dogs wore a muzzle (JEAN-MARIE *et al.*, 2019). An assistant randomly placed the tortoises in the boxes along with non-target odours (food, toys, etc...) unknown to the dogs and trainer (JEAN-MARIE *et al.*, 2019). To train the dogs to smell the tortoises they received a reward when they approached the box containing the tortoise. In a second phase, the special word “*cerca* (i.e., search for)” was used to indicate the beginning of the search for tortoises; when a tortoise was spotted the dogs stared at it without interacting with the tortoise (JEAN-MARIE *et al.*, 2019). The tortoises showed no visible signs of stress during training, which was repeated 10 times until both dogs successfully learned to detect the target odour. For both dogs, we measured accuracy, which is the proportion of all alerts that are correctly directed at a target, and sensitivity, which is the proportion of all targets that are adequately alerted (DEMATTEO *et al.*, 2019; JEAN-MARIE *et al.*, 2019).

## RESULTS AND DISCUSSION

The bioclimatic envelope showed high performance (Boyce = 0.995). Climatic suitability in Europe was concentrated in the Balkans, Corsica, Sardinia, southern France, Catalonia, the Balearic Islands and central-southern Italy (Fig. 1). Lazio and the study area showed widespread climatic suitability for the species, with values below the MaxSSS threshold (430) only at high elevations (Fig. 1, Box). Suitable land cover classes largely overlapped with suitable climatic conditions, however, they were largely restricted to the Volsci Mountains and Cape Circeo (Figs 2 and 3). The remarkable presence of suitable conditions for the species in the study area confirmed its hypothesized ability to support viable populations (MAZZOTTI, 2004; CHEYLAN *et al.*, 2010).

The detection dogs were able to locate the tortoises and report their location without harming individuals. All dogs demonstrated 100% sensitivity and accuracy during training sessions without indicating untargeted odours. The transferability of the dog's performance from controlled conditions to the field cannot however be guaranteed due to several variables that could affect the detection (e.g., weather conditions, substrate, fatigue etc.). However, other papers report a significant correlation between training and field performance (DEMATTEO *et al.*, 2019). Our findings suggest the use of dogs specifically trained to search for wild *T. hermanni* as an effective and efficient tool for filling distribution gaps. In the summer and autumn 2021, we aim to carry out the designed stratified habitat-specific survey using trained detection dogs.

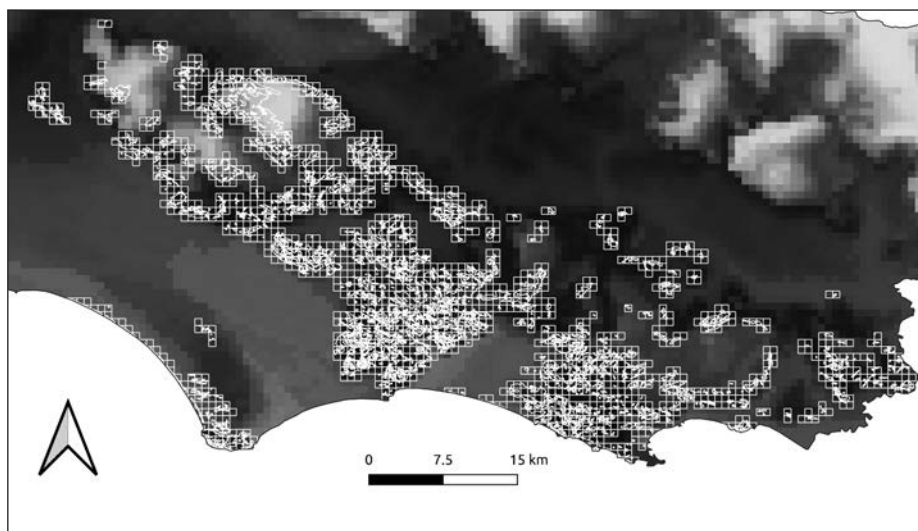


Fig. 2 — Stratified, habitat-specific sampling with a 1x1 km grid for *Testudo hermanni*.

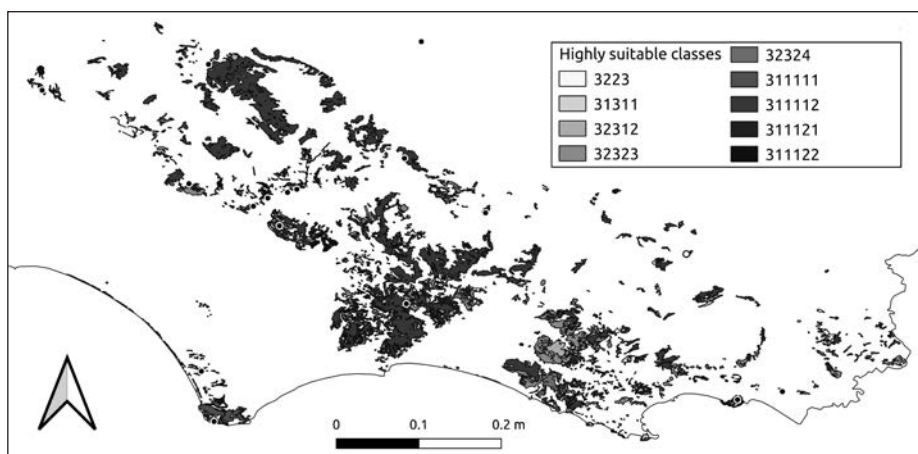


Fig. 3 — Habitat model showing the land cover classes identified as highly suitable for *Testudo hermanni*.

#### REFERENCES

- ANDREONE F., CORTI C., FICETOLA G.F., RAZZETTI E., ROMANO A. & SINDACO R., 2013. *Testudo hermanni*. The Italian IUCN Red List of Threatened Species. URL: <http://www.iucn.it/scheda.php?id=549909916> (accessed 3.26.21).
- ANGELINI C., BIANCOLINI D., CAPIZZI D., CASCIANELLI D., COPIZ R., CORBI F., CORSETTI L., DE PISI E., MAROZZA L., MASTROBUONI G., MASTRODOMENICO D., MATTOCCIA M., NARDI

- G., NOVAGA R., PIETROCINI V., PINOS F., PROIETTI M., ROMANO A. & ZICARELLI R., 2020. Atlante della Biodiversità Faunistica dei Monti Lepini. *Edizioni Belvedere*, Latina.
- BAISERO D., VISCONTI P., PACIFICI M., CIMATTI M. & RONDININI C., 2020. Projected Global Loss of Mammal Habitat Due to Land-Use and Climate Change. *One Earth*, 2: 578–585.
- CHEYLAN M., CORTI C., CARPANETO G.M., MAZZOTTI S. & ZUFFI M.A.L., 2010. *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (pp. 188-199). In: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. eds; Fauna d'Italia. Reptilia. Edizioni Calderini de Il Sole 24 Ore Editoria Specializzata S.r.l.», Bologna.
- CORTI C., BASSU L., BIAGGINI M., BRESSI N., CAPULA M., DI CERBO A.R., DI FRANCESCO N., DI TIZIO L., FIACCHINI D., LO CASCIO P., MASTROPASQUA F., NULCHIS V., ONETO F., OTTONELLO D., RICHARD J., ROMANO A., SATTI M.G., SCILLITANI G., SPILINGA C., VANNI S., 2014. Updated distribution of *Testudo hermanni hermanni* in Italy. Pp. 28-33 in: Caron S. (ed.), Proceedings of the International workshop on the management and restoration of Hermann's tortoise habitats and populations. Atelier international sur la gestion et la restauration des populations et habitats de la Tortue d'Hermann International workshop on the management and restoration of Hermann's tortoise populations and habitats. Soptom, Gonfaron, France, 2013. Download at: [www.tortue-hermann.eu](http://www.tortue-hermann.eu).
- COUTURIER T., CHEYLAN M., GUÉRETTE E. & BESNARD A., 2011. Impacts of a wildfire on the mortality rate and small-scale movements of a Hermann's tortoise *Testudo hermanni hermanni* population in southeastern France. *Amphibia-Reptilia*, 32: 541–545.
- DEMATTEO K.E., DAVENPORT B. & WILSON L.E., 2019. Back to the basics with conservation detection dogs: fundamentals for success. *Wildlife Biol.*, 2019: 1–9.
- DI COLA V., BROENNIMANN O., PETITPIERRE B., BREINER F.T., D'AMEN M., RANDIN C., ENGLER R., POTTIER J., PIO D., DUBUIS A., PELLISSIER L., MATEO R.G., HORDIJK W., SALAMIN N. & GUISAN A., 2017. ecospat: an R package to support spatial analyses and modeling of species niches and distributions. *Ecography* (Cop.), 40: 774–787.
- GBIF.ORG, 2021. *Testudo hermanni*. Global Biodiversity Information Facility. URL: <https://doi.org/10.15468/dl.dpbjfw> (accessed 3.3.21).
- GUISAN A., THULLER W. & ZIMMERMANN N.E., 2017. Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R. *Habitat Suitability and Distribution Models*. Cambridge University Press, Cambridge.
- JEAN-MARIE B., RAPHAEL G., FABIEN R., AURÉLIEN B., SÉBASTIEN C., NICOLAS B. & XAVIER B., 2019. Excellent performances of dogs to detect cryptic tortoises in Mediterranean scrublands. *Biodivers. Conserv.*, 28: 4027–4045.
- KARGER D.N., CONRAD O., BÖHNER J., KAWOHL T., KREFT H., SORIA-AUZA R.W., ZIMMERMANN N.E., LINDER H.P. & KESSLER M., 2017. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4: 170122.
- MARTA S., LACASELLA F., ROMANO A. & FICETOLA G.F., 2019. Cost-effective spatial sampling designs for field surveys of species distribution. *Biodivers. Conserv.*, 28: 2891–2908.
- MAZZOTTI S., 2004. Hermann's tortoise (*Testudo hermanni*): current distribution in Italy and ecological data on a population from the north Adriatic coast (Reptilia, Testudinidae). *Ital. J. Zool.*, 71: 97–102.
- 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.
- REGIONE LAZIO, 2015. Carta delle formazioni naturali e seminaturali IV - V livello Corine Land Cover. URL: [https://geoportale.regione.lazio.it/geoportale/web/guest/catalogo?p\\_p\\_id=GNet\\_WAR\\_](https://geoportale.regione.lazio.it/geoportale/web/guest/catalogo?p_p_id=GNet_WAR_)



- GNetportlet&p\_p\_lifecycle=0&GNet\_WAR\_GNetportlet\_lifportrend=Corine Land Cover (accessed 3.1.21).
- RONDININI, C., BATTISTONI, A., PERONACE, V., TEOFILI, C. (compilatori), 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- RONDININI C., DI MARCO M., CHIOZZA F., SANTULLI G., BAISERO D., VISCONTI P., HOFFMANN M., SCHIPPER J., STUART S.N., TOGNETTI M.F., AMORI G., FALCUCCI A., MAIORANO L. & BOITANI L., 2011. Global habitat suitability models of terrestrial mammals. *Philos. T. R. Soc. B.*, 366, 2633–2641.
- RUFFO S. & STOCH F., 2005. CKmap 5.4.1. *Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio*. URL: [http://www.faunaitalia.it/documents/CKmap\\_54.zip](http://www.faunaitalia.it/documents/CKmap_54.zip) (accessed 3.26.21).
- TANADINI L.G. & SCHMIDT B.R., 2011. Population size influences amphibian detection probability: Implications for biodiversity monitoring programs. *PLoS One*, 6: 28244.
- THULLER W., DAMIEN G., ROBIN E. & FRANK B., 2019. biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. R package version 3.3–7.1.
- VIGNOLI L., CINQUEGRANELLI A., LUCIDI G., LUISELLI L. & SALVI D., 2017. The distribution and diversity of reptiles in a species-rich protected area of Central Italy. *Herpetol. Conserv. Bio.*, 12: 279–291.
- ZENBOUDJI S., CHEYLAN M., ARNAL V., BERTOLERO A., LEBLOIS R., ASTRUC G., BERTORELLE G., PRETUS J.L., LO VALVO M., SOTGIU G. & MONTGELARD C., 2016. Conservation of the endangered Mediterranean tortoise *Testudo hermanni hermanni*: The contribution of population genetics and historical demography. *Biol. Conserv.*, 195: 279–291.

*Addresses of the authors* — D. BIANCOLINI, R. NOVAGA, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per la BioEconomia (IBE), Via dei Taurini, 19 - 00100 Roma, Italia / La Giovane Ecologia, Via Emilia SNC, 04010 Sezze Scalo (LT), Italia; G. GAIOTTO, Dipartimento di Biologia e Biotecnologie “Charles Darwin”, Sapienza Università di Roma, Viale dell’Università 32, 00185 Roma, Italia / La Giovane Ecologia, Via Emilia SNC, 04010 Sezze Scalo (LT), Italia; A. ROMANO, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per la BioEconomia (IBE), Via dei Taurini 19, 00100 Roma, Italia. Corresponding author: [dinobiancolini@gmail.com](mailto:dinobiancolini@gmail.com)





DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784665>

GIOVANNI BOMBIERI, NICOLA TORMEN,  
CLAUDIO AGUGLIARO & ENRICO RUZZIER

## CARATTERIZZAZIONE MORFOMETRICA DI UNA POPOLAZIONE DI *SALAMANDRA ATRA ATRA* DELLA FORESTA DEMANIALE DEL CANSIGLIO

### RIASSUNTO

Nel presente studio vengono illustrati i dati morfometrici di una popolazione di *Salamandra atra atra*, monitorata in località Pian dei Lovi, nella Foresta demaniale del Cansiglio (Belluno), allo scopo di aumentare la conoscenza della specie. Il monitoraggio ha portato ad un totale di 284 misurazioni di cui 198 su adulti (65 maschi, 80 femmine e 53 indeterminati), 59 su giovani e 27 su neonati. Non essendo stato possibile marcare gli individui, e quindi escludere con certezza la possibilità di ricampionamento, si è deciso di limitare le analisi ad una sola sessione, per classe di età e genere, selezionando i giorni con il numero più elevato di contatti; tale scelta ha ridotto il dataset ad un totale di 39 misurazioni.

*Parole chiave:* Biodiversità, Foresta del Cansiglio, morfometria, Salamandra alpina.

### SUMMARY

*Morphometric characterization of a population of Salamandra atra atra in the Cansiglio state forest.* In the present work we report the morphometric data of a population of *Salamandra atra atra* monitored in 2019 in Pian dei Lovi (Foresta Demaniale del Cansiglio, Belluno, Italy). 284 salamanders were measured, of which 198 adults (65 males, 80 females and 53 undetermined sex), 59 juveniles and 27 newborns. The animals were not marked and therefore resampling cannot be excluded. The analyses are therefore limited to a single session, by age class and sex, selecting the days with the greatest number of contacts; this choice reduced the dataset to a total of 62 measurements.

### INTRODUCTION

*Salamandra atra atra* Laurenti, 1768 (Amphibia Salamandridae) è specie ampiamente distribuita sull'arco alpino centro-orientale e nelle alpi Dinari-

che, dove abita boschi montani a prevalenza di faggio o conifere, mughete e gli alneti ad ontano verde, pascoli altomontani, macereti e falde detritiche (LANZA *et al.*, 2016). Nel corso dei monitoraggi faunistici condotti presso Pian dei Lovi, Foresta Demaniale del Cansiglio, nell'anno 2019, è stato possibile raccogliere dati sulla popolazione di *S. atra atra* presente nell'area (Fig. 1). Visto il numero consistente di individui contattati si è ritenuto utile presentare in questa sede una panoramica circa le caratteristiche e variabilità morfologica di questa specie, considerando anche le diverse classi di età.



Fig. 1 — *Salamandra atra atra*.

## MATERIALI E METODI

La ricerca si è svolta nella Foresta Demaniale del Cansiglio, Tambre (Belluno) nella località Pian dei Lovi ad un'altitudine compresa tra 1180 m ed i 1240 m s.l.m. I rilevamenti si sono svolti a cadenza settimanale da metà giugno a metà settembre 2019. Il monitoraggio ha previsto 4 plot ed 8 transetti. I plot, di forma irregolare ed equidistanti tra loro di 300 m, avevano un'estensione rispettivamente di 7000 m<sup>2</sup>, 6000 m<sup>2</sup>, 2700 m<sup>2</sup> e 1800 m<sup>2</sup>. I transetti, di 100 m lineari, erano anch'essi posti ad una distanza di 300 m tra loro e sempre ad almeno 120 m dal plot più vicino. Ogni plot è stato perlustrato a tappeto, mentre per i transetti l'intorno considerato è stato circa 2 m. Il monitoraggio si è ripetuto per un totale di 14 sessioni. In entrambi i sistemi si è provveduto a cercare a vista sia individui erratici sia individui in riposo al suolo, controllando elementi mobili sub-superficiali (es. sassi, pezzi di legno a terra). Ciascun individuo osservato è stato classificato in tre classi d'età corrispondenti ad adulto, giovane e neonato, in relazione alla lunghezza totale (LT) (STOCH *et al.*, 2016) (rispettivamente neonato  $LT < 65$  mm, giovane  $65 \text{ mm} \leq LT < 90$  mm e adulto  $LT \geq 90$  mm), annotandone la localizzazione. Tramite l'impiego di un calibro e di una bilancia digitale di precisione (modello: Accuweight 255 300g/0,01g) per ciascun individuo sono stati registrati: lunghezza totale (cm), peso (g), larghezza capo (cm) e lunghezza capo (cm). Ove possibile gli individui sono stati sessati ed eventualmente determinato lo stato di gravidanza secondo le metodiche indicate da KLEWEN (1988) e KALEZI *et al.* (2000). Lo studio si è svolto previa autorizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Prot. PNM 6060 del 23.03.2018 (per gli anni 2018-2019-2020). I dati raccolti, arrotondati al decimo di centimetro, sono stati impiegati per analisi statistica di tipo descrittivo su software "R" ad esclusione del peso. Al fine di evitare o ridurre al minimo il rischio di ricampionamento degli stessi individui, sono stati utilizzati i dati di una sessione per classe di età e genere, scegliendo i giorni con più catture, rispettivamente 22 Giugno 2019 giorno con maggior numero di catture per le femmine, 20 Luglio per i maschi e 8 Agosto per giovani e neonati. Per la misurazione sono stati considerati gli individui contattati sia nei 4 plot che negli 8 transetti. Le misurazioni raccolte nei due diversi periodi sono poi state accorpate in un unico dataset, che ha poi costituito la base di dati sui cui è stata basata la statistica descrittiva.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Su un totale di 284 osservazioni, sono stati selezionati 39 individui di cui 21 adulti, 12 giovani e 6 neonati; in particolare, per il gruppo degli adulti,

sono stati sessati 13 maschi e 8 femmine. I valori numerici caratterizzanti la popolazione campionaria, le diverse classi di età, sono riassunte in Tab. 1. I dati misurati, in particolare la lunghezza, sono in linea con quanto indicato in BONATO *et al.* (2007).

**Tab. 1**

Statistica descrittiva della popolazione campionaria, considerando i dati selezionati (si vedano Materiali e Metodi).

*Descriptive statistics of the sample population, considering the selected data (see Materials and Methods)*

Classe di Età	Numero contatti	peso (g)		Lunghezza (mm)		Lunghezza capo (mm)				Larghezza capo (mm)								
		min	max	media	SD	min	max	media	SD	min	max	media	SD					
F	8	8,7	12,5	10,9	1,4	102,0	127,0	116,1	8,7	16,0	19,0	18,1	1,1	11,0	13,0	12,3	0,7	
Adulti	M	13	6,0	12,3	9,8	1,9	105,0	142,0	121,5	9,6	12,0	18,0	15,4	1,8	10,0	16,0	12,4	1,5
	totale	21	6,0	12,5	10,2	1,7	102,0	142,0	119,4	9,5	12,0	19,0	16,4	2,1	10,0	16,0	12,3	1,2
Giovani		12	2,1	5,0	3,3	0,8	66,0	88,0	77,2	7,2	9,0	13,0	11,3	1,2	6,0	10,0	8,0	1,1
Neonati		6	0,9	4,8	1,9	1,5	51,0	63,0	55,8	5,3	6,0	13,0	8,3	2,5	5,0	9,0	6,2	1,5

#### BIBLIOGRAFIA

- BONATO L., FRACASSO G. & LUISELLI L., 2007. *Salamandra atra* Laurenti 1768. Pp. 197-211 in: Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C. & Razzetti E. (eds.), Fauna d'Italia 42. Amphibia. Ed. Calderini de Il Sole 24 Ore, Bologna.
- KALEZI M.L., DZUKI G., DJOROVI A. & ALEKSI I., 2000. Body size, age and sexual dimorphism in the genus *Salamandra*. A study of the Balkan species (Amphibia, Urodela, Salamandridae). *Spixiana*, 23: 283-292.
- KLEWEN R.F., 1988. Die Landsalamander Europas 1: Die Gattung *Salamandra* und *Mertensiella*. *Ziemsen Verlag*, Wittenberg Lutherstadt.
- STOCH F. & GENOVESI P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141.

*Indirizzo degli Autori.* - G. BOMBIERI, World Biodiversity Association, c/o Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); Wildlife Initiative NGO Khan Uul 15 Khoroo 30-10 Toot - 17011 Ulaanbaatar (Mongolia); N. TORMEN, E. RUZZIER, World Biodiversity Association, c/o Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); C. AGUGLIARO: Wildlife Initiative NGO Khan Uul 15 Khoroo 30-10 Toot - 17011 Ulaanbaatar (Mongolia).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784673>

GIOVANNI BOMBIERI, NICOLA TORMEN, CLAUDIO AGUGLIARO  
& ENRICO RUZZIER

DATI PRELIMINARI SULL'ATTIVITÀ DI *SALAMANDRA ATRA ATRA*  
PER TUTELARLA DA AZIONI DI GESTIONE FORESTALE  
NON ORDINARIE, UN CASO DI STUDIO

RIASSUNTO

Nel presente studio si illustrano alcuni risultati preliminari circa la comprensione di quali fattori climatici possano influire sull'attività di una popolazione di *Salamandra atra* nella Foresta demaniale del Cansiglio (BL). In particolare, l'individuazione di cofattori determinanti l'attività di *S. atra* e quindi la sua presenza nella lettiera superficiale, potrebbero aiutare enti forestali a minimizzare gli impatti sulle popolazioni, soprattutto nel caso di eventi di gestione forestale non ordinaria. Il monitoraggio, condotto su 4 plot omogenei tra giugno e settembre 2019, ha permesso di contattare 202 individui (136 adulti, 45 giovani e 21 neonati).

*Parole chiave.* Biodiversità, fenologia, gestione forestale, impatto.

SUMMARY

*Preliminary data on the activity of Salamandra atra atra to protect the species from non-ordinary forest management actions, a case study.* This study reports some preliminary results on the climatic variables that influence the activity of *Salamandra atra* in the Cansiglio State Forest (Belluno, NE Italy). In particular, the identification of cofactors determining the activity of *S. atra* and therefore its presence in the surface litter, could be of help to minimize the impact on the populations, in particular when non-ordinary forest management events occur. The monitoring, conducted on 4 homogeneous plots in June-September 2019, allowed to encounter 202 individuals (136 adults, 45 young people and 21 newborns).

*Key words.* Biodiversity, forest management, impact, phenology.

INTRODUCTION

L'areale complessivo di *Salamandra atra* Laurenti, 1768 (Amphibia Sala-

mandridae) comprende le Alpi Centrali, quelle orientali e la catena Dinarica, seppure con alcune discontinuità almeno apparenti; verso ovest si estende fino alle Prealpi di Savoia mentre verso sud-est raggiunge le Alpi Albanesi. La quota minima a cui è stata osservata a livello delle Alpi è 430 m s.l.m. fino a raggiungere le quote più alte a 2800 m, ma con maggiore frequenza tra gli 800 m e 2000 m s.l.m. (BONATO *et al.*, 2007). L'attività epigea di questa specie si concentra tra metà maggio e fine settembre (STOCH *et al.*, 2016) e si caratterizza in una fase di quiescenza diurna, che può essere interrotta da importanti precipitazioni (ARNOLD *et al.*, 1978), e attiva notturna. La quiescenza diurna può svolgersi al riparo in rifugi quali massi poco interrati, detriti legnosi marcescenti e nella lettiera profonda. Episodi di gestione forestale eccezionali, come quelli conseguenti alla Tempesta Vaia, possono impattare negativamente sulle popolazioni di *S. atra* presenti nella lettiera superficiale e nei ricoveri diurni a causa dell'impiego di mezzi pesanti all'interno del bosco. Comprendere quali siano i fattori determinati la presenza di *S. atra* nello strato superficiale della lettiera, anche rispetto alle diverse classi di età che costituiscono la popolazione, potrebbe permettere, attraverso adeguati modelli di predizione, di individuare i periodi migliori in cui gli enti gestori possono far accedere al bosco mezzi pesanti, riducendo al minimo la possibilità di arrecare danni alla specie.

## MATERIALI E METODI

La ricerca si è svolta nella Foresta Demaniale del Cansiglio, Tambre (Belluno) nella Località Pian dei Lovi, caratterizzato da foreste miste di faggio e abete bianco. Le 14 sessioni di rilevamento si sono svolte settimanalmente dal 15 giugno al 16 settembre 2019 su 4 plot rispettivamente di 7000 m<sup>2</sup>, 6000 m<sup>2</sup>, 2700 m<sup>2</sup> e 1800 m<sup>2</sup>, a quote di 1213 m, 1225 m, 1214 m e 1220 m s.l.m. Ogni plot è stato perlustrato a tappeto ad ogni sessione cercando a vista sia individui erratici che individui quiescenti al suolo, alzando temporaneamente elementi mobili sub-superficiali (sassi, pezzi di legno a terra). Ogni individuo è stato distinto in base alla lunghezza totale in adulto ( $\geq 90$  mm), giovane ( $< 90$  mm) e neonato ( $< 65$  mm). I dati inerenti alla piovosità, temperatura media e umidità relativa, riferiti al periodo di campionamento, sono stati ottenuti dai bollettini meteo ARPAV delle stazioni di Tambre e della Piana del Cansiglio. Considerando che la stazione meteo della Piana del Cansiglio è situata in un'area aperta è bene precisare che i dati di umidità relativa giornaliera media e radiazione solare possono non essere completamente rappresentativi delle condizioni microclimatiche di un bosco o sotto copertura forestale, se ne è comunque ritenuto opportuno l'utilizzo, in quanto l'area oggetto di studio,



ovvero il pian dei Lovi è situato fra le due stazioni meteo. Tali dati sono stati utilizzati, facendo la media dei valori di entrambe le stazioni per ogni giorno considerato. I dati raccolti sono stati inseriti in un foglio elettronico Excel ed organizzati per un'analisi statistica di tipo descrittivo.

Tutte le operazioni di studio si sono svolte previa autorizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Prot. PNM 6060 del 23 marzo 2018 (per gli anni 2018-2019-2020).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Complessivamente sono stati osservati 202 individui di *S. atra atra*, di cui 136 adulti, 45 giovani e 21 neonati. Durante il periodo di studio il numero di rinvenimenti è calato tra fine giugno/inizio luglio e tra fine agosto/inizio settembre (Fig. 1). Nelle figure 2A-C sono riportati rispettivamente il numero di catture per classi di età in relazione alla temperatura media, all'umidità relativa giornaliera media e alla piovosità totale giornaliera, con i parametri raggruppati per classi. Si può notare come le catture si concentrino in un intervallo di temperatura che va dai 15 °C ai 20 °C come indicato in GEIR *et al.* (2006), e di umidità tra 80% e 85%. Dato riportato anche da KIRK *et al.* (1946) che dà come umidità relativa alla quale le salamandre sono attive un

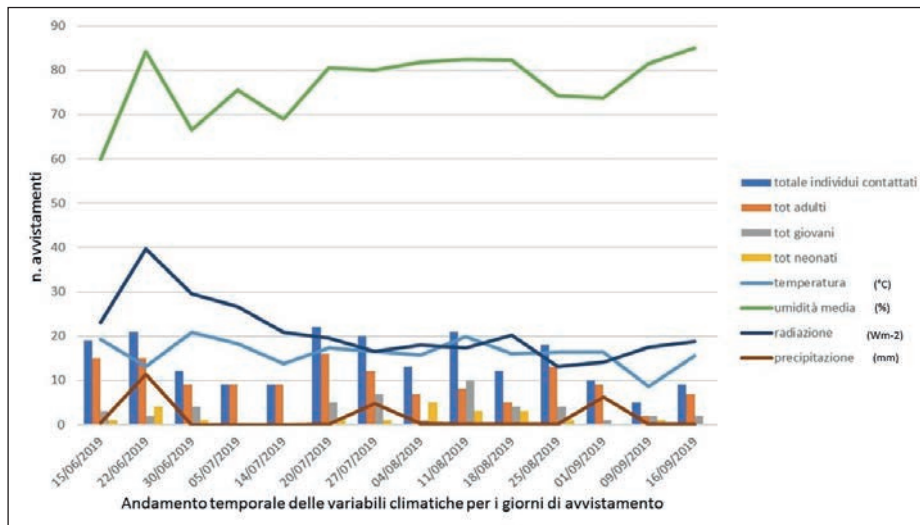


Fig. 1 — Grafico dell'andamento temporale delle catture e delle variabili climatiche per i giorni di avvistamento.

Graph of the temporal trend of catches and climatic variables for the days of sighting.



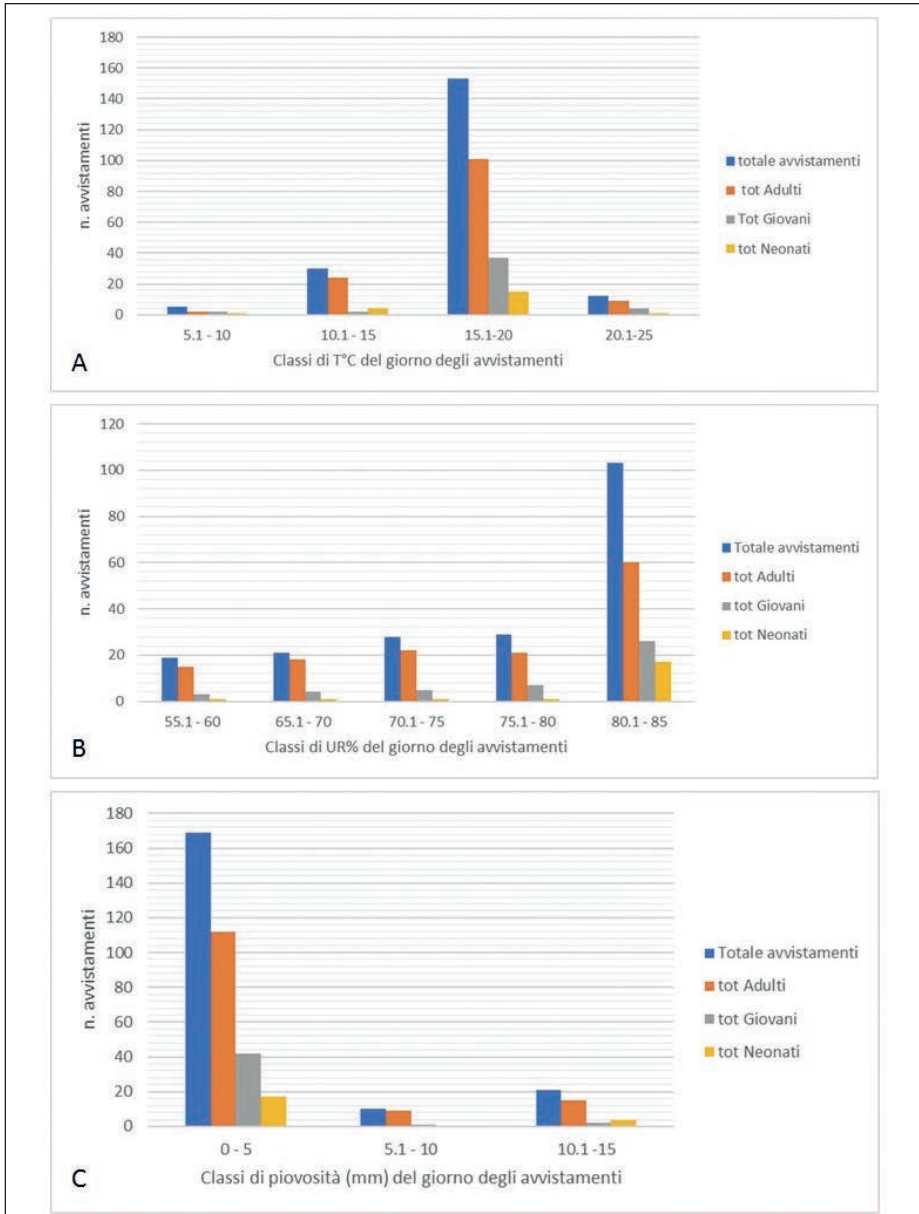


Fig. 2 — A - Grafico delle classi di temperatura media e suddivisione di classi d'età per intervallo; B - Grafico delle classi di umidità relativa giornaliera media e suddivisione di classi d'età per intervallo; C - Grafico delle classi piovosità totale giornaliera e suddivisione di classi d'età per intervallo. A - Graph of the average temperature classes and subdivision of age classes by interval; B - Graph of the average daily relative humidity classes and subdivision of age classes by interval; C - Graph of the total daily rainfall classes and breakdown of age classes by interval.

valore  $\geq 80\%$ . Per la piovosità la classe con più catture risulta essere quella che va da 0 a 5 mm di precipitazione. Alla luce di quanto esposto si ritiene che tale studio preliminare possa portare ad una conoscenza maggiore sull'attività della specie e aprire la strada ad ulteriori lavori indispensabili per organizzare, in modo opportuno le attività selvicolturali che possono impattare su *Salamandra atra*, tramite la preventiva consultazione dei dati meteo dei luoghi entro cui si vuole operare.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD E.N. & BURTON J.A., 1978. Family Salamandridae – Typical Salamanders and newts. Pp. 32-34 in: Arnold E.N., Burton J.A. & Ovenden D.W. (eds.), A field guide of the reptiles and amphibians of Britain and Europe. *Harper Collins Publishers*, London.
- BONATO L., FRACASSO G., POLLO R., RICHARD J. & SEMENZATO M., 2007. Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Veneto. Associazione Faunisti Veneti, *Nuovadimensione Ed.*
- GEIR C., SCHMIDT B. & ARLETTAZ R., 2006. Ecological requirements of the Alpine Salamander *Salamandra atra*: assessing the effects of current habitat structure and landscape dynamics on local distribution. Doctoral dissertation, *Universität Bern*.
- KIRK R.L. & HOGGEN L., 1946. Studies on temperature regulation: ii. amphibia and reptiles. *J. Exp. Biol.* 22: 213-220.
- STOCH F. & GENOVESI P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141.

*Indirizzo degli Autori.* - G. BOMBIERI, World Biodiversity Association, c/o Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); Wildlife Initiative NGO Khan Uul 15 Khoroo 30-10 Toot - 17011 Ulaanbaatar (Mongolia); N. TORMEN, E. RUZZIER, World Biodiversity Association, c/o Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); C. AGUGLIARO: Wildlife Initiative NGO Khan Uul 15 Khoroo 30-10 Toot - 17011 Ulaanbaatar (Mongolia).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784679>

GIACOMO BRUNI, MATTEO RICCARDO DI NICOLA, FEDERICO BANFI  
& FRANCESCO PAOLO FARAONE

## DISTRIBUTION AND CHARACTERIZATION OF MELANISM IN GRASS SNAKES FROM ITALY

### SUMMARY

In snakes, melanism can improve thermoregulation efficiency, reproductive success and provide additional protection to internal organs from solar radiation. For these reasons, such conditions could be beneficial for animals living in both cold and warm environments. For widely distributed species of grass snake (genus *Natrix*), several single encounters of melanic individuals are reported in the literature. In the period 2015-2021 a significant number of unpublished observations of melanic *Natrix helvetica* and *N. natrix* were collected on the Italian territory and integrated with bibliographic data. The present work illustrates the chromatic variation within melanic individuals and investigates their distribution. Within the chromatic variability of melanic individuals, two main forms of melanism were detected in *N. helvetica*. They show an almost parapatric distribution throughout the national territory which raises interesting questions about their potential adaptive advantages in different ecological and climatic contexts.

*Key words:* *Natrix*, thermoregulation, chromatic variation, ecology.

### RIASSUNTO

*Distribuzione e caratterizzazione del melanismo nelle natrix dal collare in Italia.* Nei serpenti, il melanismo può incrementare l'efficienza della termoregolazione, il successo riproduttivo e costituire una protezione aggiuntiva per gli organi interni nei confronti della radiazione solare. Per queste ragioni, questa condizione può essere vantaggiosa per animali che vivono sia in ambienti freddi, sia caldi. Per le specie ad ampia distribuzione appartenenti al genere *Natrix*, sono riportati vari casi di melanismo, per la maggior parte riferiti a osservazioni di singoli individui. Durante il periodo compreso fra il 2015 e il 2021 è stato raccolto un numero significativo di osservazioni inedite di individui melanici di *Natrix helvetica* e *N. natrix* all'interno del territorio italiano, integrandole con dati bibliografici. In questo contributo viene descritta la variazione cromatica all'interno del campione di natrix melaniche e analizzata la loro distribuzione. Sono state individuate due principali varianti

cromatiche nel campione di individui melanici di *N. helvetica*. Esse mostrano una distribuzione quasi paraptrica lungo il territorio nazionale, la quale pone alcuni interessanti spunti sui potenziali vantaggi del melanismo in differenti contesti ecologici e climatici.

*Parole chiave:* *Natrix*, termoregolazione, variazione cromatica, ecologia.

## INTRODUCTION

Several cases of chromatic anomalies are known for the grass snakes *Natrix natrix* and *N. helvetica*, concerning albino, leucistic and mostly melanic individuals (e.g., KABISCH, 1974; BRUNO, 1984; JANDZÍK, 2004; GVOZDENOVIC & SCHWEIGER, 2014; BRUNI, 2017). Melanism consists in an abnormally high production or over-dispersion of melanin pigments (BECHTEL, 1978) making the animal entirely, or almost entirely black (ZUFFI, 2008). In snakes, melanism can occur in two different forms, via an expansion of black areas which can cover all the skin surface or through a diffuse darkening of the background color which allows to distinguish the markings of the typical pattern in certain conditions (BOULENGER, 1913). The dark or black coloration may represent an advantage in thermoregulation (GIBSON & FALLS, 1979) even at low temperatures (ZUFFI, 2008), in reproductive success (CAPULA & LUISELLI, 1994) and in protection of internal organs from solar radiation (BECHTEL, 1978). In Italy, reports of individuals with dark/black coloration are present in the literature but they usually refer to observations of single individuals (LANZA, 1983; SCALI *et al.*, 2011; LUNGI *et al.*, 2019). *Natrix natrix* and *N. helvetica* are considered polytypic, with several subspecies currently recognized (see FRITZ & SCHMIDTLER, 2020). Regarding Italy, the following taxa are present on the national territory: *N. helvetica cetti* Gené, 1839, endemic to Sardinia; *N. helvetica sicula* (Cuvier, 1829), distributed in Sicily and in peninsular Italy except for the north-eastern portion; *N. natrix* ssp. distributed in E Veneto, NE Emilia-Romagna and Friuli-Venezia Giulia (SCHULTZE *et al.*, 2020; ASZTALOS *et al.*, 2021; DI NICOLA *et al.*, 2021). In the present study a significant number of observations of melanic grass snakes was collected throughout the entire Italian Peninsula, Sicily and Sardinia, to evaluate the presence of different types of melanism and their distributional patterns. This is the first extensive study on melanism occurrence in grass snakes at a national level.

## MATERIALS AND METHODS

The data were collected in the period 2015-2021 from field observations made by the authors and from online data obtained through the mailing list of

the *Societas Herpetologica Italica*, from the platforms of Citizen Science, Ornitho.it and iNaturalist, and from social networks (mainly via the Facebook groups “Identificazione Anfibi e Rettili” and “Fauna Siciliana”). Other records were obtained from the scientific literature. The resulting dataset contains all coordinates and localities for all sources. Whenever localities were mentioned and clearly described but GPS coordinates were not provided, that information was tracked and obtained by Google Earth Pro software (version 7.3). Such extrapolated coordinates were not used in the extraction of elevation data for our analyses. When available, information was collected on the characteristics of the individual, such as sex and measurements. Snake images were examined to obtain information on the coloration in order to distinguish the different degrees of melanism. Within the chromatic variability of melanistic individuals we have identified two main forms of melanism (Fig. 1). Reference can be made to the *picturata* color morph (see JAN, 1864; HECHT, 1930; MERTENS, 1947), which consists of an intense black coloration with a variable amount of pale dots scattered over the entire surface of the body, the iris is



Fig. 1 — Examples of *picturata* (A-B) and *charcoal* (C-D) melanistic forms in *Natrix helvetica*: dorsal view of a *N. b. sicula* from Emilia-Romagna (A); head detail of a *N. b. sicula* from Tuscany (B); dorsal view of a *N. b. cetti* from Sardinia (C); head detail of a *N. b. sicula* from Sicily (D).

dark, the ventral side usually shows a variable white color at or near the throat and anterior portion of the belly, the transition from black to pale parts is mostly sharp. The second type of melanism, hereinafter referred to as charcoal, is characterized by an overall dark anthracite/bluish color, the dorsum is generally unpatterned except in the lower parts of the sides, where the normal pattern made of black bars down the sides is visible. The iris is generally grey; on the ventral part the usual white parts generally show a bluish color. The transition from dark to pale parts is shaded.

Discrimination at specific level was made on the basis of the known distribution of the two species in Italy (KINDLER *et al.*, 2017; SCHULTZE *et al.*, 2020; Di NICOLA *et al.*, 2021) and supported by morphological characteristics (SCALI *et al.*, 2011).

The collected observations were first imported in the Quantum Geographic Information System (QGIS 3.16) software (QGIS.ORG, 2021), then altitude data was extracted on those points with a resolution of 25 m from the raster layers of the European Copernicus Digital Elevation Model (EU-DEM) (COPERNICUS, 2016). The comparison of the altitudinal distribution between melanic morphs was carried out at an intraspecific level, considering only observations of *N. helvetica sicula*. *Natrix h. cetti* was excluded for its morpho-ecological distinctiveness (VANNI & CIMMARUTA, 2011). Prior to analyses, the altitudinal data for each color morph was checked for normality and according to the results (see below) we used the non-parametric Mann-Whitney U test.

## RESULTS

A total of 232 records of melanic grass snakes come from new observations and bibliographic data (Fig. 2A). Of these records, 20 refer to observations from more than one individual (e.g., more than one melanic snake in the same basking site or a few meters from each other). The melanic forms *picturata* (86 observations) and *charcoal* (82 observations) show an almost parapatric distribution (Fig. 2B) with few exceptions. The *picturata* morph appears present exclusively northwards from the province of Salerno, occurring along the Apennines and the Alps in *N. helvetica sicula*, and in the Po Plain for *N. natrix*. The *charcoal* morph appears widely present in *Natrix helvetica sicula* in Sicily and southern Italy, south of the province of Salerno with sporadic records in central and northern Italy (Abruzzo, Emilia-Romagna, Tuscany and Lombardy). This morph is also present in the rare Sardinian grass snake *N. helvetica cetti* (see also LUNGHI *et al.*, 2016). The *charcoal* form was also found in *N. natrix* of Veneto in the Po Plain and perhaps could also



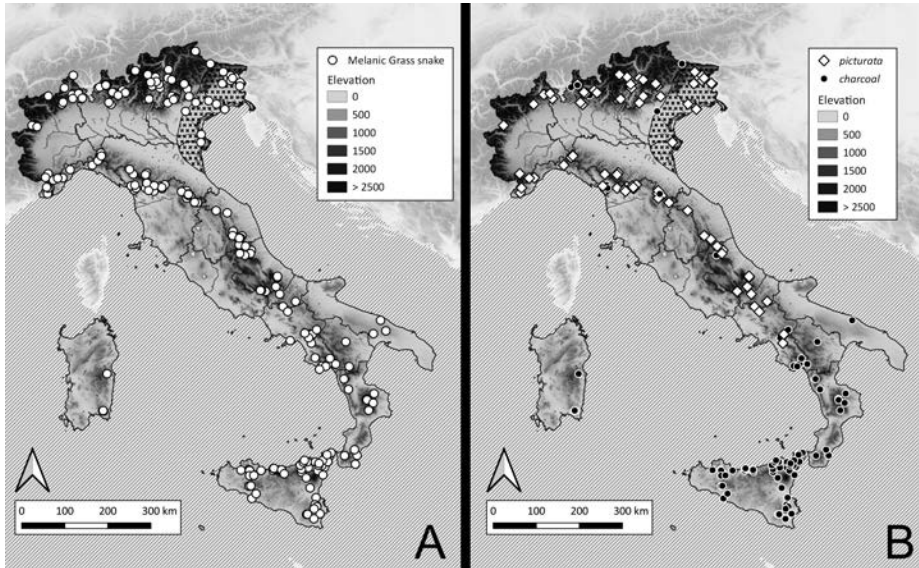


Fig. 2 — Distribution maps of melanic Grass snakes in Italy: total records of melanic Grass snakes (A); records of picturata and charcoal forms (B). The area covered by the “x” pattern represents the *Natrix natrix* range.

be found in the Alps (transition area between *N. natrix* and *N. helvetica*). The two melanistic forms are found in sympatry in the province of Salerno. The altitudes relative to the picturata and charcoal records have, respectively, the following descriptive statistic values [mean  $\pm$  SD (min-max) n]:  $735.5 \pm 367.5$  (48-1775) 70;  $520.9 \pm 438.8$  (8-2275) 73. The picturata observations show on average a significantly higher elevation than those of charcoal ( $U = 1638.5$ ;  $P < 0.001$ ) (Fig. 3).

## DISCUSSION

The picturata and charcoal melanic forms show a distinct distribution pattern in *N. b. sicula*. The first one is almost limited to Apennine and Alpine reliefs (in the sense of higher and lower altitudes), while the second seems to have a wider ecology and it is mainly found at low altitudes. The southern limit of the picturata form is located in the province of Salerno (Campania) where the two melanistic types can be found in sympatry. This area can be considered also as the northern limit for the high density of the charcoal form, for which only few observations (12.2%) occur northward from the Salerno

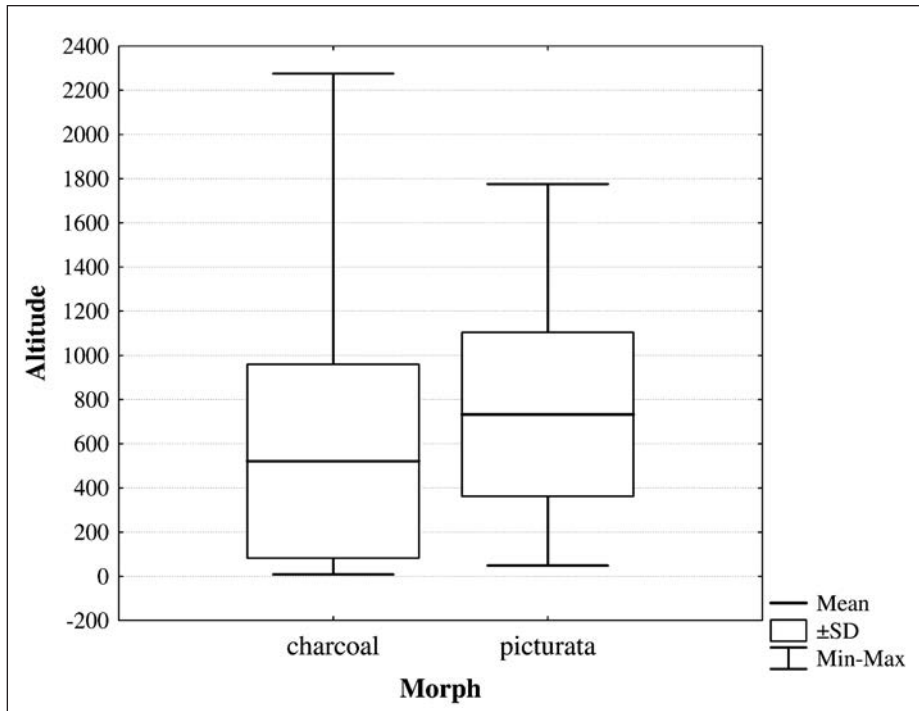


Fig. 3 — Box plots describing the altitudinal distribution of the picturata and charcoal morphs records.

province. The area where only the charcoal morph occurs roughly corresponds to a significant variation in mtDNA, as the populations of Calabria and Sicily form a highly distinct monophyletic clade (SCHULTZE *et al.*, 2020). However, this mtDNA difference is not reflected at the nuDNA level (SCHULTZE *et al.*, 2020). Furthermore, the distinctiveness of the Calabrian and Sicilian populations is known in relation to morphometry (MANGIACOTTI & SCALI, 2010), pholidosis and coloration (HECHT, 1930; MERTENS, 1947; LANZA, 1983). The high frequency of dark colored grass snakes in Sicily has already been highlighted in several studies (BRUNO, 1970, 1980, 1984; FARAONE *et al.*, 2010; GENIEZ, 2018). The diffusion of the charcoal morph mainly affects the populations of the northern areas of the island where, locally, it is often the prevailing color pattern (BRUNO, 1970; FARAONE *et al.*, 2010; Faraone, *unpub. data*). The distribution pattern of the two melanic forms in *N. b. sicula* could be related to several physiological benefits. In the form picturata the black coloration can overcome thermoregulation difficulties in cold environments in the mountains of Central and Northern Italy (GIBSON

& FALLS, 1979; ZUFFI, 2008). This hypothesis is also supported by its distribution at high altitude. The charcoal form, on the other hand, may be related to the benefits of solar radiation protection in warmer habitats (BECHTEL, 1978). These hypotheses are currently being studied to evaluate their correlations with environmental variables.

*Acknowledgements* – We want to deeply thank all the 141 observers who provide data of melanic grass snakes and Enrica Calò for the English revision. The permits for temporary capture and handling were obtained from the (MATT prot. N.2766 /T-A31, 12/01/2018 and the Regione Siciliana Prot. N. 1637, 24/01/2018; MATT permit Prot. N. 12442/PNM, 13/06/2017, Regione Siciliana Prot. N. 22232, 14/09/2017 and Regione Sardegna Prot. N. 14071 REP. N. 390, 04/07/2017).

#### REFERENCES

- ASZTALOS M., GLAW F., FRANZEN M., KINDLER C. & FRITZ U., 2021. Transalpine dispersal: Italian barred grass snakes in southernmost Bavaria - This far but no further! *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 00:1-13.
- BECHTEL H.B., 1978. Color and pattern in snakes (Reptilia, Serpentes). *J. Herpetol.*, 12: 521-532.
- BOULENGER, G.A. 1913. The snakes of Europe. *Methuen & Company, Limited*.
- BRUNI G., 2017. A leucistic grass snake *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) (Serpentes: Natricidae) from Tuscany, Central Italy. *Herpetol. Notes*, 10: 313-316.
- BRUNO S., 1970. Anfibi e Rettili di Sicilia (studi sulla fauna erpetologica italiana XI). *Atti Acc. gioenia Sci. Nat. Catania*, 2: 185-326.
- BRUNO S., 1980. I serpenti del Veneto (Italia NE), I. Morfologia, tassonomia, geonomia. *Lav. Soc. Ven. Sci. Nat.*, Suppl. 5: 1-70.
- BRUNO S., 1984. Guida ai Serpenti d'Italia. *Martello Editore*, Firenze.
- COPERNICUS L.M.S., 2016. European Digital Elevation Model (EU-DEM), version 1.1. URL <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem-v1>, 1.
- DI NICOLA M.R., CAVIGIOLI L., LUISELLI L. & ANDREONE F., 2021. Anfibi & Rettili d'Italia. Edizione aggiornata. "Historia naturae" (8). *Edizioni Belvedere*, Latina.
- FARAONE F.P., GIACALONE G. & LO VALVO M., 2010. Dati preliminari sulla biometria, il cromatismo e la dieta di una popolazione di *Natrix natrix* della Sicilia occidentale. Pp: 247-252 in: Di Tizio L., Di Cerbo A.R., Di Francesco N. & Cameli A. (eds.), Atti VIII Congr. naz. Societas Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- FRITZ U. & SCHMIDTLER J.F., 2020. The Fifth Labour of Heracles: Cleaning the Linnean stable of names for grass snakes (*Natrix astreptophora*, *N. helvetica*, *N. natrix* sensu stricto). *Vert. Zool.*, 70: 621-665.
- GENIEZ P., 2018. Snakes of Europe, North Africa and the Middle East. A photographic guide. *Princeton University Press*, Princeton.
- GIBSON A.R. & FALLS B.B., 1979. Thermal biology of the common garter snake *Thamnophis sirtalis* (L.). *Oecologia*, 43(1): 79-97.
- GOOGLE EARTH, Pro version 7.3, [earth.google.com/web/](http://earth.google.com/web/).
- GVOZDENOV I. S. & SCHWEIGER M., 2014. Melanism in *Natrix natrix* and *Natrix tessellata* (Serpentes: Colubridae) from Montenegro. *Ecol. Montenegri.*, 1(4): 231-233.
- HECHT G., 1930. Systematik, Ausbreitungsgeschichte und Oekologie der europäischen Arten der Gattung *Tropidonotus* (Kuhl) H. Boie. *Mitt. zool. Mus. Berlin*, 16: 244-393.
- JAN G., 1864. Enumerazione sistematica degli Ofidi appartenenti al gruppo Potamophilidae. Mode-

- na, Erede Soliani, II + 65 pp. [This work is a preprint of the version published in 1865 in the second fascicle of the *Archivio per la Zoologia, l'Anatomia e la Fisiologia*, 3, 201-265; see Savage & McDiarmid, 2017: p. 15].
- JANDZÍK D., 2004. Partial melanism in the grass snake *Natrix natrix* (Reptilia: Colubridae) from northeastern Slovakia. *Acta Zool. Univ. Comeniana*, 46(2): 75-77.
- KABISCH K., 1974. Die Ringelnatter: *Natrix natrix* (L.). A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- KINDLER C., CHEVRE M., URSENBACHER S., BÖHME W., HILLE A., JABLONSKI D., VAMBERGER M. & FRITZ U., 2017. Hybridization patterns in two contact zones of grass snakes reveal a new Central European snake species. *Scientific Reports*, 7: 73-78.
- LANZA B., 1983. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 27. Anfibi, Rettili (Amphibia, Reptilia). *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Verona.
- LUNGI E., DESCHANDOL F., CORNAGO L. & COGONI R., 2016. Dark coloration in Sardinian grass snakes (*Natrix natrix cetti*). *Herpetol. Bull.*, 137: 28-29.
- LUNGI E., GIACHELLO S., MULARGIA M., DORE P.P., COGONI R. & CORTI C., 2019. Variability in the dorsal pattern of the Sardinian grass snake (*Natrix natrix cetti*) with notes on its ecology. *Acta Herpetol.*, 14(2): 141-145.
- MANGIACOTTI M. & SCALI S., 2010. Analisi comparativa tra le sottospecie italiane di *Natrix natrix* mediante morfometria geometrica. Pp: 365-370 in: Di Tizio L., Di Cerbo A.R., Di Francesco N. & Cameli A. (eds.), Atti VIII Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- MERTENS R., 1947. Studien zur Eidonomie und Taxonomie der Ringelnatter (*Natrix natrix*). *Abb. Seckenberg Naturf. Ges.*, 476: 1-30.
- QGIS.ORG, 2021. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- SCALI S., GENTILLI A. & LANZA B., 2011. *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758). Pp. 552-562 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Sindaco R. & Razzetti E. (eds.), Fauna d'Italia, Reptilia, vol. 45. *Ed. Calderini*, Bologna.
- SCHULTZE N., SPITZWEG C., CORTI C., DELAUGERRE M., DI NICOLA M.R., GENIEZ P., LAPINI L., LIUZZI C., LUNGI E., NOVARINI N., PICARIELLO O., RAZZETTI E., SPERONE E., STELLATI L., VIGNOLI L., ASZTALOS M., KINDLER C., VAMBERGER M. & FRITZ U., 2020. Mitochondrial ghost lineages blur phylogeography and taxonomy of *Natrix helvetica* and *N. natrix* in Italy and Corsica. *Zool. Scripta*, 49: 395-411.
- VANNI S. & CIMMARUTA, R., 2010. *Natrix cetti* Gené, 1839. Pp. 541-547 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Sindaco R. & Razzetti E. (eds.), Fauna d'Italia, Reptilia, vol. 45. *Ed. Calderini*, Bologna.
- ZUFFI M.A.L., 2008. Colour pattern variation in populations of the European Whip snake, *Hierophis viridiflavus*: does geography explain everything? *Amphibia-Reptilia*, 29(2): 229-233.

*Addresses of the authors* — G. BRUNI, Viale Palmiro Togliatti - 50019 Sesto Fiorentino (Florence, I); M.R. DI NICOLA, I.R.C.C.S. San Raffaele Hospital, Unit of Dermatology, Via Olgettina 60, 20132 Milan (I); F. BANFI, Laboratory of Functional Morphology, Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1 - 2610 Wilrijk (B); F.P. FARAONE, Viale Regione Siciliana S.E. - 90129 Palermo (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784681>

AGOSTINO BRUSCO, ROBERTO MARCHIANÒ, MICHELE PUNTILLO,  
VIVIANA CITTADINO, EMILIO SPERONE, SANDRO TRIPEPI & ILARIA BERNABÒ

## PROGETTO “ULULONE”: DATI PRELIMINARI SUI PRIMI TRE ANNI DI ATTIVITÀ

### RIASSUNTO

Negli ultimi decenni, l'Ululone appenninico *Bombina pachypus* ha subito un severo declino delle popolazioni ed è considerato in un precario stato di conservazione. Recentemente anche in Calabria sono state rilevate estinzioni locali e una diminuzione nella consistenza delle popolazioni. In questo contesto, l'ente gestore delle Riserve naturali regionali Lago di Tarsia-Foce del Crati ha ideato e realizzato un progetto di conservazione a lungo termine su questa specie, con il supporto scientifico dell'Università della Calabria e le opportunità di finanziamento offerte dalla Regione Calabria. Dal 2018, l'obiettivo principale è stato quello di migliorare lo status di questo anuro e dei suoi habitat attraverso diverse azioni concrete di conservazione e gestione tra le quali: (i) la creazione di un centro di riproduzione *ex situ* istituito per mantenere coppie riproduttive e allevare individui per attività di costituzione di nuove popolazioni; (ii) il ripristino e la creazione di siti acquatici artificiali all'interno della Riserva. Il presente contributo illustra in maniera preliminare i risultati ottenuti.

*Parole chiave:* *Bombina pachypus*, conservazione *ex situ*, ripristino, ricollocazione, Calabria

### SUMMARY

“*Ululone*” project: preliminary data on the first three years of activity. In the last decades, the Apennine Yellow-bellied toad *Bombina pachypus* has undergone extensive populations' decline that has raised severe concerns for the conservation status of this anuran, listed as endangered. Local extinctions are also detected recently in Calabria. In this context, a long-term conservation project focused on this endangered species has been managed by the Regional natural reserves “Lago di Tarsia-Foce del Crati”, under the scientific support of the University of Calabria and the funding from Calabria Region. Since 2018, the main aim of the project was to improve the status of the target species and its habitats through several concrete conservation and management actions, including (i) the creation of a semi-natural captive breeding centre to maintain breeding pairs and rear individuals for

release; (ii) the restoration of both artificial and natural breeding sites within the Reserve. Preliminary results of this study are illustrated.

*Key words:* *Bombina pachypus*, *ex situ* conservation, restoration, relocation, Calabria

## INTRODUZIONE

L'Ululone appenninico *Bombina pachypus*, incluso nella categoria in pericolo (EN) dalla IUCN (RONDININI *et al.*, 2013), è sicuramente una delle specie della fauna italiana di rilevante valore conservazionistico. Recentemente, status sfavorevole e trend in declino sono stati confermati dal IV Rapporto Nazionale ai sensi dell'ex Art. 17 della Direttiva Habitat. Al contesto di rischio per la salvaguardia della specie, il Dipartimento Tutela dell'Ambiente della Regione Calabria ha risposto finanziando il progetto: "Studio, conservazione, tutela e mantenimento delle popolazioni di Ululone appenninico (*Bombina pachypus*) nella Riserva naturale regionale Lago di Tarsia attraverso azioni dirette di conservazione e ripristino degli habitat, di reintroduzione e di ripopolamento della specie in pericolo e di informazione e divulgazione" (BRUSCO *et al.*, 2018). Il Progetto, ideato dall'Ente Gestore delle Riserve naturali regionali del Lago di Tarsia e della Foce del Crati (nell'ambito del POR Calabria 2014/2020, ASSE 6-Azione 6.5.A1-S2) vede anche il supporto scientifico del DiBEST dell'UNICAL. Il Progetto "Ululone", avviato nel 2018, ha come obiettivo quindi la conservazione dell'Ululone appenninico e dei suoi habitat attraverso azioni ed interventi di tutela e salvaguardia *in situ* ed *ex situ*: (i) censimento e monitoraggio di siti storici con individuazione delle popolazioni idonee da cui prelevare i riproduttori; (ii) realizzazione e gestione di un centro di allevamento *ex situ*; (iii) ripristino e creazione di siti acquatici artificiali; (iv) reintroduzione di individui a diversi stadi di sviluppo nei siti ripristinati/creati *ex novo*; (v) monitoraggio post-rilascio.

L'Ululone appenninico è stato regolarmente censito fino al 2001 in stazioni localizzate lungo il confine perimetrale della Riserva nel comune di Tarsia (CS). Negli ultimi anni, purtroppo, la presenza della specie non è stata rilevata e non si hanno più segnalazioni in due stazioni che rappresentano la quota minima di distribuzione altitudinale della specie in Calabria (157 m s.l.m.) (TRIPEPI *et al.*, 1999).

## MATERIALI E METODI

*Area di intervento.* Le aree interessate dalle azioni del progetto ricadono all'interno del perimetro della Riserva, della Zona Speciale di Conservazione "Lago di Tarsia" (IT9310055) e zone contigue.



*Azioni progettuali.* Nel periodo 2017-2018 è stata condotta una campagna di censimento di alcune popolazioni note sulla Catena Costiera (CC) e nel Parco Nazionale del Pollino (PNP) al fine di ottenere un quadro aggiornato su consistenza e status e selezionare i siti idonei da cui prelevare i riproduttori per il centro *ex situ*. Per il mantenimento in condizioni controllate di coppie di fondatori, uova, girini e giovani per le azioni di traslocazione, è stato realizzato un centro di allevamento anche sulla base di indicazioni scaturite dal “Piano operativo per la replicabilità del Progetto LIFE - ARUPA”. Il centro, ubicato in un’area esposta a N-E, è stato dotato di 4 recinti di diversa dimensione con vasche interrare in cemento (80×80 cm e profondità 40 cm). Recinti e vasche sono state allestite con caratteristiche di naturalità idonee all’ecologia dell’Ululone appenninico (Fig. 1a). All’interno delle vasche, con fondo ricoperto da idoneo substrato terroso, sono state fatte attecchire piante acquatiche quali *Tipha latifolia*, *Carex* spp., *Potamogeton natans*, *Chara* spp., *Ninphaea alba*. All’interno dei recinti, sul terreno circostante le vasche, è presente invece una vegetazione erbacea mista tipica del luogo e cioè: *Foeniculum vulgare*, *Mentha pulegium*, *Cardus* spp.



Fig. 1 — Centro di allevamento *ex situ*. (b) AF1 e (c) AF2 dopo gli interventi di ripristino. (d) PV3, terzo sito di rilascio creato *ex novo* all’interno del territorio della Riserva.



Gli interventi di ripristino, eseguiti nel 2018, hanno riguardato due abbeveratoi-fontanili (AF1, sito riproduttivo storico, e AF2), alimentati da sorgenti e caratterizzati da presenza di vegetazione acquatica e micro-habitat ottimali per la specie (Fig. 1b e c); per il terzo sito di rilascio (PV3) è stato creato, nel 2020, a valle di un impluvio naturale, un sistema di vasche interrate in una forra umida con vegetazione costituita da *Quercus ilex*, *Quercus pubescens*, *Carpinus orientalis*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Crataegus monogyna*, *Erica* spp e *Carex* spp. (Fig. 1d).

A partire dal 2019, per le attività di ricollocazione si è scelto di procedere con il rilascio in AF1 e AF2 (ogni 40-50 giorni circa) di girini a diversi stadi di sviluppo, come fatto in altri progetti (Life Arupa e Wet Fly Amphibia), e di neometamorfosati con pattern ventrale ben definito e giovani dopo il primo “overwintering”, per procedere alla fotomarcatura e permettere in tal modo il monitoraggio post-rilascio; dal 2020 sono iniziati le attività di rilascio anche nel sito PV3. Le popolazioni costituite sono oggetto di attività di monitoraggio post-rilascio (1-2 visite mensili durante l’intera stagione riproduttiva, da maggio a ottobre) al fine di consentire studi demografici, basati sul metodo di cattura, foto-marcatura e ricattura (CMR), e la raccolta sistematica di dati biometrici e informazioni di carattere ecologico. Durante le attività è stato applicato un protocollo di campionamento standardizzato (e.g. 3 sessioni di cattura di 20 minuti con 4 operatori, perlustrando attentamente la vasca con l’ausilio di retini). Gli animali sono stati catturati e fotografati, misurati (lunghezza muso-urostilo e massa) e, se inequivocabile, è stato stabilito il sesso (i.e. presenza di calli nuziali sugli avambracci dei maschi). Tutte le attività sono state eseguite previa autorizzazione dell’ex MATTM, oggi MITE, sentiti i pareri di ISPRA e SHI (permessi n. 0016002 del 24.07.2017 e successiva proroga n. 0026145 del 14.04.2020).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

I primi risultati del progetto, ad oggi, mostrano un esito positivo sia per la fase di allevamento *ex situ*, sia per gli interventi di reintroduzione nei siti artificiali ripristinati o creati. Il progetto è ancora in corso e i risultati finali saranno evidenti non prima del 2022.

*Azioni progettuali.* Il prelievo dei primi 10 individui fondatori da alloggiare nel centro allevamento è stato effettuato da tre popolazioni idonee per consistenza e stato di salute (i campioni analizzati con le opportune indagini molecolari sono risultati negativi per la chitridiomicosi da *Batrachochytrium dendrobatidis*). Ad agosto 2018, le 5 coppie di riproduttori sono state ripartite in tre recinti secondo l’area di provenienza (2 CC settentrionale, 2 CC meri-

dionale e 1 coppia PNP). Il mantenimento e l'allevamento in cattività hanno avuto sin da subito un esito positivo. Gli animali, infatti, hanno ripreso l'attività riproduttiva con tre ovideposizioni fino alla fine dell'ottobre 2018. Anche nei due anni successivi è stato constatato un buon successo riproduttivo in cattività. Ogni anno una parte degli individui nati in cattività (circa il 25%) è stata mantenuta nel centro di allevamento per incrementare il pool dei riproduttori. Il controllo delle ondate riproduttive, del numero e dello stato di salute generale di tutti gli animali mantenuti nel centro è stato ed è costantemente registrato dal personale dell'Ente Gestore al fine di perfezionare le attività di mantenimento degli animali e i protocolli di allevamento. Nel corso del 2021 è previsto il prelievo di altre tre nuove coppie di riproduttori per implementare il gruppo dei fondatori.

Gli interventi di ripristino dei due abbeveratoi-fontanili (AF1 e AF2) e di creazione *ex novo* (sito PV3) hanno confermato il ruolo fondamentale che questi ambienti acquatici artificiali svolgono nella conservazione degli anfibi nelle aree rurali (ROMANO *et al.*, 2012). La permanenza e la ricattura di diversi individui, che hanno superato l'inverno, conferma l'idoneità dei siti ripristinati nell'ospitare le neopopolazioni di Ululone appenninico e nel rispondere alle esigenze ecologiche della specie.

I siti di reintroduzione sono oggetto di uno studio a lungo termine al fine di valutare lo status delle neopopolazioni. Con il prosieguo del progetto sarà possibile ottenere una stima della consistenza della popolazione (applicando gli appropriati metodi statistici), del successo riproduttivo e quindi della capacità delle neopopolazioni di automantenersi. È appena terminata l'elaborazione delle immagini, con il software I3S Pattern<sup>+</sup>, che ha permesso di identificare le ricatture e le nuove catture, ossia gli animali rilasciati nella fase di girino che hanno con successo completato la metamorfosi.

Il miglior risultato è stato riscontrato in AF1 dove oltre 40 individui (giovani e subadulti) tra quelli reintrodotti sono stati censiti nell'autunno del 2020. Con la chiusura del secondo anno di attività sono stati rilasciati in totale 158 individui, di cui 105 fotomarcati. Le ricatture totali nel sito sono 100 e gli individui ricatturati almeno una volta nel corso dei due anni sono 33. Dei 12 giovani rilasciati nel 2019, 11 sono stati ricatturati nel 2020 come subadulti. La percentuale di girini, rilasciati nei due anni, che ha completato con successo la metamorfosi ed è sopravvissuta in AF1 è pari al 44%.

I primi rilievi effettuati a maggio 2021 in AF1 e PV3 hanno accertato la deposizione di piccole ovature e quindi la raggiunta maturità riproduttiva di individui sopravvissuti fino al terzo anno di età. Per quanto riguarda il sito AF2, purtroppo, durante un sopralluogo effettuato nel mese di luglio 2020 è stata riscontrata l'alterazione causata dal passaggio di cinghiali e il parziale prosciugamento a causa di una perdita nella vasca dell'abbeveratoio. Si è

quindi concordato insieme al personale della Riserva di procedere con il ripristino, la manutenzione ed il controllo del sito nel corso della stagione ed interrompere quindi le attività di rilascio.

In conclusione, in attesa di valutazioni quantitative appropriate, che potranno essere fatte solo al termine del terzo anno di attività, i primi esiti del progetto di conservazione a favore di *Bombina pachypus* sono da ritenersi incoraggianti.

#### BIBLIOGRAFIA

- BRUSCO A., BERNABÒ I., BRUNELLI E., MARCHIANÒ R., PUNTILLO M., SPERONE E. & TRIPEPI S., 2018. Progetto: "Studio, conservazione, tutela e mantenimento delle popolazioni di Ululone appenninico (*Bombina pachypus*) nella Riserva naturale regionale Lago di Tarsia attraverso azioni dirette di conservazione e ripristino degli habitat, di reintroduzione e di ripopolamento della specie in pericolo e di informazione e divulgazione". Studio di Fattibilità (redatto ai sensi del D.P.R. n. 357/97 e ss. mm. e ii.). Riserve naturali regionali Lago di Tarsia – Foce del fiume Crati-Amici della terra/Ente gestore, Tarsia (Cs).
- ROMANO A., BARTOLOMEI R., CONTE L.A. & FULCO E., 2012. Amphibians in Southern Apennine: Distribution, ecology and conservation notes in the Appennino Lucano, Val d'Agri e Lagonegrese National Park (Southern Italy). *Acta Herpetol.*, 7: 203-219.
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V. & TEOFILI C. (compilatori), 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. *Comitato Italiano IUCN e Min. Amb. Tutela Terr. Mare*, Roma.
- TRIPEPI S., SERRONI P. & BRUNELLI E., 1999. Guida-Atlante degli Anfibi della provincia di Cosenza. *Luigi Pellegrini Editore*, 119 pp.

*Indirizzo degli autori* — A. BRUSCO, R. MARCHIANÒ & M. PUNTILLO, Riserve naturali regionali Lago di Tarsia-Foce del Crati, Palazzo Rossi, Via Garibaldi, 4 - 87040 Tarsia (Cosenza, I), e-mail: [direzione@riservetarsiacrati.it](mailto:direzione@riservetarsiacrati.it); V. CITTADINO, E. SPERONE, S. TRIPEPI, I. BERNABÒ, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, Via P. Bucci, cubo 4B - 87036 Rende (Cosenza, I).

AGOSTINO BRUSCO, ROBERTO MARCHIANÒ, EMILIO SPERONE  
& SANDRO TRIPEPI

IL RUOLO DELLE RISERVE NATURALI REGIONALI  
“LAGO DI TARSIA - FOCE DEL FIUME CRATI”  
NELLA CONSERVAZIONE DELL'ERPETOFAUNA CALABRESE:  
SINTESI DI 20 ANNI DI ATTIVITÀ

RIASSUNTO

Le Riserve Naturali Regionali “Lago di Tarsia-Foce del Fiume Crati” operano da 20 anni nel campo del monitoraggio e della conservazione dell'erpetoфаuna calabrese. Il presente contributo illustra i risultati conseguiti ed i progetti attivati.

*Parole chiave.* Rettili, Anfibi, Calabria, aree protette, conservazione.

SUMMARY

*The role of the Regional Natural Reserves “Lago Tarsia - Mouth of the Crati River” in the Conservation of the Calabrian herpetofauna: 20 years of activity.* The Regional Natural Reserves “Lago di Tarsia and Mouth of the Crati River” have been operating for 20 years in the field of monitoring and conservation of the Calabrian herpetofauna. This contribution illustrates the results achieved and the projects activated.

*Keywords.* Reptiles, Amphibians, Calabria, protected areas, conservation.

INTRODUZIONE

Le Riserve naturali del Lago di Tarsia e della Foce del fiume Crati, situate in provincia di Cosenza, sono state istituite dalla Regione Calabria nel 1990 (L. R. della Calabria n. 52 del 5 maggio 1990 e ss. mm. e ii.) su proposta dell'Associazione di protezione ambientale “Amici della Terra Italia”. Le Riserve sono anche Zone Speciale di Conservazione (ZSC) per la Rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CE). Esse

coincidono con due importanti aree umide poste lungo il corso del fiume Crati: il Lago di Tarsia, grande invaso a monte della diga delle Strette di Tarsia, ricadente nel territorio dei comuni di Tarsia e di Santa Sofia d'Epiro, e la Foce del fiume Crati, nel territorio dei comuni di Corigliano-Rossano e di Cassano allo Ionio (tra le frazioni Thurio e Laghi di Sibari). L'estensione delle due aree è nell'insieme di circa 600 ettari e la loro gestione è attribuita per legge ad Amici della Terra. Nel presente contributo sono illustrati tutti i progetti di monitoraggio e conservazione dell'erpetofauna che sono stati realizzati dalle Riserve nel corso degli ultimi 20 anni.

## MATERIALI E METODI

La Riserva Lago di Tarsia, un bacino lacustre a monte della diga delle Strette di Tarsia, ricadente nel territorio dei comuni di Tarsia e di S. Sofia d'Epiro (Cosenza), rappresenta un'area di notevole interesse naturalistico per la sussistenza di numerosi ecosistemi di pregio e per la grande varietà di specie vegetali e animali. L'area presenta nella parte orientale un notevole esempio di macchia mediterranea incontaminata e scarsamente antropizzata costituita da leccio, olmo, tamerice e corbezzolo.

La Riserva Foce fiume del Crati costituisce il più importante ambiente di transizione della Calabria, dove l'acqua dolce si mescola a quella salata, creando un ecosistema umido particolare, dando vita ad un mosaico di habitat diversi quali canneti, stagni e lagune, isole sabbiose, boschi allagati e ripariali, aree dunali e retrodunali.

Le attività ventennali hanno riguardato:

- il monitoraggio e il censimento delle popolazioni, finalizzati a verificare la presenza e il relativo status di conservazione;
- la realizzazione della prima check-list della fauna vertebrata delle Riserve (anno 2001);
- azioni dirette di conservazione e salvaguardia, attraverso il monitoraggio, la tutela e il ripristino dei siti riproduttivi;
- l'istituzione di premi di studio per dottorandi e laureandi;
- il Monitoraggio delle specie di fauna incluse nella Direttiva Habitat 92/43/CE (art. 17 Direttiva 92/43/CE).

A queste attività sono seguite negli anni studi specifici che hanno portato ad avviare azioni di tutela con interventi di studio, monitoraggio, conservazione, traslocazione e reintroduzione di alcune specie di interesse conservazionistico. Tutte le suddette attività sono state effettuate dopo aver ottenuto le dovute autorizzazioni ministeriali.

RISULTATI E DISCUSSIONE

L'erpetofauna delle Riserve riveste particolare interesse per la presenza di 7 specie di Anfibi e 12 specie di Rettili (Tab. 1).

**Tabella 1**  
Lista delle specie presenti nelle Riserve.

	Nome comune	Nome scientifico	D. 92/43 CEE	Berna	IUCN
	<b>ANFIBI</b>				
1.	Ululone appenninico	<i>Bombina pachypus</i> (Bonaparte, 1838)	II-IV	II	EN
2.	Rospo comune	<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)		III	VU
3.	Rospo smeraldino	<i>Bufo balearicus</i> (Boettger, 1880)	IV	II	LC
4.	Raganella italiana	<i>Hyla intermedia</i> Boulenger, 1882	IV	III	LC
5.	Complesso delle rane verdi	<i>Pelophylax synklepton esculentus</i> (Linnaeus, 1758)	V		LC
6.	Rana appenninica	<i>Rana italica</i> Dubois, 1985	IV	II	LC
7.	Tritone Italiano	<i>Lissotriton italicus</i> (Peracca, 1898)	IV	II	LC
	<b>RETTILI</b>				
1.	Geco verrucoso	<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758)		III	LC
2.	Geco comune	<i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)		III	LC
3.	Ramarro occidentale	<i>Lacerta bilineata</i> Daudin, 1802	IV	II	LC
4.	Lucertola campestre	<i>Podarcis siculus</i> (Rafinesque, 1810)	IV	II	LC
5.	Luscengola	<i>Chalcides chalcides</i> (Linnaeus, 1758)		III	LC
6.	Cervone	<i>Elaphe quatuorlineata</i> (Lecépède, 1789)	II-IV	II	LC
7.	Bianco	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lecépède, 1789)	IV	II	LC
8.	Biscia dal collare	<i>Natrix helvetica</i> (Lecépède, 1789)		III	LC

9.	Biscia tassellata	<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti, 1768)	IV	II	LC
10.	Vipera comune	<i>Vipera aspis</i> (Linnaeus, 1758)		III	LC
11.	Testuggine palustre europea	<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	II-IV	II	EN
12.	Testuggine di Hermann	<i>Testudo hermanni hermanni</i> Gmelin, 1789	II-IV	II	EN

Nelle due aree è stata accertata la presenza del 55,56% degli Anfibi e del 66,67% dei Rettili di interesse comunitario inseriti nel Protocollo di monitoraggio regionale di Rete Natura 2000, con 5 specie di Anfibi (1 specie inclusa nell'Allegato II e 4 specie incluse nell'Allegato IV) e 7 specie di Rettili, di cui 3 specie incluse nell'Allegato II e IV (Cervone, Testuggine di Hermann e Testuggine palustre) e 4 nell'Allegato IV (Ramarro occidentale, Lucertola campestre, Biacco e Natrice tassellata), della Direttiva Habitat 92/43/CE (TRIPEPI *et al.*, 2001; SPERONE *et al.*, 2000, 2007; AA.VV, 2005a, 2013, 2020).

Questi dati sottolineano in modo evidente l'importanza ecologica delle due Riserve e il ruolo che rivestono nella tutela della fauna erpetologica regionale per la presenza di specie di interesse conservazionistico come *Bombina pachypus*, *Lissotriton italicus*, *Elaphe quatuorlineata*, *Emys orbicularis* e *Testudo hermanni hermanni*.

Progetti specifici di monitoraggio e conservazione hanno riguardato *Emys orbicularis* con attività avviata nel 2002-2005 che ha portato ad uno studio, condotto con il supporto scientifico del Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DIBEST) dell'Unical, sulle popolazioni della Riserva Lago di Tarsia, finalizzato ad avviare azioni di tutela e conservazione della specie (AA.VV, 2005b).

Sempre negli anni successivi è stato avviato un piano di monitoraggio per un confronto delle popolazioni del Lago di Tarsia con quelle della Foce del Crati, finalizzato alla verifica delle caratteristiche ecologiche ed alle eventuali distinzioni genotipiche e/o fenotipiche della specie.

Per *Testudo hermanni hermanni* è stato realizzato dall'Ente gestore delle Riserve, con il supporto scientifico del DIBEST dell'Università della Calabria, uno studio finalizzato alla traslocazione/reintroduzione della specie all'interno della Riserva Lago di Tarsia, con il rilascio e successivo monitoraggio con radio-tracking degli individui rilasciati (AA.VV, 2008).

L'attività volta alla conservazione dell'erpetofauna delle Riserve è proseguita negli ultimi anni con la realizzazione di 3 Centri di Allevamento *ex-situ* in deroga al DPR 357/97 (*Emys orbicularis*, *Bombina pachypus*, e *Lissotriton*



*italicus*), per attività di studio, ricerca, monitoraggio, recupero e conservazione degli habitat e rilascio in natura. I risultati ottenuti sono incoraggianti e il progetto di allevamento *ex-situ* procederà nei prossimi anni atenzionando altre specie di interesse conservazionistico o biogeografico della Calabria.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2005a. Check-list della Fauna vertebrata delle Riserve naturali regionali del Lago di Tarsia e della Foce del Crati. *Ed. Amici della Terra Italia/Ente gestore operativo Riserve Tarsia - Crati*, Corigliano Calabro, Cosenza.
- AA. VV., 2005b. La Tartaruga Palustre Europea - Monitoraggio, ricerca e censimento sullo stato di conservazione della Tartaruga palustre europea (*Emys orbicularis*) nelle Riserve naturali regionali del Lago di Tarsia e della Foce del Crati. *Ed. Amici della Terra Italia/Ente gestore operativo Riserve Tarsia - Crati*, Corigliano Calabro, Cosenza.
- AA.VV., 2008. La Testuggine di Hermann. Studio di fattibilità finalizzato alla reintroduzione della *Testudo hermanni hermanni* all'interno della Riserva naturale regionale del Lago di Tarsia. *Ed. Amici della Terra Italia/Ente gestore operativo Riserve Tarsia-Crati*, Corigliano Calabro, Cosenza.
- AA.VV., 2013. Flora e Fauna acquatiche della Riserva naturale regionale foce del fiume Crati. *Ed. Amici della Terra/Ente Gestore riserve Tarsia-Crati*, Tarsia, Cosenza.
- AA.VV., 2020. Monitoraggio delle specie di fauna, di flora e degli habitat inclusi nelle Direttive Habitat (92/43/CE) e Uccelli (2009/147/CE). Report risultati delle ZSC Lago di Tarsia - Foce del fiume Crati. *Ed. Amici della Terra/Ente gestore Riserve Tarsia - Crati*, Tarsia, Cosenza.
- SPERONE E., GIARDINAZZO E., ANANIA R., BONACCI A., SERRONI P. & TRIPEPI S., 2000. Primi dati sulla distribuzione ed ecologia dei rettili nel parco nazionale dell'Aspromonte ai fini della loro conservazione. *Rend. Sem. Fac. Sc. Cagliari*, 70 (2).
- SPERONE E., BONACCI A., BRUNELLI E., CORAPI B. & TRIPEPI S., 2007. Ecologia e conservazione dell'erpetofauna della Catena Costiera calabra. *Stud. trent. Sci. nat. - Acta biol.*, 83: 99-104.
- TRIEPEPI S., BONACCI A., ROMANO M.C., DE LUCA R. & SPERONE E., 2001. Il ruolo della Riserva Naturale "Foce del Crati" nella salvaguardia dell'erpetofauna. *Atti 62° Congr. UZI*, 84.

*Indirizzo degli autori* — A. BRUSCO, R. MARCHIANÒ, Regione Calabria, Riserve naturali regionali Lago di Tarsia-Foce del Crati. Amici della Terra Italia/Ente gestore, Palazzo Rossi, Via Garibaldi, 4 - 87040 Tarsia (Cosenza, I); e-mail: info@riservetarsiacrati.it; E. SPERONE, S. TRIPEPI, Department of Biology, Ecology and Earth Science, University of Calabria - 87036 Rende (Cosenza, I).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784699>

AGOSTINO BRUSCO, ROBERTO MARCHIANÒ, GIANNI GIGLIO,  
GIANLUCA PIOVESAN & EMILIO SPERONE

MANGIARE FINO A SCOPPIARE: OSSERVAZIONI SU  
UN TENTATIVO DI INGESTIONE DI UN RAMARRO  
OCCIDENTALE DA PARTE DI UNA GIOVANE VIPERA EUROPEA

RIASSUNTO

Questa nota riporta un'osservazione condotta su di un giovane di Vipera comune *Vipera aspis*, che nel tentativo di ingerire una femmina adulta di Ramarro occidentale *Lacerta bilineata*, probabilmente troppo grande per lei, ha subito la lacerazione della parete addominale.

*Parole chiave:* *Vipera aspis*, *Lacerta bilineata*, alimentazione, mouth of Crati river, Calabria.

SUMMARY

*Eat until bursting: observations about an attempt of a young Asp Viper swallowing a Western green Lizard.* The present note reports an observation carried out on a young Asp Viper *Vipera aspis* which, in the attempt to consume an adult female of Western green Lizard *Lacerta bilineata*, probably too large, has suffered the laceration of the abdominal wall.

*Keywords:* *Vipera aspis*, *Lacerta bilineata*, feeding, foce del Crati, Calabria.

INTRODUZIONE

Le abitudini alimentari rappresentano un elemento chiave dell'ecologia dei Serpenti, con modalità di foraggiamento spesso correlate a una serie di tratti morfologici, fisiologici e comportamentali; in particolare, molti Serpenti hanno la capacità di ingerire prede di grandi dimensioni che possono superare le proprie masse corporee (SIERS *et al.*, 2018).

Alcune specie, infatti, di solito ingeriscono pasti corrispondenti al 20%-60% della propria massa corporea o anche di più. La digestione di grandi prede è metabolicamente e aerobicamente impegnativa e il rapido aumento di massa e l'alterazione della forma corporea di un serpente causata da una grossa preda possono determinare cambiamenti comportamentali. Inoltre, catturare prede di grandi dimensioni aumenta il rischio di predazione per i Serpenti, che devono completare la digestione prima che la preda inizi a decomporsi all'interno del loro intestino a causa dell'azione batterica (GAVIRA *et al.*, 2015).

Le osservazioni sul campo, anche aneddotiche, su questi aspetti sono piuttosto rare e, soprattutto, sono poche le osservazioni di Serpenti che, in seguito all'ingestione di prede troppo grosse, sono andati incontro a morte per lacerazione dell'intestino.

Questa nota riporta un insolito tentativo di alimentazione da parte della Vipera comune *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758) su un Ramarro occidentale *Lacerta bilineata* Daudin, 1802.

## MATERIALI E METODI

L'osservazione che qui riportiamo è stata effettuata il 21 ottobre 2019 durante un'attività di monitoraggio nella Riserva Naturale "Foce del Fiume Crati" (39.7130N, 16.5102E). L'avvistamento è avvenuto in un'area caratterizzata dalla presenza di vegetazione forestale umida temperata di pianura, la cosiddetta foresta golenale, relitto di antiche foreste che coprivano vaste superfici di questo territorio e oggi relegate a piccole zone della Riserva. L'area è caratterizzata da un'elevata diversità erpetologica, come tutta la Calabria settentrionale.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Durante le attività di monitoraggio, nell'area boschiva è stata rinvenuta un giovane di Vipera comune. Immediatamente è stato osservato che, dal lato sinistro dell'animale, parte di una preda precedentemente deglutita sporgeva da una lacerazione. Nonostante la lacerazione, il rettile si è mosso e si è comportato normalmente. La vipera è stata quindi catturata per vedere se poteva essere soccorsa e, così facendo, la preda è uscita completamente dalla lacerazione. Si trattava di una femmina adulta di Ramarro occidentale parzialmente digerita, decisamente grande rispetto alla vipera. Sia il ramarro che la vipera sono stati misurati e pesati, e quest'ultima è stata quin-

di liberata, continuando a muoversi e comportarsi normalmente, scomparendo dopo un po' nella vegetazione. Si presume che, poiché la lacerazione ha colpito la pelle, la massa muscolare e l'intestino della vipera, l'animale non sia riuscito a sopravvivere. Non è stato possibile capire come la vipera si sia procurata la lacerazione: non avendo altre ferite sul corpo, sembra tuttavia logico escludere l'attacco di qualche predatore. Sembra quindi ipotizzabile che la lacerazione si sia generata a causa delle notevoli dimensioni della preda rispetto al predatore. Infatti, sulla base delle misurazioni biometriche registrate per il serpente (SVL = 33 cm; peso = 14 g) e il ramarro (SVL = 15 cm; peso = 17,5 g) si potrebbe ipotizzare un rapporto peso preda/predatore (WR) di circa 1,25.

GREENE (1983) ha evidenziato che i limiti massimi di WR per i Serpenti Viperidi occasionalmente potrebbero superare i valori di 1.0. Le vipere potrebbero ingerire prede sostanzialmente più grandi di loro, suggerendo che le dimensioni massime di una preda potrebbero essere determinate dalla loro capacità di trasportare una preda dopo averla deglutita piuttosto che dalla capacità di inghiottirla. Il WR calcolato per la presente osservazione è superiore al valore indicato da GREENE (1983) per i Viperidi, quindi è lecito supporre che la vipera osservata abbia ingerito una preda troppo grande per lei.

Tuttavia, potrebbe anche essere possibile che la vipera abbia ingerito il ramarro quando era ancora vivo. Questo potrebbe spiegare anche la lacerazione, ma sarebbe davvero insolito, dal momento che i Viperidi solitamente uccidono le prede prima di mangiarle. Al momento non sono disponibili informazioni in letteratura che riferiscano l'ingestione di prede vive nei viperidi. La presente nota rappresenta un'osservazione insolita e che certamente offre spazi di discussione.

#### BIBLIOGRAFIA

- GAVIRA R.S.B., NETO A.F. & ANDRADE D.V., 2015. Death of a juvenile false coral snake, *Oxyrhopus guibei* (Hoge & Romano, 1977) (Serpentes: Dipsadidae), after ingesting a tropical house gecko, *Hemidactylus mabouia* (Moreau de Jonnés, 1818) (Sauria: Gekkonidae). *Herpetol. Notes*, 8: 153-154.
- GREENE H.W., 1983. Dietary correlates of the origin and radiation of snakes. *Am. Zool.*, 23: 431-441.
- SIERS S.R., ADAMS A.A.Y. & REED, R.N., 2018. Behavioral differences following ingestion of large meals and consequences for management of a harmful invasive snake: A field experiment. *Ecol. Evol.*, 8(20): 10075-10093.

*Indirizzo degli autori* — A. BRUSCO, R. MARCHIANÒ, Riserve naturali regionali Lago di Tarsia-Foce del Crati, Palazzo Rossi, Via Garibaldi, 4 - 87040 Tarsia (Cosenza, I); G. GIGLIO, E. SPERONE Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, Via P. Bucci,

cubo 4B - 87036 Rende (Cosenza, I); G. PIOVESAN, Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi della Tuscia, Via San Camillo de Lellis snc - 01100 Viterbo (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784707>

FABIO CAPPELLETTO, SILVIA CERIAI, STEFANIA DAL PRA, ANDREA DELLAI,  
VALERIA FIN, BRUNO GOLFIERI, AARON IEMMA, DANIEL IVERSEN,  
ANGELO MICHELUCCI, SILVIA MORATI, MARCO MORBIOLI, RICCARDO MURARO,  
MARCO PIZZATO, ANDREA SALMASO, LUISA SELLA CHIODI, LORENZO STEFANI,  
SIMONE STEFANI & KAROL TABARELLI DE FATIS

“SAVE THE PRINCE!” - PROGETTO COORDINATO  
SOVRAREGIONALE DI SALVATAGGIO E PROTEZIONE  
DEGLI ANFIBI DALLA MORTALITÀ STRADALE

SUMMARY

*“Save the Prince”*: a coordinated nation-wide project for amphibian protection from road mortality. Amphibians are a class of vertebrates at the highest conservation risk, particularly due to the fragmentation of terrestrial habitats and reproduction areas: this fragmentation takes place in a dense road network that ends up killing thousands of them every year during the reproductive migration. Over the years, many groups of volunteers throughout Italy have taken steps to try, often successfully, to address and limit the high mortality rate. However, there is limited interaction between these groups also because they are not coordinated by a unique centralized data collection system. A better coordination should be useful for analyzing the trends of various species, evaluating the effectiveness of conservation actions, exchanging better practices and intercepting critical situations: the present project aims to solve, at least partially, these issues.

*Key words*: Amphibians, migration, roadkill, road crossing, volunteering, web portal, open data.

RIASSUNTO

Gli Anfibi sono tra le Classi di Vertebrati a più alto rischio di estinzione, in particolare a causa della frammentazione delle aree di rifugio e riproduzione, generata spesso dalla presenza di una fitta rete stradale e del relativo traffico veicolare che uccide decine di migliaia di anfibi ogni anno durante la migrazione riproduttiva. Negli anni molti gruppi di volontari in tutta Italia si sono attivati per cercare, spesso con successo, di limitare l'alto tasso di mortalità stradale. Tuttavia, questi gruppi comunicano relativamente poco tra loro anche perché non sono supportati da un unico sistema centralizzato di raccolta e gestione dei dati: questo progetto mira a strutturare un coordinamento utile ad analizzare gli andamenti delle varie specie, valutare l'efficacia delle azioni di conservazione, scambiare esperienze e intercettare situazioni critiche.

*Parole chiave*: Anfibi, migrazioni, investimenti stradali, attraversamento stradale, volontariato, portale web, open data.



## INTRODUZIONE

L'attuale crisi ecologica di stampo antropico che una percentuale consistente di specie sta attraversando, rende indispensabile intraprendere urgenti azioni di conservazione per favorirne la tutela. Una classe di vertebrati particolarmente minacciata è quella degli Anfibi. Tra le minacce alle quali essi sono costantemente sottoposti spiccano la scomparsa, modificazione e frammentazione delle zone di rifugio e riproduzione, spesso attraversate da un fitto reticolo stradale. Questa condizione porta a copiosi investimenti stradali, tra le principali fonti antropiche di mortalità diretta degli Anfibi (FROGLIFE, 1996). Gli effetti sono particolarmente negativi sulle popolazioni di specie già minacciate e in pericolo, soprattutto durante il periodo delle migrazioni primaverili, quando decine di migliaia di individui periscono nel tentativo di raggiungere i siti riproduttivi.

## MATERIALI E METODI

Negli ultimi decenni numerosi gruppi di volontari a livello internazionale (STERRETT *et al.*, 2019) si sono posti l'ambizioso obiettivo di tamponare il problema: si tratta di gruppi variamente organizzati a volte facenti parte di Associazioni precostituite o altrimenti di neoformazione con l'esplicito scopo della salvaguardia degli anfibi. L'impegno di questi gruppi ha prodotto importanti successi (FERRI *et al.*, 2002; BONARDI *et al.*, 2011) anche comunicativi, ma tuttavia resta una azione sostanzialmente frammentata e priva di coordinamento.

Il presente progetto offre uno strumento di canalizzazione delle varie azioni di salvaguardia, rendendole maggiormente integrate tra loro, attraverso il portale web *savetheprince.net*, che mira specificatamente a:

- connettere le varie organizzazioni che operano per la salvaguardia degli anfibi al fine di condividere le migliori pratiche adottate;
- standardizzare la raccolta dei dati, per analisi comparative più robuste;
- dare forza alle associazioni locali, calate così in un contesto nazionale, nel loro dialogo con le amministrazioni.

Il portale è privo di un "cappello associativo", ovvero, nasce con l'obiettivo di essere di tutti e per tutti: anche per questo è realizzato con tecnologie completamente open source, come pure è il codice del portale stesso (<https://gitlab.com/wwf-tn/wwf-tn-prince>). Questo si basa in particolare su una sinergia di strumenti abbastanza classici, quali:

- il framework web Django v. 3.0.3 (DJANGO SOFTWARE FOUNDATION, 2021) per il tramite del quale sono sviluppate le pagine di visualizzazione, amministrazione e i form di inserimento dati;

– il sistema di gestione database PostgreSQL 12 (POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2021) completato dell'estensione spaziale PostGIS 3 (<http://postgis.net/>);

– una bozza di sistema di analisi automatica degli andamenti sviluppata con il software di analisi statistica R (R CORE TEAM, 2021).

In questo spirito, il progetto mette a disposizione in formato liberamente scaricabile sotto la licenza CC-BY-4.0 tutti i dati dei salvataggi: è infatti forte convinzione degli aderenti che il tutto debba essere liberamente a disposizione dei ricercatori in un formato anche machine readable, al fine di facilitare l'analisi dei dati e la produzione di lavori anche utili a difendere le necessità di conservazione delle specie salvate. Tuttavia, il continuo sviluppo del portale (in questo momento implementato da WWF Trentino), che si integra ogni giorno di più grazie alle segnalazioni e ai desideri di miglioramento degli aderenti, non esclude la possibilità di oscurare dati qualora ci si trovasse in situazioni particolarmente bisognose di tutela.

Trattando il database complessivo alcune informazioni sensibili relativamente alla privacy anagrafica dei volontari, i nomi dei partecipanti vengono automaticamente oscurati tramite un processo di pseudoanonimizzazione (generazione di ID casuali ad ogni scaricamento del database complessivo).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Dall'avvio del progetto nel 2019 hanno aderito sei associazioni (WWF Trentino, LAV Trentino, WWF OdV Bologna Metropolitana, GEV Parco Vallelanza, SOS Anfibi Vicenza, SOS Anfibi Verona) condividendo le opportunità di divulgazione e sinergie offerte dal sistema, ed inserendo nella banca dati comune in continua espansione centinaia di migliaia di dati sparsi tra migliaia di uscite complessivamente effettuate tra Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Provincia Autonoma di Trento: grazie all'impegno delle centinaia di volontari ogni anno nuovi siti vengono protetti con sempre più efficacia. Il portale qua presentato è riconosciuto da tutti gli aderenti, che ne sono anche i motori dello sviluppo, come un sistema utile alla conservazione, recupero ed analisi dei dati di salvataggio, ma anche come un modo per uniformare una attività di raccolta dati condotta in maniera altrimenti incoerente. Non si deve inoltre sottovalutare l'effetto di imitazione che l'adesione al portale implica: gli aderenti sono infatti spinti a rendere rigorose le proprie uscite di salvataggio, riconoscendo l'opportunità di sistematizzare la raccolta di informazioni, condotta prima dell'adesione al portale in maniera solo frammentaria. Siamo quindi convinti che lo strumento presentato dia quindi un importante contributo all'attività di salvataggio degli anfibi dalla mortalità stradale, che è così sempre più efficacemente monitorata.

## BIBLIOGRAFIA

- BONARDI A., MANENTI R., CORBETTA A., FERRI V., FIACCHINI D., GIOVINE G., MACCHI S., ROMANAZZI E., SOCCINI C., BOTTONI L., PADOA-SCHIOPPA E. & GENTILE F.F., 2011. Usefulness of volunteer data to measure the large scale decline of “common” toad populations. *Biol. Conserv.*, 144: 2328-2334.
- DJANGO SOFTWARE FOUNDATION, 2021. Django computer Software v. 3.0.2. <https://www.djangoproject.com/>.
- FERRI V., 1998. Il Progetto ROSPI Lombardia. Iniziative di censimento, studio e salvaguardia degli Anfibi in Lombardia. Consuntivo dei primi sei anni. 1990-1996. *Comunità Montana Alto Sebino & Regione Lombardia*, Gianico (Brescia), 231 pp.
- FERRI V., FOSSATI A., BELMELLI M.P.L. & SOCCINI C., 2002. Atti del Terzo Convegno Nazionale di Salvaguardi Anfibi. Esperienze a confronto. *COGECSTRE Edizioni*, 218 pp.
- FROGLIFE, 1996. Toad patrols: a survey of voluntary effort involved in reducing road traffic-related amphibian mortality in amphibians. *Froglife Conservation Report* 1. <https://www.conservationevidence.com/individual-study/4890>
- POSTGRESQL GLOBAL DEVELOPMENT GROUP, 2021. PostgreSQL 12. <https://www.postgresql.org>
- R CORE TEAM, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- SCHMIDT B.R. & ZUMBACH S., 2008. Amphibian Road Mortality and How to Prevent it: A Review. Pp. 157-167 in: Mitchell J.C., Jung Brown R.E. & Bartolomew B. (eds.), *Urban Herpetology. Soc. Study Amphibians and Reptiles*, St. Louis, Missouri.
- STERRETT S.C., KATZ R.A., FIELDS W.R. & CAMPBELL G.E.H., 2019. The contribution of road-based citizen science to the conservation of pond-breeding amphibians. *J. Appl. Ecol.*, 56: 988–995.

*Indirizzo degli autori* — A. IEMMA (corresponding author), WWF Trentino, via Fratelli Bronzetti, 29 - 38122 Trento (I); e-mail: [savetheamphibianprince@gmail.com](mailto:savetheamphibianprince@gmail.com).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784720>

MIGUEL A. CARRETERO

## FUNCTIONAL ECOLOGY OF MEDITERRANEAN LIZARDS HAS CONSERVATION IMPLICATIONS

### SUMMARY

In a context of biodiversity loss, conservation can no longer rely on identifying patterns but should also uncover the subjacent processes. As such, the functional responses of organisms to disturbance need to be recognised, quantified and, if possible, managed. I illustrate this by focusing on lizards, a pivotal element in Mediterranean terrestrial networks linking invertebrates to endotherm vertebrates. Their importance is accentuated in southern areas and in islands, where climate is less restrictive and trophic resources fluctuate abruptly. Under these conditions, ectotherm way of life becomes advantageous due to low maintenances, but also carries substantial costs associated to activity and habitat restrictions and exposure to water loss, radiation, predators, parasites, and competitors. Balance between these forces may be attained at different optima depending on the species or intraspecific class. The complex biogeography of the Mediterranean provides multiple opportunities for species overlap. Community assemblage tends to be based on niche conservatism and overlap opportunity, but niche shift and character displacement are also documented. Environmental context is decisive to determine local community dynamics. The degree of flexibility in biological functions greatly vary across species either due to selection or to phenotypic plasticity. Species displaying lower variation tend to be spatially restricted. Resilience to disturbance also relies on such flexibility with specialists becoming more threatened. Some species consist of alternative morphs, which provide faster response to changing environments. Nevertheless, disturbance factors (climate change, habitat degradation, invasive species) and biological responses (life history, thermoregulation and hydroregulation) are interactive. In a Mediterranean Basin where pristine environments are becoming an exception, this complex reality cannot be ignored to implement effective conservation strategies.

*Key words:* Biodiversity, lacertids, trophic networks, ecophysiology, adaptation, phenotypic plasticity, global change, pollution, bioinvasions.

### RIASSUNTO

*L'ecologia funzionale delle lucertole mediterranee ha implicazioni conservazionistiche.* In un contesto di perdita della biodiversità, la conservazione non può più basarsi sull'identificazione di

modelli ma dovrebbe anche scoprire i processi sottostanti. Pertanto le risposte funzionali degli organismi al disturbo devono essere riconosciute, quantificate e, se possibile, gestite. Illustrerò questo concentrandomi sulle lucertole, un elemento cardine nelle reti trofiche mediterranee che collegano gli invertebrati ai vertebrati endotermi. La loro importanza è accentuata nelle aree meridionali e nelle isole dove il clima è meno limitante e le risorse trofiche subiscono forti fluttuazioni. In queste condizioni lo stile di vita ectotermo diventa vantaggioso a causa del basso costo di mantenimento, ma comporta anche costi sostanziali associati all'attività ed alle restrizioni dell'habitat e all'esposizione alla perdita di acqua, radiazione, predatori, parassiti e competitori. L'equilibrio tra queste forze può essere raggiunto a livelli ottimali diversi a seconda delle specie o della classe intraspecifica. La complessa biogeografia del Mediterraneo provvede diverse opportunità per la sovrapposizione tra specie. L'assemblaggio della comunità tende ad essere basato sulla conservazione della nicchia e le opportunità di sovrapposizione, ma sono anche documentati cambiamenti di nicchia e spostamenti di carattere. Il contesto ambientale è decisivo per determinare le dinamiche della comunità locale. Il grado di flessibilità nelle funzioni biologiche varia notevolmente tra le specie sia a causa della selezione sia a causa della plasticità fenotipica. Le specie che mostrano variazioni minori tendono ad essere limitate nello spazio. La resilienza al disturbo si basa anche su tale flessibilità, ove le specie specialiste divengono più minacciate. Alcune specie si presentano con 'morfi' alternativi, che rispondono più velocemente agli ambienti che cambiano. Tuttavia, i fattori di disturbo (cambiamenti climatici, degrado dell'habitat, specie invasive) e le risposte biologiche (storia della vita, termoregolazione e idroregolazione) sono interattivi. Nel bacino del Mediterraneo, dove gli ambienti incontaminati stanno diventando un'eccezione, questa complessa realtà non può essere ignorata per attuare efficaci strategie di conservazione.

*Parole chiave:* Biodiversità, lacertidi, reti trofiche, ecofisiologia, adattamento, plasticità fenotipica, cambiamento globale, inquinamento, invasioni biologiche.

The attributes of biodiversity, composition, structure, and function are non-redundant but complementary, that is, they cannot be simply deduced one from another (NOSS, 1990). In a planetary context of biodiversity loss, conservation policies can no longer rely exclusively on identifying spatio-temporal patterns of biodiversity (Fig. 1), but should also uncover the subjacent processes generating, maintaining, and destroying it. As such, the functional responses of organisms to disturbance factors, either abiotic or biotic, need to be recognised, quantified and, if possible, anticipated and minimised (KEARNEY *et al.*, 2021).

Here, I illustrate this approach by focusing on lizards, which constitute pivotal elements in Mediterranean terrestrial networks linking invertebrates to endotherm vertebrates (CARRETERO, 2004). Their importance is even accentuated in southern areas and in islands, where climate is less restrictive and trophic resources suffer abrupt fluctuations (PÉREZ-MELLADO & CORTI, 1993, Fig. 2). Under these conditions, ectotherm way of life becomes advantageous in terms of low maintenance costs, but also carries substantial costs associated to activity and habitat restrictions and exposure to water loss (SANNOLO & CARRETERO, 2019), UV radiation (REGUERA *et al.*, 2014), predators (ŽAGAR *et al.*, 2015), parasites (MEGÍA-PALMA *et al.*, 2020) and competitors (ŽAGAR *et al.*,

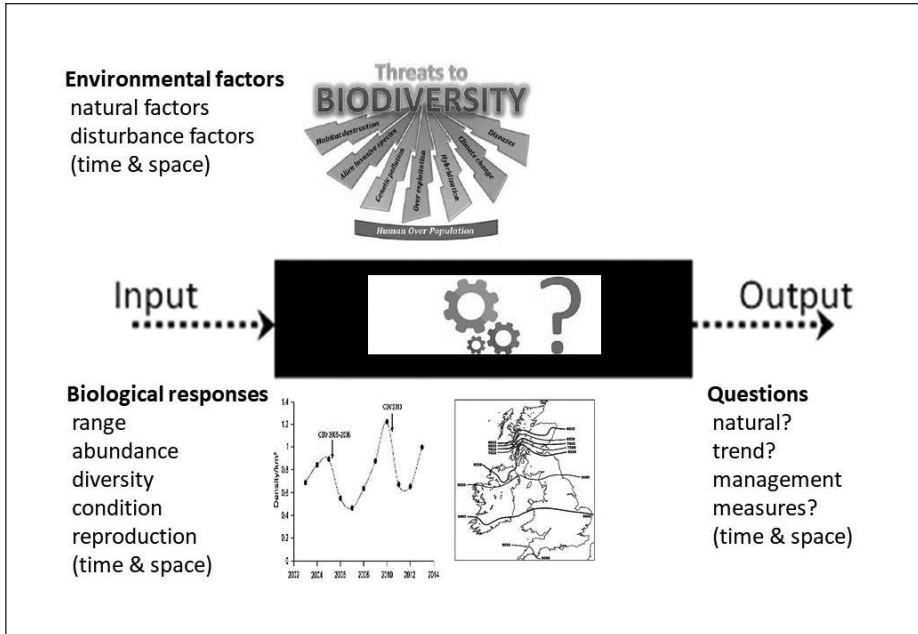


Fig. 1 — The usual correlative approach to the study of biodiversity. Environmental factors and biological responses are associated on the basis of spatial and temporal coincidence to infer trends, design management measures and to ensure their effectiveness. Organisms are considered as a black box neglecting the internal causative mechanisms. This may produce unexpected outcomes and incorrect management decisions.

2015, 2017). Balance between these, often conflicting, forces may be attained at different optima depending on the species and even the population, sex, stage, and season (BRAÑA & JI, 2000; CARRETERO *et al.*, 2005; SANNOLO *et al.*, 2018, 2019; FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ *et al.*, 2021, among others).

However, we still lack solid evidence of the temporal and spatial extent of top and down regulation of Mediterranean lizard populations inhabiting natural and modified ecosystems (e.g., agro-environments). This not only hinders our efforts for inferring population trends but also precludes our interpretations on the demographic responses to environmental changes and disturbance. While some biological responses, such herbivory in insular systems, are well documented (VAN DAMME, 1999), experimental evidence on lizard community dynamics is still in the cradle (PRINGLE *et al.*, 2019). The recent snake invasions in some island systems, beyond the dramatic ecological catastrophe for the native species affected (CABRERA-PÉREZ *et al.*, 2012; MONTES *et al.*, 2021), may also represent the chance to understand their role in insular systems.

The complex biogeographical history of the Mediterranean provides

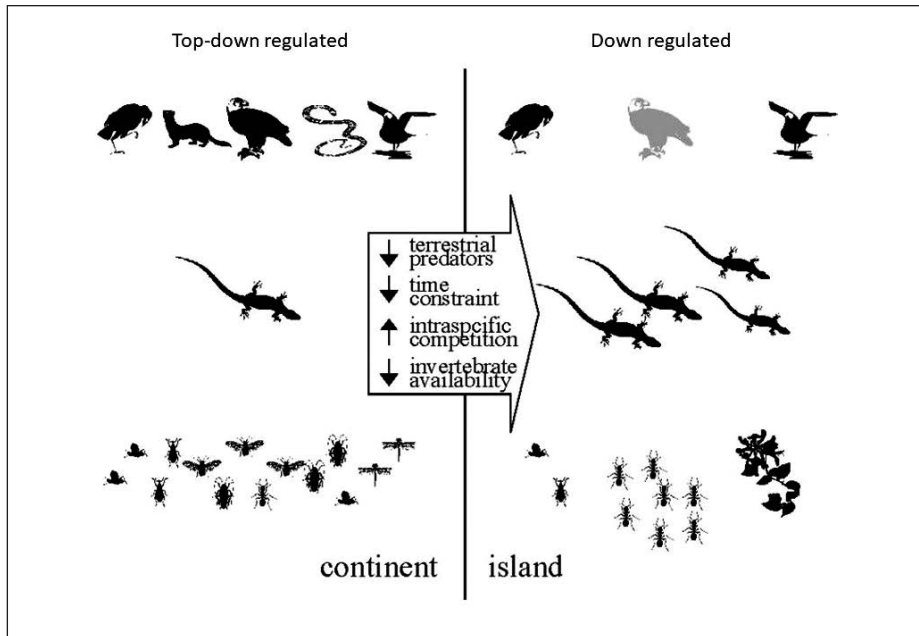


Fig. 2 — Schematic representation of lizard trophic networks in typical continental and insular systems. In the first, lizard populations tend to be top regulated but predation pressure and only occasionally limited by prey availability. In the second, diminished predation pressure allows high lizard densities with strong intraspecific competition, approaching carrying capacity during substantial parts of the year, which hence become down regulated (after CARRETERO, 2004, modified).

multiple opportunities for species overlap at geographic and ecological level (BLONDEL *et al.*, 2010). Community assemblage tends to be based on niche conservatism (GARCIA-PORTA *et al.*, 2020) and overlap opportunity (ARNOLD, 1987), but niche shift and character displacement are also documented, especially among congeneric species (CARRETERO, 2008). In all cases, the environmental context is decisive to determine local community structure and dynamics. The degree of flexibility in biological functions greatly vary across species either due to selection on particular traits or to phenotypic plasticity (KALIONTZOPOULOU *et al.*, 2010b). Species displaying lower variation tend to be restricted in habitat and range (KALIONTZOPOULOU *et al.*, 2010a). Resilience to disturbance also seems to rely on such flexibility with specialists becoming more threatened than generalists (AMARAL 2012a, 2012b; LAZI *et al.*, 2015; SIMBULA 2021a, 2021b). Remarkably, some species consist of alternative morphs varying in frequency, which provide faster response to changing environments (PÉREZ I DE LANUZA, 2018a, 2018b). Nevertheless, disturbance factors (climate change, pollution, habitat degradation, invasive



species) and biological responses (life history, thermoregulation and hydroregulation) are interactive (see for instance FERREIRA *et al.*, 2015; SANNOLO *et al.*, 2018; DAMAS-MOREIRA *et al.*, 2020). In a Mediterranean Basin where pristine environments are becoming an exception, this complex reality cannot be ignored if we wish to design effective conservation strategies (see a proposal for such approach in Fig. 3).

*Acknowledgments.* - Although the ideas exposed here are of my exclusive responsibility, they have been generated from scientific interactions within my research group (Functional Biodiversity), with other members of CIBIO-InBIO and with collaborators for multiple research centres. To all of them I am deeply indebted. This long-term research has received funding from the projects PTDC/AMB/64497/2006, PTDC/BIA-BEC/101256/2008, PTDC/BIA-BEC/102280/2008, PTDC/BIA-BEC/102179/2008, PTDC/BIA-EVL/30288/2017 and PTDC/BIA-CBI/28014/2017 from FCT (Portugal), CGL2015-67789-C2-1-P from MEC (Spain), 280910603 from MMA (Spain), ICTS-RBD from the EBD (Spain) and 162514415 from Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund. Field and lab work was carried out under permits by the environmental authorities in Portugal, Spain, Italy, Slovenia, Croatia and Greece and experiments followed the ethical guidelines of the University of Porto.

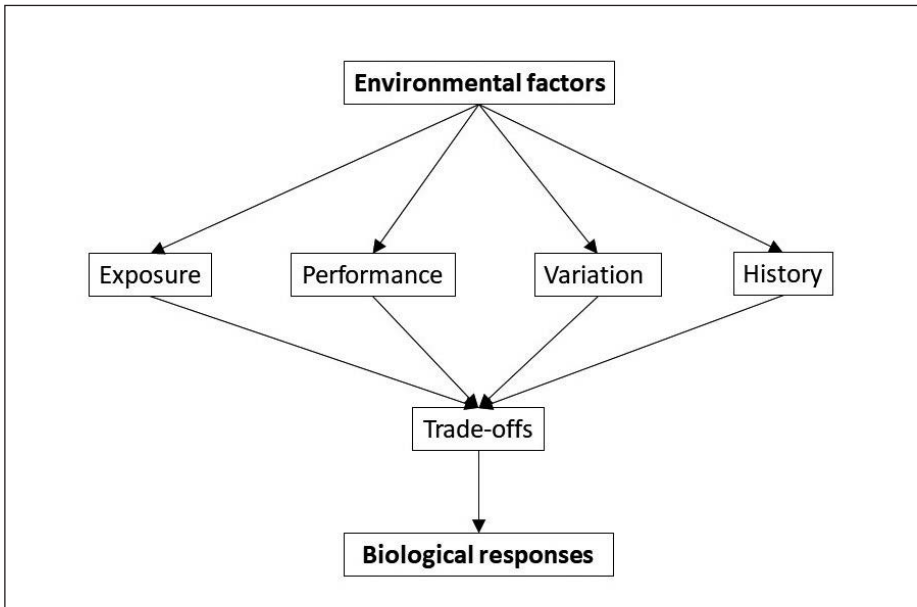


Fig. 3 — A proposal for a functional approach to conservation of Mediterranean lizards. The biological response of species towards environmental conditions (including disturbance) will depend on the exposure (degree of coincidence in time and species), on the performance of biological functions with such factors, on the variation of species and populations and on the previous history of biological interaction. These four pathways will be traded-off not only at level population and species but also at the level of communities and ecosystems.

## BIBLIOGRAPHY

- AMARAL M.J., BICHO R.C., CARRETERO M.A., SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ J.C., FAUSTINO A.M.R., SOARES A.M.V.M. & MANN R.M., 2012a. The use of a lacertid lizard as a model for reptile ecotoxicology studies: Part 2 – Biomarkers of exposure and toxicity among pesticide exposed lizards. *Chemosphere*, 87: 765-774.
- AMARAL M. J., CARRETERO M.A., BICHO R.C., SOARES A.M.V.M. & MANN, R.M., 2012. The use of a lacertid lizard as a model for reptile ecotoxicology studies: Part 1 – Field demographics and morphology. *Chemosphere*, 87: 757-764.
- ARNOLD E.N., 1987. Resource partition among lacertid lizards in southern Europe. *J. Zool. Lond.* (B), 1: 739-782.
- BLONDEL J., ARONSON J., BODIOU J.Y. & BOEUF G., 2010. *The Mediterranean Basin - Biological Diversity in Space and Time*. Oxford University Press, Oxford.
- BRAÑA F. & JI X., 2000. Influence of Incubation Temperature on Morphology, Locomotor Performance, and Early Growth of hatchling Wall Lizards (*Podarcis muralis*). *J. Exp. Zool.*, 286: 422-433.
- CARRETERO M.A., 2004. From set menu to *à la carte*. Linking issues in trophic ecology of Mediterranean lacertids. *Ital. J. Zool.*, 74 (Suppl. 2): 121-133.
- CARRETERO M.A., 2008. An integrated assessment of the specific status in a group with complex systematics: the Iberomaghrebian lizard genus *Podarcis* (Squamata, Lacertidae). *Integr. Zool.*, 4: 247-266.
- CARRETERO M.A., ROIG J.M. & LLORENTE G.A., 2005. Variation in preferred body temperature in an oviparous population of *Lacerta (Zootoca) vivipara*. *Herpetol. J.*, 15(1): 51-55.
- CABRERA-PÉREZ M.A., GALLO-BARNETO R., ESTEVE I., PATIÑO-MARTÍNEZ C. & LÓPEZ-JURADO L.F., 2012. The management and control of the California kingsnake in Gran Canaria (Canary Islands): Project LIFE+ *Lampropeltis. Aliens: The Invasive Species Bulletin*, 32: 20-28.
- DAMAS-MOREIRA I., RILEY J.L., CARRETERO M.A., HARRIS D.J. & WHITING M.J., 2020. Getting ahead: Exploitative competition by an invasive lizard. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 74: 117.
- FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ I., BARROSO F.M. & CARRETERO M. A., 2021. An integrative analysis of the short-term effects of tail autotomy on thermoregulation and dehydration rates in wall lizards. *J. Therm. Biol.*, 99: 102976.
- FERREIRA C.C., SANTOS X. & CARRETERO M.A., 2016. Does ecophysiology mediate reptile responses to fire regimes? Evidence from Iberian lizards. *Peer J.*, 4: e2107.
- GARCIA-PORTA J., IRISARRI I., KIRCHNER M., KIRCHHOF S., BROWN J.L., MACLEOD A., TURNER A.P., AHMADZADEH F., ALBADALEJO G., CRNOBRNJA-ISAILOVI J., DE LA RIVA I., FAWZI A., GALÁN P., GÖÇMEN B., HARRIS D. J., JIMÉNEZ-ROBLES O., JOGER U., JOVANOVI-GLAVAŠ O., KARI M., KOZIEL G., KÜNZEL S., LYRA M., MILES D., NOGALES M.J., OUZ M.A., PAFILIS P., RANCILHAC L., RODRÍGUEZ N., RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN B., SANCHEZ E., SALVI D., SLIMANI T., S'KHIFA A., QUASQAEI A., ŽAGAR A., LEMMON A., LEMMON E., CARRETERO M.A., CARRANZA S., PHILIPPE H., SINERVO B., MÜLLER J., VENCES M. & WOLLEMBERG-VALERO K.C., 2019. Environmental temperatures shape thermal physiology as well as diversification and genome-wide substitution rates in lizards. *Nature Comm.*, 10: 4077.
- KALIONTZOPOULOU A., CARRETERO M.A. & LLORENTE G.A., 2010b. Intraspecific ecomorphological variation: linear and geometric morphometrics reveal habitat-related patterns within *Podarcis bocagei* wall lizards. *J. Evol. Biol.*, 23: 1234-1244.
- KALIONTZOPOULOU A., CARRETERO M.A. & SILLERO N., 2010a. Geographic patterns of morphological variation in the lizard *Podarcis carbonelli*, a species with fragmented distribution. *Herpetol. J.*, 20: 41-50.

- KEARNEY M.R., JUSUP M., MCGEOCH M.A., KOIJMAN S.A.L.M. & CHOWN S.L., 2021. Where do functional traits come from? The role of theory and models. *Funct. Ecol.*, doi: 10.1111/1365-2435.13829
- LAZI M.M., CARRETERO M.A., CRNOBRNJA-ISAILOVI J. & KALIONTZOPOULOU A., 2015. Effects of environmental disturbance on phenotypic variation: an integrated assessment of canalization, developmental stability, modularity and allometry in lizard head shape. *Am. Nat.*, 185(1): 44-58.
- NOSS R.F., 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conserv. Biol.*, 4: 355-364.
- MEGÍA-PALMA R., ARREGUI L., POZO I., ŽAGAR A., SERÉN N., CARRETERO M.A. & MERINO S., 2020. Geographic patterns of stress response in insular lizards reveal anthropogenic and climatic signatures. *Sci. Total Environ.*, 749: 141655.
- MONTES E., KRAUS F., CHERGUI B. & PLEGUEZUELOS J.M., 2021. Collapse of the endemic lizard *Podarcis pityusensis* on the island of Ibiza mediated by an invasive snake. *Curr. Zool.*, doi :10.1093/cz/zoab022.
- PÉREZ I DE LANUZA G. & CARRETERO M.A., 2018a. Partial divergence in microhabitat use supports environmental-dependent selection on a colour polymorphic lizard. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 72: 138.
- PÉREZ I DE LANUZA G., SILLERO N. & CARRETERO M.A., 2018b. Climate suggests environment-dependent selection on lizard colour morphs. *J. Biogeogr.*, 45: 2791-2802
- PÉREZ-MELLADO V. & CORTI C., 1993. Dietary adaptations and herbivory in lacertid lizards of the genus *Podarcis* from western Mediterranean island (Reptilia: Sauria). *Bonn. zool. Beitr.*, 44: 193-220.
- PRINGLE R.M., KARTZINEL T.R., PALMER T.M., THURMAN T.J., FOZ-DOBBS K., XU C.C.Y., HUTCHINSON M.C., COVERDALE T.C., DASKIN J.H., EVANGELISTA D.A., GOTANDA K.M., MAN IN'T VELD N.A., WEGENER J.E., KOLBE J.J., SCHOENER T.W., SPILLER D.A., LOSOS J.B. & BARRETT R.D.H., 2019. Predator-induced collapse of niche structure and species coexistence. *Nature*, 570: 58-64.
- REGUERA S., ZAMORA-CAMACHO F.J., TRENZADO C.E., SANZ A. & MORENO-RUEDA G., 2014. Oxidative stress decreases with elevation in the lizard *Psammotromus algirus*. *Comp. Biochem. Physiol. Part A*, 172: 52-56.
- SANNOLO M., BARROSO F.M. & CARRETERO M.A., 2018. Physiological differences in preferred temperatures and evaporative water loss rates in two sympatric lacertid species. *Zoology*, 126: 58-64.
- SANNOLO M. & CARRETERO M.A., 2019. Dehydration constrains thermoregulation and space use in lizards. *PLoS One*, 14(7): e0220384.
- SANNOLO M., PONTI R. & CARRETERO M.A., 2019. Waitin' on a sunny day: factors affecting lizard body temperature while hiding from predators. *J. Therm. Biol.*, 84: 146-153.
- SIMBULA G., MACALE D., GOMES V., VIGNOLI L. & CARRETERO M.A., 2021a. Effects of pesticides on eggs and hatchlings of the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) exposed via maternal route. *Zool. Anz.*, 293: 149-155.
- SIMBULA G., VIGNOLI L., CARRETERO M.A. & KALIONTZOPOULOU A., 2021b. Fluctuating asymmetry as biomarker of pesticides exposure in the Italian wall lizards (*Podarcis siculus*). *Zoology*, 147: 125928.
- VAN DAMME R. 1999. Evolution of Herbivory in Lacertid Lizards: Effects of Insularity and Body Size. *J. Herpetol.*, 33: 663-674.
- ŽAGAR A., BITENC K., VREZEC A. & CARRETERO M.A., 2015. Predators as mediators: Differential antipredator behavior in competitive lizard species in a multi-predator environment. *Zool. Anz.*, 259: 31-40.
- ŽAGAR A., CARRETERO M.A., OSOJNIK N., SILLERO N. & VREZEC A., 2015. A place in the sun: does

interspecific interference affect thermoregulation in coexisting lizards? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 69: 1127-1137.

ŽAGAR A., CARRETERO M.A., VREZEC A., DRAŠLER K. & KALIONTZOPOULOU A., 2017. Towards a functional understanding of species co-existence: Ecomorphological variation in relation to the whole-organism performance in two sympatric lizards. *Funct. Ecol.*, 31: 1780-1791.

*Address of the author* — CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Universidade do Porto, InBio Laboratório Associado. Rua Padre Armando Quintas, 4485-661 Vairão, Portugal; Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre - 4169-007 Porto (Portugal).

MICHELE CHIACCHIO, ANNEGRET GRIMM-SEYFARTH & KLAUS HENLE

POPULATION COLLAPSE OF *RANA TEMPORARIA*  
IN A HIGH ALTITUDE ENVIRONMENT? AN OCCUPANCY STUDY

SUMMARY

Alpine areas represent one of the richest biodiversity hotspots of Europe. They are threatened by the combining effect of climate change and land-use modifications. In this study, we used visual encounter surveys along transects to investigate occupancy and detection probability of *Rana temporaria* in Paneveggio-Pale di San Martino Nature Park, Trentino (IT). Multi-season occupancy models revealed that the species occurrence depended on environmental characteristics, namely distance from water and ground vegetation height, while extinction/colonization rates were determined by a combination of weather and microhabitat conditions. Moreover, occupancy and detectability values abruptly collapsed over the study period, indicating a possible population decline issue. Since no main landscape modifications or pathogens have been observed, we hypothesized that the main cause of this decline could be due to the climate. In particular, the reduction affected the juvenile subfraction of the population and we argue that, even if these drops could be considered as stochastic fluctuations, they pose a serious threat to the viability of the population.

*Key words.* Alps, Amphibian conservation, habitat change, mountain biodiversity.

RIASSUNTO

*Crollo di una popolazione d'alta quota di Rana temporaria? Uno studio sull'occupancy.* Le aree alpine costituiscono alcune delle regioni con la più elevata biodiversità d'Europa. Ciononostante, queste sono minacciate dall'azione combinata dei cambiamenti climatici e della riconversione del suolo. Con questo studio abbiamo utilizzato la tecnica della ricerca visiva lungo transetti per valutare lo status della popolazione di *Rana temporaria* nonché i suoi valori di *occupancy* nel Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino, Trentino (I). I modelli multi-stagionali di *occupancy* hanno dimostrato come la presenza della specie dipenda da caratteristiche ambientali quali la distanza da una fonte d'acqua o l'altezza della vegetazione erbosa laddove i processi di estinzione/colonizzazione sono legati ad una combinazione di condizioni meteorologiche e micro-ambientali. Inoltre, tra il

2018 ed il 2020 si è osservata una drastica riduzione nei valori di *occupancy* e *detectability* della specie, indicando un possibile declino della popolazione. Poiché nell'area non sono stati registrati patogeni né vi sono stati cambiamenti improvvisi del paesaggio, suggeriamo una causa climatica come origine di questo trend. Particolarmente colpita è stata la fascia giovanile della popolazione e asseriamo che, anche qualora siano da considerarsi come naturali fluttuazioni stocastiche, queste possano porre un serio pericolo per la persistenza della popolazione.

*Parole chiave.* Alpi, biodiversità alpina, cambiamento degli habitat, conservazione degli Anfibi.

## INTRODUCTION

Mountain regions represent some of the areas with the richest biodiversity of the European continent (CHEMINI & RIZZOLI, 2003). Yet, like most ecosystems, they are threatened by the synergistic effect of land-use conversion and climate change (CHEMINI & RIZZOLI, 2003; DIRNBÖCK *et al.*, 2011).

Because of their extreme adaptations, montane and alpine species are particularly susceptible to environmental changes (VITERBI *et al.*, 2013). This is especially true in the case of species with limited dispersal abilities, such as reptiles and amphibians, for which relatively short distances can be insuperable barriers preventing recolonization in the case of local extinction (URSENBACHER *et al.*, 2009).

Nevertheless, alpine amphibians represent an important part of trophic chains (SZTATECSNY *et al.*, 2013) as well as a highly diversified gene-pool (SAVAGE *et al.*, 2010). Despite mass disappearances of amphibians in high-altitude environments having been predicted both as a direct and indirect consequence of climate change and habitat fragmentation (MCCAIN & COLWELL, 2011; SHELDON *et al.*, 2011), alpine herpetofauna is still largely neglected in conservation studies (CORN, 2005).

Here, we report the results of an amphibian monitoring projects conducted between 2018 and 2020 in Paneveggio-Pale di San Martino Nature Park. By analysing the occupancy rates of *Rana temporaria*, we highlight the potential causes that might trigger such trends and stress the importance of investigating changes in widespread species abundance for the potential implications they might have on the ecosystem.

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in Paneveggio-Pale di San Martino Nature Park (46°17'54"N, 11°47'20"E), in Trentino Region, Italy. We surveyed a total of 16 plots in an altitudinal range spanning from 1890 to 2100 m a.s.l.,

in an area consisting of open habitats dominated by grass and shrub vegetation, alternating with coniferous forests. Each plot was at least 250 m away from the next closest one, consisted of two parallel 100-m transects and was surveyed for nine consecutive days with no time constraints. All animals encountered were captured and measured, dividing them in three age classes (MIAUD *et al.*, 1999): juveniles (SVL  $\leq 3.5$  cm), sub-adults (3.5 cm  $<$  SVL  $\leq 5$  cm) and adults (SVL  $> 5$  cm).

In each plot, we collected macro-scale environmental variables measured from the centre of the plot. These include distance from ski-lift, distance from ecotone, and distance from a permanent water source. We further took habitat variables every 10 meters along transects and then averaged them for the whole area. These include percentages of rocks, bush and log ground covers, and ground vegetation height. In addition, for every survey day we noted the Julian date, the survey starting hour, the number of days since the last rain, the intensity of wind, and measured air temperature every 10-m using a probe thermometer. We also gathered average monthly temperatures and total precipitation amount from the local weather station (station number T0103, [www.meteotrentino.it](http://www.meteotrentino.it)).

We analyzed presence/absence data of *Rana temporaria* using multi-season occupancy models (MACKENZIE *et al.*, 2003). As potential detection predictors, we used the daily weather variables, vegetation height and log, bush and rock covers, while as potential occupancy predictors, we used all the environmental and habitat variables. Because of collinearity between the variables, we did not use air temperature and wind intensity in the model selection. Finally, as potential extinction and colonization covariates we used those parameters that were changing yearly, namely bush and log covers, ground vegetation height, previous summer (June-August) total precipitation and current spring (March-May) average temperature. Model selection was performed ranking the models using Aikake's Information Criterion (AIC; BURNHAM & ANDERSON, 2002). The importance of each covariate was calculated by summing up AIC weights ( $\omega$ AIC) for each test predictor across models.

## RESULTS

Overall, we conducted 153 days of surveys evenly distributed among years, and registered a total of 141 observations of *Rana temporaria*. For 96 of these, identification was performed at the individual level. The numbers have been declining steadily, with a 40% reduction from 2018 to 2019 and of 46.7% between 2019 and 2020 (Fig. 1). The proportion of individuals captured to those observed remained constant throughout the whole study. In



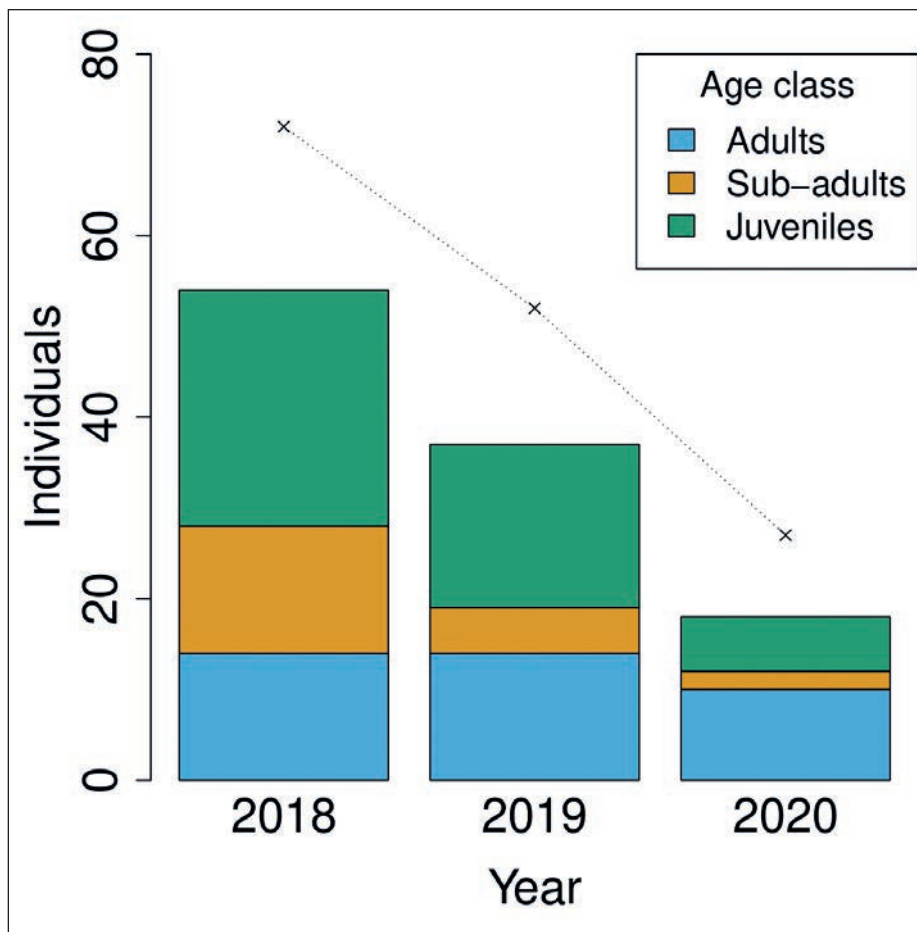


Fig. 1 — Number of individuals of *Rana temporaria* in the different years. The dotted line refers to the total number of individuals including those for which individual identification was not possible.

adjunct to our focal species, we also observed individuals of *Bufo bufo*, *Ichthyosaura alpestris*, *Zootoca vivipara* and *Vipera berus*.

The numbers of individuals were not evenly distributed among age classes, with the adults remaining constant through the three years. Of the other two groups, we recorded a significant loss in the number of sub-adults between 2018 and 2019, which passed from 14 individuals observed in 2018 to only four in 2019. Similarly, juveniles had a similar drop in the next year, with six individuals caught in 2020 compared to the 18 of 2019 and 26 of 2018.

In total, *Rana temporaria* was found in 10 of the 16 plots (62.5 %). However, the mean occupancy probability plummeted between 2019 and 2020 after

two years of stability (0.56, 0.56, and 0.37, respectively). The most important parameter in determining detectability was the year ( $\omega_i = 0.89$ ), followed by vegetation height ( $\omega_i = 0.49$ ), date ( $\omega_i = 0.42$ ), and bush and rock covers ( $\omega_i = 0.37$  and  $0.32$ , respectively). As expected, detectability decreased with increasing vegetation height and ground covers as well as with the passing years (Fig. 2).

On the other hand, the most important predictors for occupancy were distance from water ( $\omega_i = 1$ ), logs, bushes and rock covers ( $\omega_i = 0.88, 0.69$  and  $0.60$ , respectively), and vegetation height ( $\omega_i = 0.51$ ). Increasing rock, bush and log covers as well as vegetation height increased the occupancy rate, while an increasing distance to water decreased it (Fig. 2). Finally, a higher vegetation height favored colonization ( $\omega_i = 0.96$ ) while extinction was mostly predicted by decreasing spring precipitations ( $\omega_i = 0.60$ ) and by a decrease in logs cover ( $\omega_i = 0.53$ ).

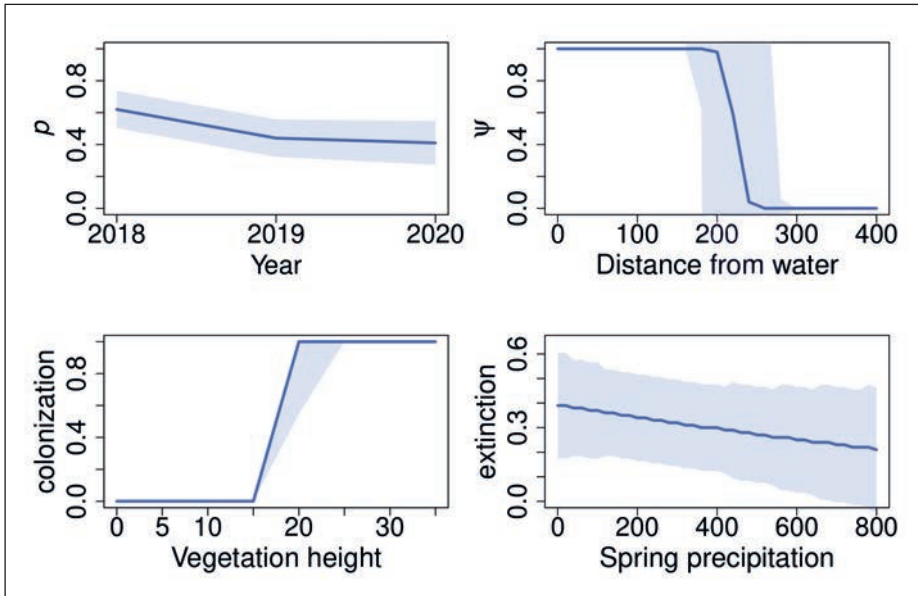


Fig. 2 — Estimates of detection probability ( $p$ ), site occupancy ( $\psi$ ), and colonization and extinction rate with 95% confidence intervals (CIs) plotted against the most important variable as in the first-selected model.

## DISCUSSION

With this study, we provide a short-term population assessment of *Rana temporaria*. The species, generally abundant, is showing marked signs of decline in different areas of its range, especially in its southern regions (GUAR-

INO *et al.*, 2008; KYEK *et al.*, 2017), yet showing some evidence of local adaptation (TIBERTI *et al.*, 2021).

As expected, the species' distribution within the landscape is strongly determined by environmental characteristics such as distance from water. Occupancy was also determined by vegetation heights and availability of microhabitats, which are all frequently removed during the construction and management of ski-runs (NEGRO *et al.*, 2009). However, this is also true for meadows that are not strictly used for winter tourism activities such as those where the grazing pressure is too strong and prevent a sufficient vegetation regrowth.

Since no pathogens or sudden landscape modifications have hit the areas, we attribute the decline to direct and indirect effects of declining precipitations. Amphibians in fact, due to their physiological and phenological characteristics, are considered to be particularly vulnerable to climate change (BLAUSTEIN *et al.*, 2011), especially because of the modifications in the precipitation regime that is associated with climatic shifts (LAWLER *et al.*, 2009). These climatic abnormalities can seriously imperil aquatic species as they can reduce the water availability in the whole landscape and the persistence of ponds that amphibians use for reproduction (GRIFFITHS *et al.*, 2010), but also as they affect terrestrial behaviors like migration and thermoregulation (DERVO *et al.*, 2016), and individual survivability (FICETOLA & MAIORANO, 2016).

Amphibians are known to show marked annual stochastic variability (MARSH, 2001; GREEN, 2003), and there is the chance for these drops to be natural fluctuations in an otherwise stable population. However, even if they are to be considered as stochastic, their continuative repetition in time due to climate change can undermine population stability and increase extinction risks even in widespread species (GREENBERG *et al.*, 2017). The extinction risk further increases if such instability increases the mortality rate in the juveniles (SCHMIDT, 2011; COLE *et al.*, 2016). Moreover, if such oscillations are caused by changes in rainfall patterns, these trends probably reflect a geographically wider condition as the reduced precipitation will likely reflect the regional condition, hence resulting in an overall water reduction across most water bodies of a region (GRIFFITHS *et al.*, 2010).

Further monitoring actions are therefore needed to confirm or reject these hypotheses. Moreover, the monitoring of common and widespread species is of particular importance as it can detect changes in community parameters that might otherwise go unnoticed and thus allows a more prompt intervention with beneficial cascading effect on the whole ecosystem.

REFERENCES

- BLAUSTEIN A.R., HAN B.A., RELYEA R.A., JOHNSON P.T.J., BUCK J.C., GERVASI S.S. & KATS L.B., 2011. The complexity of amphibian declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1223: 108-119.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R., 2002. Model selection and multimodel inference: A practical information-theoretic approach. *Springer-Verlag*, USA.
- CHEMINI C. & RIZZOLI A., 2003. Land use change and biodiversity conservation in the Alps. *J. Mt. Ecol.*, 7: 1-7.
- COLE E.M., HARTMAN R. & NORTH M.P., 2016. Hydroperiod and cattle use associated with lower recruitment in an r-selected amphibian with a declining population trend in the Klamath Mountains, California. *J. Herpetol.*, 50: 37-43.
- CORN P.S., 2005. Climate change and amphibians. *Anim. Biodiv. Conserv.*, 28: 59-67.
- DERVO B.K., BÆRUM K.M., SKURDAL J. & MUSETH J., 2016. Effects of temperature and precipitation on breeding migrations of amphibian species in Southeastern Norway. *Scientifica*, article 3174316.
- DIRNBÖCK T., ESSL F. & RABITSCH W., 2011. Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. *Global Change Biol.*, 17: 990-996.
- FICETOLA G.F. & MAIORANO L., 2016. Contrasting effects of temperature and precipitation change on amphibian phenology, abundance and performance. *Oecologia.*, 181: 683-693.
- GREEN D.M., 2003. The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biol. Conserv.*, 111: 331-343.
- GREENBERG C.H., ZARNOCH S.J. & AUSTIN J.D., 2017. Weather, hydroregime, and breeding effort influence juvenile recruitment of anurans: implications for climate change. *Ecosphere*, 8: e01789.10.1002/ecs2.1789.
- GRIFFITHS R.A., SEWELL D. & MCCREA R.S., 2010. Dynamics of a declining amphibian metapopulation: Survival, dispersal and the impact of climate. *Biol. Conserv.*, 143: 485-491.
- GUARINO F.M., DI GIÀ I. & SINDACO R., 2008. Age structure in a declining population of *Rana temporaria* from northern Italy. *Acta Zool. Hung.*, 54: 99-112.
- KYEK M., KAUFAMN P.H. & LINDNER R., 2017. Differing long term trends for two common amphibian species (*Bufo bufo* and *Rana temporaria*) in Alpine landscapes of Salzburg, Austria. *PLoS ONE*, 12: e0187148.
- LAWLER J.J., SHAFER S.L., BANCROFT B.A. & BLAUSTEIN A.R., 2009. Projected climate impacts on amphibians of the western hemisphere. *Conserv. Biol.*, 24: 38-50.
- MACKENZIE D.I., NICHOLS J.D., HINES J.E., KNUTSON M.G. & FRANKLIN A.B., 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology*, 84: 2200-2207.
- MARSH D.M., 2001. Fluctuations in amphibian populations: a meta-analysis. *Biol. Conserv.*, 101: 327-335.
- MCCAIN C.M. & COLWELL R.K., 2011. Assessing the threat to montane biodiversity from discordant shifts in temperature and precipitation in a changing climate. *Ecol. Lett.*, 14: 1236-1245.
- MIAUD C., GUYÉTAN R. & ELMBERG J., 1999. Variations in life-history traits in the common frog *Rana temporaria* (Amphibia: Anura): a literature review and new data from the French Alps. *J. Zool.*, 249: 61-73.
- NEGRO M., ISAIA M., PALESTRINI C. & ROLANDO A., 2009. The impact of forest ski-pistes on diversity of ground dwelling arthropods and small mammals in the Alps. *Biodiv. Conserv.*, 18: 2799-2821.
- SAVAGE W.K., PREMIER A.K. & SHAFER H.B., 2010. Landscape genetics of alpine Sierra Nevada

- salamanders reveal extreme population subdivision in space and time. *Mol. Ecol.*, 19: 3301-3314.
- SCHMIDT B.R., 2011. Die Bedeutung der Jungtiere für die Populationsdynamik von Amphibien. *Zeit. Feldberpetol.*, 18: 129-136.
- SHELDON K.S., YANG S. & TEWKSBURY J.J., 2011. Climate change and community disassembly: impacts of warming on tropical and temperate montane community structure. *Ecol. Lett.*, 14: 1191-1200.
- SZTATECSNY M., GALLAUNER A., KLOTZ L., BAIERL A. & SCHABETSBERGER R., 2013. The presence of common frogs (*Rana temporaria*) increases the body condition of syntopic Alpine newts (*Ichthyosaura alpestris*) in oligotrophic high-altitude ponds: benefits of high-energy prey in low-productivity habitat. *Ann. Zool. Fenn.*, 50: 209-215.
- TIBERTI R., MANGIACOTTI M. & BENNATI R. 2021. The upward elevational shifts of pond breeding amphibians following climate warming. *Biol. Conserv.*, 253: 108911.
- URSENBACHER S., MONNEY J-C. & FUMAGALLI L., 2009. Limited genetic diversity and high differentiation among the remnant adder (*Vipera berus*) populations in the Swiss and French Jura Mountains. *Conserv. Genet.*, 10: 303-315.
- VITERBI R., CERRATO C., BASSANO B., BIONDA R., VON HARDENBERG A., PROVENZALE A. & BOGLIANI G., 2013. Patterns of biodiversity in the northwestern Italian Alps: a multi-taxa approach. *Community Ecol.*, 14: 18-30.

*Addresses of the authors* — M. CHIACCHIO, A. GRIMM-SEYFARTH & K. HENLE, UFZ-Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Conservation Biology & Social-Ecological Systems, Permoserstr., 15 - 04318 Leipzig (Germany); e-mail: michele.chiacchio@ufz.de; M. CHIACCHIO, Zoological Research Museum Alexander Koenig, Adenauerallee, 160 - 53113 Bonn (Germany).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784732>

LUCA COPPARI, GIANMARCO MINUTI, DAVID FIACCHINI, MARCO MORBIDELLI  
& MIRKO ENEA

ON THE DISTRIBUTION OF THE ITALIAN NEWT *LISSOTRITON ITALICUS* (PERACCA, 1898) IN THE MARCHE REGION:  
NEW OBSERVATIONS AND PREDICTIONS

SUMMARY

The distribution of the Italian endemic species *Lissotriton italicus* is poorly known in the Marche, where it reaches the northernmost limit of its distribution. In this study the presence of the species was reported thanks to new observations on its regional distribution. A total of 29 georeferenced data, including both old and new records, were used to generate a species distribution model and perform an analysis of the bioclimatic preferences of the species in the region. The resulting bioclimatic model indicates that 25% of the study area is suitable for *L. italicus*. However, in the northern part of the region the species appears to be absent. It is argued that the presence of ecological and geographical barriers, as well as the competition with the co-occurring species *L. vulgaris meridionalis*, could explain the current distribution of the Italian newt in the Region. Future studies will help improve understanding this distribution pattern and guide appropriate conservation strategies.

*Key words:* endemism, species distribution modelling, MaxEnt.

RIASSUNTO

*Distribuzione del tritone italico Lissotriton italicus (Peracca, 1898) nelle Marche: nuove osservazioni e predizioni.* La distribuzione del Tritone italiano *Lissotriton italicus*, specie endemica dell'Italia centro-meridionale, è ancora poco conosciuta per le Marche, regione dove raggiunge il limite settentrionale del suo areale. In questo articolo vengono riportate nuove osservazioni regionali raccolte negli ultimi anni (2018-2021). In totale, 29 dati georeferenziati, tra vecchie e nuove segnalazioni, sono stati utilizzati per elaborare un modello di distribuzione che tiene conto delle preferenze bioclimatiche della specie. Nonostante il modello evidenzia una vasta area di idoneità ambientale per *L. italicus* nelle Marche, nella parte settentrionale della regione la specie sembra essere del tutto assente. La presenza di barriere geografiche ed ecologiche, ed in parte la competizione con la specie vicariante *L. vulgaris meridionalis*, possono descrivere l'attuale distribuzione del Tritone italiano. Future indagini di campo potranno chiarire meglio tale distribuzione ed orientare le strategie per la conservazione.

*Parole chiave:* endemismo, modello di distribuzione, MaxEnt.

## INTRODUCTION

The Italian newt *Lissotriton italicus* (Peracca, 1898) is endemic to the southern- and central regions of mainland Italy (SINDACO *et al.*, 2006; LANZA *et al.*, 2009). It inhabits a wide variety of natural and artificial habitats, from small, still water bodies (e.g., water tanks, small ponds and pools) to slow-flowing streams. In the Marche, where the species reaches its northernmost distribution, observations are few and/or dated (FIACCHINI, 2003, 2013; FIACCHINI *et al.*, 2006). To improve the current knowledge on the distribution and status of the regional populations of the species, surveys were carried out from February 2018 to April 2021. The surveyed sites were selected on the basis of the presence of optimal reproductive environments and minimum anthropogenic disturbance. Individuals were visually observed in their habitat without any sort of manipulation. Through these systematic surveys, 3 previously known sites were confirmed and 11 new ones were detected, adding 4 new 10x10 km cells to the applied grid (17 cells, equal to 13% of regional UTM squares; Fig. 1). The old and new records (29 georeferenced points) were pooled together for further analyses.

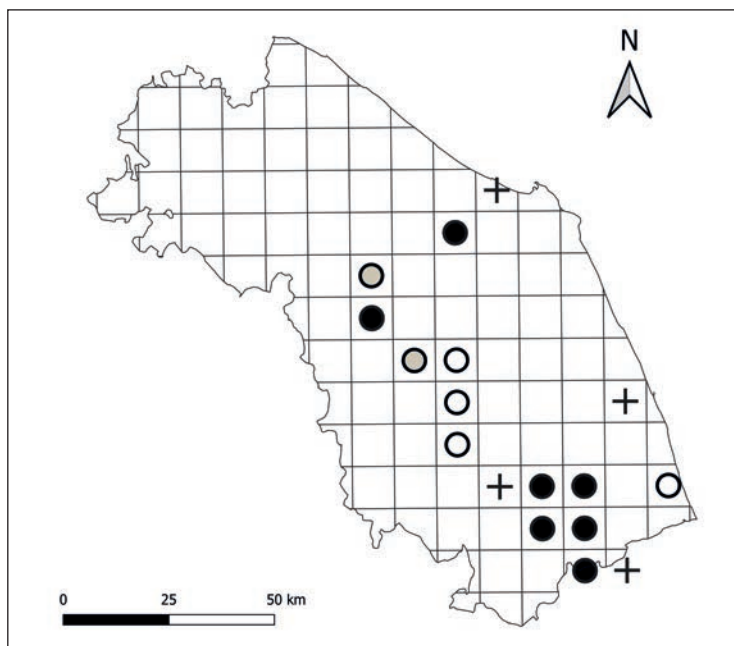


Fig. 1 — Updated distribution of *Lissotriton italicus* in the Marche. Black dots indicate previously known 10 x 10 km cells; gray dots indicate previously known cells with new sites; white dots indicate new cells; and crosses indicate known cells not used for the model.



In order to predict and prioritize locations for future surveys of *L. italicus* in the Marche, a bioclimatic suitability map of the species was generated via maximum entropy modelling (MaxEnt 3.4.0; PHILIPS *et al.*, 2006). Altitude, as well as 19 bioclimatic variables, were downloaded from the WorldClim 2.1 database (<https://www.worldclim.org>). All layers featured a 30 arc-sec spatial resolution and were clipped to the extent of the study area. To eliminate spatial collinearity among predictors, a Pearson's correlation matrix was calculated in R 3.6.1 (R Core Team, 2019). For each pair of correlated variables ( $|r| > 0.75$ ), the most relevant to the biology of *L. italicus* was retained. The following variables were selected: bio04 (temperature seasonality); bio06 (minimum temperature of the coldest month); bio07 (annual temperature range); bio09 (mean temperature of the driest quarter); bio14 (precipitation of the driest month); bio15 (precipitation seasonality); and bio18 (precipitation of the warmest quarter). A total of 30 replicates were computed in MaxEnt (default settings), each with 70% of data points randomly used for training and 30% for model validation. Jackknife analysis was applied for estimating relative contribution of each predictor variable to the final model. Model performance was evaluated based on average omission rate (OR) and area under curve (AUC) statistics. AUC is a measure of the model's discriminatory ability between presence and background points. A model with low detectability will have AUC values closer to 0.5 (indicating no greater fit than expected by chance), whereas a model with high detectability will have values closer to 1.0 (indicating perfect model fit; ELITH *et al.*, 2006). The average model prediction was used to produce the habitat suitability map for *L. italicus*, showing that about 25% of the study area is considered reasonably suitable (i.e., with scores > than 0.4) for the species (Fig. 2). The suitable area is mostly concentrated around the hilly and foothills environments of central and southern Marche (i.e., Natural Regional Park "Gola della Rossa e di Frasassi", Natural Regional Reserve "Monte San Vicino e Monte Canfaieto", mountains from Fabriano to Sefro, hills from Cingoli to San Severino Marche, hills from Camerino to Ascoli Piceno and forests between Cupramarittima and Ripatransone), with isolated patches in the North and on the coastline (Natural Reserve "Gola del Furlo" and Regional Park "Conero"). The average AUC for 30 replicated runs was  $0.910 \pm 0.035$ , indicating high model performance in predicting the species occurring pattern.

The distribution of the Italian newt in the Marche is still fragmented. However, our results highlight a trend towards Mediterranean, mid-altitude habitats, similar to the species habitat in southern Italy. There are isolated areas of suitability proposed by the model, where no data are reported, such as on Regional Park "Conero" and the Central Apennine near Umbria. These could not be easily reached by the species due to geographical and ecological barriers, and the

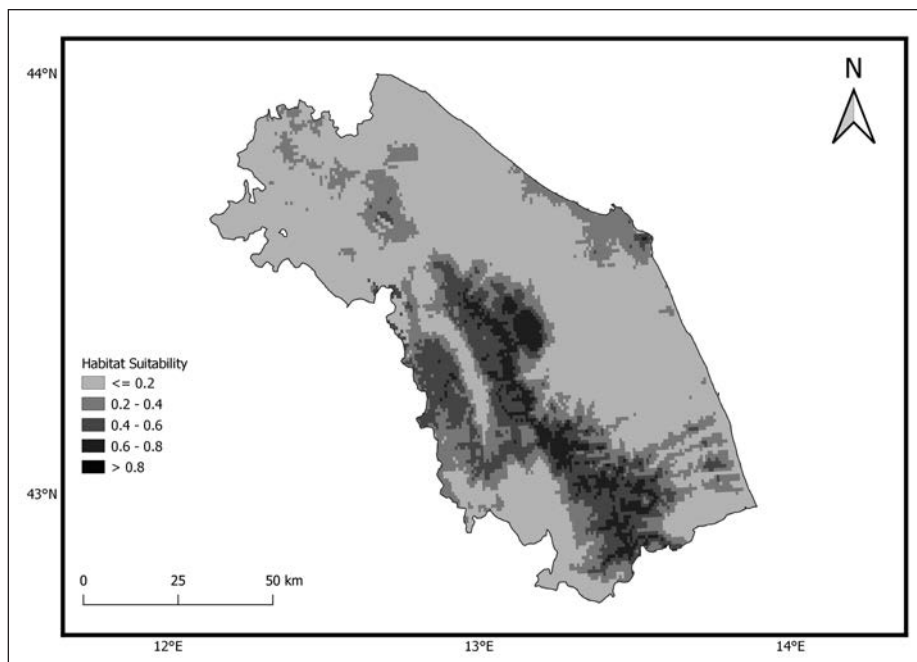


Fig. 2 — Species distribution model for *Lissotriton italicus* in the Marche based on maximum entropy algorithm (MaxEnt 3.4.0; Phillips *et al.*, 2006). Darker colours indicate higher bioclimatic suitability.

co-occurring species *L. vulgaris meridionalis*, determining possible competitive displacement (IANNELLA *et al.*, 2017; MIRABASSO *et al.*, 2020). Furthermore, environmental and anthropogenic factors such as land use, intensive agriculture and human pressure, mainly in lowlands, may have separated existing populations of *L. italicus* or blocked the dispersal of individuals, preventing the colonization of new sites. Further investigations are recommended to improve the knowledge of the current distribution of this Italian endemic species in the Marche, also in order to guide appropriate conservation strategies.

*Acknowledgements* — We thank Federico Brega, Stefano Ciocchetti and Giorgio Marini for observations and data.

#### REFERENCES

- ELITH J., GRAHAM C.H., ANDERSON R.P., DUDÍK M., FERRIER S., GUISAN A. & ZIMMERMANN N.E., 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129-151.

- FIACCHINI D., 2003. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Provincia di Ancona. *Assessorato all' Ambiente della Provincia di Ancona, Nuove Ricerche editore*, Ancona, 128 pp.
- FIACCHINI D., 2013. Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Parco Nazionale dei Monti Sibillini. Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini. Collana "Quaderni scientifico-divulgativi", vol. 16. *Editrice GESP*, Città di Castello, 112 pp.
- FIACCHINI D., DI MARTINO V. & POLINI N., 2006. Contributo alla conoscenza della distribuzione degli Anfibi Urodela del genere *Triturus* (Rafinesque, 1815) nelle Marche. Pp. 83-95 in: Zuffi M.A.L. (ed.), *Atti V Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital., University Press*, Firenze.
- IANNELLA M., CERASOLI F. & BIONDI M., 2017. Unraveling climate influences on the distribution of the parapatric newts *Lissotriton vulgaris meridionalis* and *L. italicus*. *Frontiers in Zoology*, 14: 55.
- LANZA B., NISTRI A. & VANNI S., 2009. Anfibi d'Italia. Quaderni di Conservazione della Natura, 29. Min. Amb. Tutela Terr. Mare, ISPRA. *Grandi & Grandi Editori*, 450 pp.
- MIRABASSO J., BISSATTINI A.M., BOLOGNA M.A., LUISELLI L., STELLATI L. & VIGNOLI L., 2020. Feeding strategies of co-occurring newt species across different conditions of syntopy: a test of the "Within-Population Niche Variation" hypothesis. *Diversity*, 12 (5): 181.
- PHILLIPS S.J., ANDERSON R.P. & SCHAPIRE R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.*, 190 (3-4): 231–259.
- R CORE TEAM, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E. & BERNINI F. (eds.), 2006. Atlante degli anfibi e dei rettili d'Italia / Atlas of Italian Amphibians and Reptiles. *Societas Herpetologica Italica, Edizioni Polistampa*, Firenze, 789 pp.

*Author's addresses* — L. COPPARI, corresponding author, e-mail: [luca.coppari@yahoo.it](mailto:luca.coppari@yahoo.it), M. ENEA, D. FIACCHINI, M. MORBIDELLI, S.H.I. Sezione interregionale Umbria–Marche, G. MINUTI, Department of Biology, Ecology & Biodiversity Research Unit, Vrije Universiteit Brussels, Brussels (Belgium).



LUCA CORRADI & GIOVANNI BOMBIERI

LA PRESENZA DEL TRITONE ALPESTRE *ICHTHYOSAURA ALPESTRIS* (LAURENTI, 1768) (*Amphibia Caudata*) IN DUE CAVITÀ CARSIICHE DEI MONTI LESSINI VERONESI (VERONA)

RIASSUNTO

Nel presente lavoro viene documentata la presenza di *Ichthyosaura alpestris* in due cavità carsiche a sviluppo verticale dei Monti Lessini Veronesi (Verona). Le due popolazioni sono state oggetto di un monitoraggio della durata di un anno, che ha portato a un totale di 108 tritoni osservati, di cui 18 adulti e 90 giovani. Si riportano i dati relativi alle variabili ambientali e, il sesso, la lunghezza totale e il peso degli animali catturati.

*Parole chiave:* *Ichthyosaura alpestris*, grotte, monitoraggio, Monti Lessini, Prealpi Venete.

SUMMARY

*The presence of the Alpine newt Ichthyosaura alpestris (Laurenti, 1768) (Amphibia Caudata) in two karst cavities of the Monti Lessini Veronesi (Verona, Italy). This work deals with the presence of Ichthyosaura alpestris in two vertical karst cavities of the Lessini Veronesi Mountains (Verona, Italy). The two populations were monitored throughout a year. 108 newts were observed (18 adults and 90 juveniles). Data relating to environmental variables, sex, total length and weight of the newts are reported.*

*Key words:* *Ichthyosaura alpestris*, caves, sampling, Lessini Mountains, Venetian Prealps.

INTRODUZIONE

È noto che alcune specie di anfibi europei frequentano gli ambienti ipogei in maniera regolare od occasionale (BOLOGNA, 1982; BRESSI & DOLCE, 1999; LUNGI *et al.*, 2014). Oltre alla specie tipicamente troglobia *Proteus*

*anguinus*, alle specie eutroglofile del genere *Speleomantes*, nonché dei generi *Euproctus* e *Calotriton*, sono riportate in bibliografia diverse segnalazioni che descrivono la riproduzione in grotta di *Salamandra salamandra* (RAZZETTI *et al.*, 2001; MANENTI *et al.*, 2009, 2017), di *Salamandrina perspicillata* (RAZZETTI *et al.*, 2001) e di *Bufo bufo* (BONINI *et al.*, 1999). Di altre specie è stata segnalata la presenza in grotta; tra gli Anuri si ricorda: *Pelodytes punctatus* (GIMÉNEZ-LOPÉZ & GUARNER DEU, 1982; LANZA, 1983); *Discoglossus pictus*, *Epidalea calamita* e *Bufo spinosus* (GIMÉNEZ-LOPÉZ & GUARNER DEU, 1982); *Bufotes viridis* (ANDREEV *et al.*, 1997; UHRIN & LESINSKY, 1997); *Bombina bombina* (ANDREEV *et al.*, 1997; BRESSI & DOLCE, 1999); *Hyla arborea* (UHRIN & LESINSKY, 1997); *Hyla intermedia* (LANZA, 1983); *Pelophylax ridibundus* (ANDREEV *et al.*, 1997); *Pelophylax esculentus* (BRESSI & DOLCE, 1999); *Rana temporaria* e *Rana dalmatina* (UHRIN & LESINSKY, 1997); *Rana iberica* (ROSA & PENADO, 2013); *Rana italica* (LUNGI *et al.*, 2018); *Rana latastei* (BRESSI & DOLCE, 1999). Tra gli Urodeli si annoverano invece *Chioglossa lusitanica* (GILBERT & MALKMUS, 1989); *Pleurodeles waltl* (HERRERO & HINCKLEY, 2014); *Triturus marmoratus* (GIMÉNEZ-LOPÉZ & GUARNER DEU, 1982); *Triturus cristatus* e *Lissotriton vulgaris* (LANZA, 1983; UHRIN & LESINSKY, 1997; BRESSI & DOLCE, 1999); *Lissotriton boscai* (HINCKLEY, 2014) e, segnalato in alcune grotte del Belgio, della Slovenia e della Croazia, *Ichthyosaura alpestris* (BRESSI & DOLCE, 1999).

Il presente articolo documenta la presenza del tritone alpestre in ambiente ipogeo, all'interno di due cavità carsiche a sviluppo verticale dei Monti Lessini Veronesi (Verona) nell'arco temporale di un anno.

## MATERIALI E METODI

### *Area di studio*

Il presente studio è stato svolto nel settore occidentale delle Prealpi Venete, in particolare sui Monti Lessini nel comune di Bosco Chiesanuova (Verona). Il rilievo dei Monti Lessini è costituito prevalentemente da rocce carbonatiche che ne determinano la particolare morfologia, caratterizzata da rilievi morbidi soprattutto nella fascia sommitale, un altipiano denominato “Alti Lessini”, e da strette valli che spesso assumono l'aspetto di *canyon* nei “Medi e Bassi Lessini” (i cosiddetti “vaj”). L'area, soggetta ad intensi fenomeni di carsismo, non presenta corpi d'acqua superficiali, ad eccezione delle numerose pozze d'alpeggio appositamente realizzate dall'uomo (SAURO, 1973).

Gli ambienti presenti nell'area di studio sono quelli di transizione tra la “Faggeta montana tipica a dentaria” e la “Faggeta montana con abete bianco”

(DEL FAVERO *et al.*, 1991); le aree prative e pascolive invece appartengono alla tipologia del “Brometo mesofilo”, caratteristico dei versanti alpini centro-occidentali (PASUT *et al.*, 2021).

### *Siti*

Sono stati individuati due pozzi carsici ritenuti idonei allo studio, in cui sono stati osservati i tritoni alpestri.

L’“Abisso di Monte Belfiore”, in seguito denominato “sito A”, è localizzato ad una quota di 1359 m s.l.m. in località Casetta, nel Comune di Bosco Chiesanuova (Verona). Ha uno sviluppo verticale di 28 m, che coincide con la profondità massima della grotta. L’ingresso è costituito da una piccola apertura del diametro di circa mezzo metro; l’ambiente esterno è costituito da un bosco maturo di faggio sul versante esposto a Sud. Il fondo della grotta è formato da una superficie piatta di circa 4 m<sup>2</sup> formatasi dall’accumulo di pietre staccatesi dalle pareti e di abbondante materiale organico proveniente dall’ambiente esterno: humus, rami, foglie di faggio. Sul fondo della grotta si dipartono due rami che scendono ulteriormente in profondità, ma così stretti da non consentire il passaggio.

Il “Buso del Basalisco”, in seguito denominato “sito B”, è localizzato ad una quota di 1185 m s.l.m. in località Contrada Beccherli, nel Comune di Bosco Chiesanuova (Verona); ha uno sviluppo verticale e una profondità di 8 m; l’ingresso è formato da una apertura del diametro di un metro; l’ambiente esterno è costituito da un bosco maturo di faggio sul versante esposto a Est. Il fondo della grotta è cieco, non presentando rami secondari, e costituito da una superficie piana di circa 2 m<sup>2</sup> formatasi dall’accumulo di pietre staccatesi dalle pareti e di abbondante materiale organico proveniente direttamente dall’ambiente esterno: humus, rami, foglie di faggio.

### *Tecniche di monitoraggio*

Secondo le indicazioni operative del manuale ISPRA (STOCH & GENOVESI, 2016), i monitoraggi relativi agli anfibi in ambiente ipogeo, descritti per le specie del genere *Speleomantes*, si eseguono mediante transetti con conteggio a vista (FICETOLA *et al.*, 2016; LUNGHINI *et al.*, 2016). Nel caso in questione ciò non è stato applicabile in quanto le aree interessate non sono a sviluppo orizzontale ma sono costituite da superfici ridotte di pochi metri quadrati, al termine di profondi pozzi verticali. Si è deciso così di applicare la tecnica del *removal sampling*, normalmente utilizzata in piccoli corpi d’acqua. Gli animali non sono stati marcati e pertanto la comparazione fra le due grotte è stata limitata a una singola sessione per sito, della durata di un’ora. Al termine di ogni sessione tutti i tritoni sono stati rilasciati.



Di ogni individuo catturato si sono registrati i seguenti parametri: la lunghezza totale, con calibro digitale (modello: Mitutoyo CD-15CP, accuratezza  $\pm 0.0254$  mm, risoluzione 0,01 mm); il peso, mediante bilancia di precisione (modello: Accuweight 255, accuratezza 0,01g); il sesso, mediante controllo a vista della livrea che nelle femmine è marmorata e uniforme mentre nei maschi assume colori sgargianti nel periodo riproduttivo, e la cresta dorsale nei periodi restanti dell'anno (LANZA *et al.*, 2007). Gli individui di lunghezza totale inferiore a 70 mm sono stati identificati come giovani, in accordo con LANZA *et al.* (2007).

Durante le sessioni si sono rispettate tutte le precauzioni sanitarie e le attività sono state autorizzate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Prot. 13480/2020).

### *Parametri ambientali*

Ogni sessione di campionamento ha incluso una caratterizzazione ambientale registrando i seguenti parametri sia all'esterno della grotta sia sul fondo (Tabella 1): temperatura, rilevata mediante termometro digitale (modello: Hanna Checktemp 1, errore  $\pm 0,2$  °C, risoluzione 0,1 °C); umidità relativa, rilevata mediante misuratore di umidità (modello: Professional Instruments HTM-41, errore  $\pm 5\%$ , risoluzione 0,1% RH).

## RISULTATI

Sono state svolte, a cadenza irregolare, 6 sessioni di monitoraggio per grotta, per un totale di 12 sessioni, nell'arco di un anno. Nella Tab. 1 sono riportati i valori di temperatura, umidità relativa e il numero totale degli individui osservati per sito per visita.

Tab. 1.

Parametri ambientali registrati durante tutte le sessioni di campionamento e numero di individui osservati; n.r.=non registrato.

*Environmental parameters recorded during all sampling sessions and number of individuals observed; n.r. = not registered.*

	Sito A	Sito B	Sito A	Sito B	Sito A	Sito B	Sito A	Sito B	Sito A	Sito B	Sito A	Sito B
	03/01/2020	07/03/2020	23/04/2020		24/05/2020		24/06/2020		01/08/2020		23/12/2020	
<b>T esterna (°C)</b>	1,8	6,1	12,8	13,9	15,2	15,6	18,9	16	26,8	22,4	3,9	5,3
<b>T fondo (°C)</b>	7,6	4,5	8	7,2	8,3	8	8	8,6	9,5	9,8	7,7	6,6

<b>UR esterna (RH%)</b>	n.r.	65	36,3	31	65,3	76,1	61,1	91	69,3	85,8	79,8	n.r.
<b>UR fondo (RH%)</b>	n.r.	81,2	83,3	54	94,3	87,5	81,8	86,7	80	86,3	90,7	n.r.
<b>N tot individui osservati</b>	8	0	22	2	14	14	13	11	10	10	3	1

L'indagine ha portato a 108 catture di cui 70 nel sito A e 38 nel sito B. Per la comparazione fra siti sono stati utilizzati i dati raccolti il 24 maggio 2020, giorno in cui complessivamente è stato effettuato il maggior numero di catture: 28 (14 nel sito A e 14 nel sito B).

In Tab. 2 sono riportati i valori relativi alle variabili misurate.

Tab. 2.  
Valori relativi alla lunghezza totale e massa misurati durante la sessione di monitoraggio del 24 maggio 2020.  
*Total length and mass values measured during the monitoring session on May 24, 2020.*

<b>Parametri biometrici Sito A</b>				<b>Parametri biometrici Sito B</b>			
		<b>Lunghezza totale (mm)</b>	<b>massa (g)</b>			<b>Lunghezza totale (mm)</b>	<b>massa (g)</b>
N. 0 Femmine	media	-	-		media	78	2,34
	DS	-	-		DS	6	0,44
	min	-	-	N. 3 Femmine	min	71	2,04
	max	-	-		max	81	2,85
N. 0 Maschi	media	-	-	N. 1 Maschi	media	70	1,14
	DS	-	-		DS	-	-
	min	-	-		min	70	1,14
	max	-	-		max	70	1,14
N. 14 Giovani	media	54	0,57	N. 10 Giovani	media	50	0,58
	DS	7	0,21		DS	5	0,13
	min	47	0,28		min	45	0,33
	max	67	1,02		max	58	0,73

È stata operata una comparazione dei parametri ambientali delle due grotte, esclusivamente nelle date in cui si è eseguito il monitoraggio in

entrambi i siti: 23 aprile; 24 maggio; 24 giugno; 1 agosto; 23 dicembre 2020. Relativamente alla temperatura registrata sul fondo dei due pozzi, il sito A presenta uno scarto di temperatura più ristretto (1,8 °C) con valori che oscillano tra 7,7 e 9,5 °C (Fig. 1) a fronte di un range di temperatura più ampio del sito B, con valori compresi tra 6,6 e 9,8 °C (3,2 °C) (Fig. 2). La percentuale di umidità relativa è mediamente più alta nel sito A (84,9%) rispetto al sito B (78,6%) e con uno scarto discretamente minore nel sito A: min 80% max 94,3% (scarto: 14,3%), rispetto al sito B: min 54% max 87,5% (scarto: 33,5%).

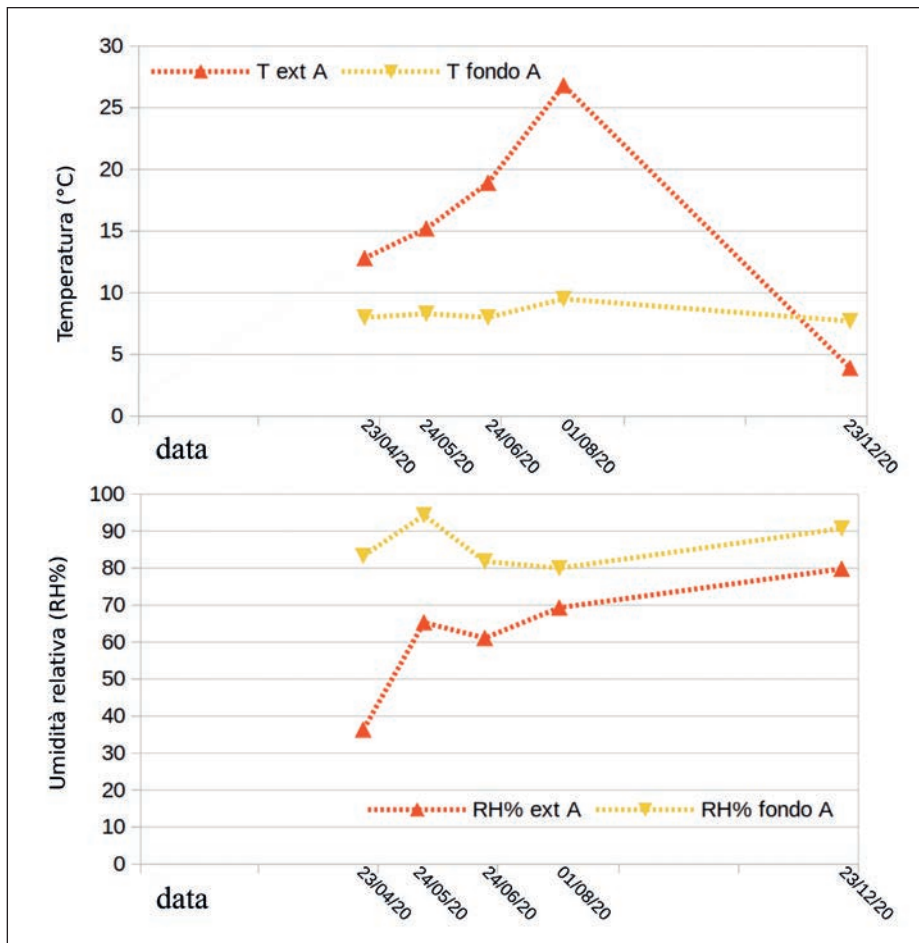


Fig. 1 A-B — Andamento della temperatura (A) e dell'umidità relativa (B) del sito A nelle diverse sessioni di campionamento/Trend of the temperature (A) and relative humidity (B) of site A in the different sampling sessions.

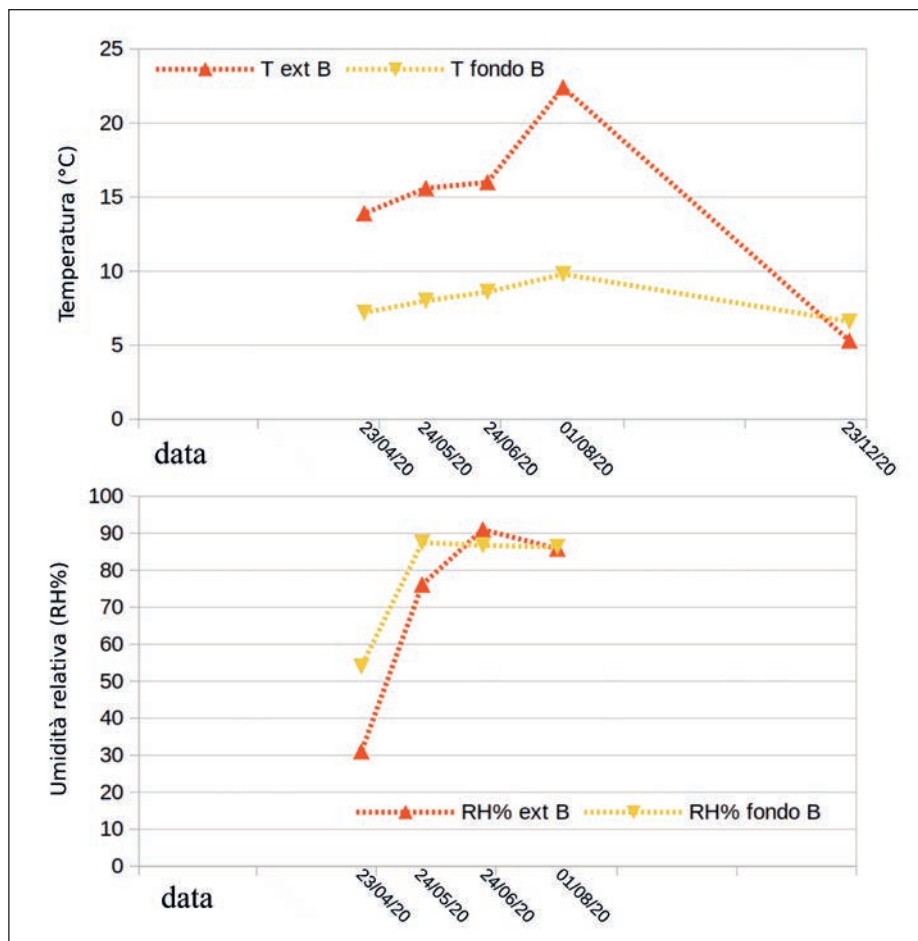


Fig. 2 A-B — Andamento della temperatura (A) e dell'umidità relativa (B) del sito B nelle diverse sessioni di campionamento/Trend of the temperature (A) and relative humidity (B) of site B in the different sampling sessions.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Da un'analisi dei dati relativi alle temperature registrate all'interno e all'esterno dei due siti nell'arco dell'anno si riscontra per entrambi, come prevedibile, un evidente andamento stagionale, mentre si evidenzia un andamento moderatamente diverso delle temperature registrate sul fondo delle due grotte. Per quanto concerne l'umidità si nota una maggiore costanza di valori nel sito A. Tale differenza potrebbe essere dovuta alla diversa profondità dei due siti: il sito A, avendo profondità mag-

giore, presenta verosimilmente un microhabitat più costante (LUNGHİ *et al.*, 2015).

Si può ipotizzare che nel sito A *Ichthyosaura alpestris* sia presente addirittura tutto l'anno in quanto la sua presenza è stata riscontrata durante tutte le sessioni di studio, per quanto invece concerne il sito B non è possibile dedurre altrettanto poiché il tritone alpestre vi è stato osservato 5 volte su 6 (Tab. 1).

In entrambe le grotte, nella data scelta per la comparazione, si è riscontrata la presenza di un elevato numero di individui giovani (Tab. 2). Tale dato potrebbe essere interpretato in relazione alla biologia della specie: solo una piccola parte delle osservazioni è potenzialmente riferibile agli spostamenti degli adulti per la riproduzione, mentre la maggior parte risulterebbe costituita da giovani in dispersione (LUNGHİ *et al.*, 2015).

I pozzi carsici, caratterizzati da alti valori di umidità e temperatura tendenzialmente costanti potrebbero quindi rappresentare, data la presenza di risorse trofiche idonee (presenza di artropodi), un habitat adatto al tritone alpestre, per lo meno temporaneamente, ma al contempo costituire una trappola dalla quale verosimilmente è difficile uscire.

*Ringraziamenti* — Si ringrazia Leonardo Latella, conservatore della sezione di zoologia del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, per la gentile collaborazione, e il gruppo speleologico CRN Monti Lessini per il supporto logistico e l'aiuto durante le fasi di armo e disarmo delle grotte.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANDREEV S.P., VASILIEV A.G. & LOZA M.N., 1997. Vertebratefauna of the Moldavian underground. Pp. 321-323 in: Jeannin P.Y. (ed.), Proc. XII Intern Congress of Speleology. *Speleo Projects*. Basel.
- BOLOGNA M.A., 1982. Anfibi cavernicoli con particolare riguardo alle specie italiane. *Lav. Soc. It. Biogeogr.*, n.s., 7: 451-463.
- BONINI L., RAZZETTI E. & BARBIERI F., 1999. Cave breeding of *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) in Liguria (North West Italy). Pp. 59-61 in: Miaud C. & Guyetant R. (eds.), Current Studies in Herpetology. *Le Bourget du Lac* (SEH), 480 pp.
- BRESSI N. & DOLCE S., 1999. Osservazioni di anfibi e rettili in grotta, *Riv. Idrobiol.*, 38: 475-481.
- DEL FAVERO R., DE MAS G. & LASEN C., 1991. Guida all'individuazione dei tipi forestali del Veneto. *Regione del Veneto, Assessorato Agricoltura e Foreste - Dipartimento Foreste*, 71 pp.
- FICETOLA G.F., LUNGHİ E., FIACCHINI D. & SALVIDO S., 2016. *Speleomantes ambrosii* (Lanza, 1955) (Geotritone di Ambrosi) *S. strinatii* (Aellen, 1958) (Geotritone di Strinati) Pp. 208-211 in: Stoch F. & Genovesi P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA, Serie Manuali e linee guida*, 141.
- GILBERT A. & MALKMUS R., 1989. Laichplatz von *Chioglossa lusitanica* in einem Bergwerkstollen in Portugal. *Herpetofauna*, 11: 6-8.

- GIMÉNEZ-LOPÉZ S. & GUARNER DEU N., 1982. Distribución hipogea de *Salamandra salamandra* Laurenti (Amphibia, Salamandridae) en San Lorenç del Munt y Serra de l'Obac (Terrasa, Provincie de Barcelona, España). *Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 13: 43-45.
- HERRERO D. & HINCKLEY A., 2014. First record of a tunnel breeding population of *Pleurodeles waltl* and two other records of Iberian cave dwelling urodeles. *Bol. Asoc. herpetol. Española*, 25: 8-12.
- LANZA B., 1983. Guide per il Riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 27. Anfibi, Rettili (Amphibia, Reptilia). Collana del progetto finalizzato 'Promozione della qualità dell'ambiente', AQ/1/205. CNR. Roma.
- LANZA B., ANDREONE F., BOLOGNA M.A., CORTI C. & RAZZETTI E., 2007. Fauna d'Italia. Amphibia. Ed. *Calderini de Il Sole 24 ORE*, Bologna, 540 pp.
- LUNGI E., BRUNI G., FICETOLA G.F. & MANENTI R., 2018. Is the Italian stream frog (*Rana italica* Dubois, 1987) an opportunistic exploiter of cave twilight zone? *Subterranean Biology*, 25: 49-60.
- LUNGI E., MANENTI R. & FICETOLA G.F., 2014. Do cave features affect underground habitat exploitation by non-troglobite species? *Acta Oecol.*, 55: 29-35.
- LUNGI E., MANENTI R. & FICETOLA G.F., 2015. Seasonal variation in microhabitat of salamanders: environmental variation or shift of habitat selection? *PeerJ.*, 3: e1122.
- LUNGI E., MANENTI R. & FICETOLA G.F., 2016. *Speleomantes flavus* (Stefani, 1969) (Geotritone del Monte Albo) *S. genei* (Temminck & Schlegel, 1838) (Geotritone di Gené) *S. imperialis* (Stefani, 1969) (Geotritone imperiale) *S. sarrabusensis* (Lanza et al., 2001) (Geotritone dei Sette Fratelli) *S. supramontis* (Lanza, Nascetti & Bullini, 1986) (Geotritone del Supramonte). Pp. 212-215 in: Stoch F. & Genovesi P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141.
- MANENTI R., FICETOLA G.F., BIANCHI B. & DE BERNARDI F., 2009. Habitat features and distribution of *Salamandra salamandra* in underground springs. *Acta Herpetologica* 4: 143-151.
- MANENTI R., LUNGI E. & FICETOLA G.F., 2017. Cave exploitation by an usual epigean species: A review on the current knowledge on fire salamander breeding in cave. *Biogeographia*, 32: 31-46.
- PASUT D., 2021. Analisi della vegetazione pascoliva. Pp. 137-152 in: Menegazzi G., Pasut D., Malvezzi M. & Zanini R., Alti Pascoli della Lessinia – Patrimonio per il futuro. *Associazione Tutela della Lessinia, La Grafica Editrice*, Vago di Lavagno, 186 pp.
- RAZZETTI E., BONINI L. & BARBIERI F., 2001. Riproduzione in grotta di *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) e *Salamandrina terdigitata* (Lacépède, 1788) negli Appennini settentrionali. Pp. 181-184 in: Bernini F., Bonini L. & Razzetti E. (Eds.), Atti 3° Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Pianura*, 13(1): 1-360.
- ROSA G.M. & PENADO A., 2013. *Rana iberica* (Boulenger, 1879) goes underground: subterranean habitat usage and new insights on natural history. *Subterr. Biol.*, 11: 15-29.
- SAURO U., 1973. Il paesaggio degli Alti Lessini: studio geomorfologico. *Mem. Mus. civ. Stor. nat. Verona*, 6: 161-172.
- STOCH F. & GENOVESI P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141.
- UHRIN M. & LESINSKY G. 1997. Mechanism of occurrence of amphibians in an underground space in Slovakia: preliminary data evaluation. Pp. 325-327 in: Swiss Speleological Society (ed.), Proc. XII Congress Speleology. *Speleo Projects*, Basel.

ria Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); email: info@lucacorradi.it; G. BOMBIERI, World Biodiversity Association, c/o Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona (I); email: giovannibombieri@outlook.it e Wildlife Initiative NGO, Khan Uul 15 Khoroo 30-10 Toot - 17011 Ulaanbaatar (Mongolia).



CLAUDIA CORTI, PIETRO LO CASCIO, MARTA BIAGGINI,  
MASSIMO GIOVANNOTTI, VINCENZO CAPUTO BARUCCHI,  
NICOLAS NÈGRE SANTUCCI & MICHEL-JEAN DELAUGERRE

THE UNEXPECTED “PERSISTENCE” OF THE ENDEMIC  
*ARCHAEOLACERTA BEDRIAGAE* ON THREE CORSICAN ISLETS

SUMMARY

*Archaeolacerta bedriagae* is a Corso-Sardinian endemism, known only from the Corsican Islet La Folaca, but recently discovered on two other islets (Lavezzi satellite islands). All three populations genetically belong to the sub-Corsican clade. The micro-insular distribution of this lizard is limited to the islands and islets of the Strait of Bonifacio. The absence of the Bedriaga's rock lizard in the Corsican main islands of Lavezzi and Cavallo still remains unexplained; however, for the latter, habitat alterations and the introduction of alien species could be the cause. The absence of the Bedriaga's rock lizard from the other Lavezzi islets may have been influenced by the morphology and vegetation cover of these islets.

*Key words:* Lacertidae, Mediterranean, Corsica, islands.

RIASSUNTO

*L'inaspettata persistenza di Archeolacerta bedriagae su tre isolotti della Corsica.* La Lucertola di Bedriaga, endemita sardo-corsa nota per essere presente su un solo isolotto costiero della Corsica meridionale, è stata di recente scoperta anche su due isolotti satelliti dell'Isola di Lavezzi. Tutte e tre le popolazioni appartengono geneticamente a un sub-clade corso. L'assenza della specie sulle isole maggiori di Lavezzi e Cavallo non è facilmente interpretabile, tuttavia, in particolar modo relativamente a quest'ultima, le alterazioni dell'habitat nonché l'introduzione di specie aliene da parte dell'uomo potrebbero esserne stata la causa. La sua assenza sugli altri isolotti dell'arcipelago di Lavezzi potrebbe dipendere dalla morfologia e relativa copertura vegetale degli isolotti.

*Parole chiave:* Lacertidae, Mediterraneo, Corsica, isole.

## INTRODUCTION

Lizards are widespread on many islets in the Mediterranean. Since the Last Glacial Maximum most of these small lands remained isolated from the mainland as happened for the satellite islets of Corsica and Sardinia (LANZA & POGGESI, 1986; SENCZUK *et al.*, 2019). In most cases the presence of a species on an islet, when not introduced by humans, derives from its presence on the nearby mainland before the separation took place, as well as from its ability to persist in impoverished ecosystems characterized by scarce availability of food and space and from the aptitude to cope with drastic environmental changes (DELAUGERRE & CORTI, 2020). An interesting question that follows might be: How can a Lacertid lizard successfully persist in such extreme habitats?

On many satellite islands of Corsica and Sardinia there are species commonly present on islets, such as the European leaf toed gecko (*Euleptes europaea*) and the Tyrrhenian wall lizard (*Podarcis tiliguerta*) (LANZA & POGGESI, 1986; DELAUGERRE & CHEYLAN, 1992; POGGESI *et al.*, 1996; CORTI *et al.*, 2006, 2014; DELAUGERRE & CORTI, 2020), while others, although similar in size and life history traits, are quite rare on islets but relatively widely distributed on the two main islands. One of these is the paleoendemic Bedriaga's rock lizard (*Archaeolacerta bedriagae*). In the present work we try to define why this species is found only on some islets and it is absent on others, focusing on the islands of the Strait of Bonifacio.

## MATERIALS AND METHODS

### *Study species*

*Archaeolacerta bedriagae* (Camerano, 1885) is a medium-sized rupicolous lizard found exclusively in rocky habitats. Head and body are depressed (Fig. 1). The dorsal pattern is mostly reticulated, and the colouration varies from greenish to brown-black. The species is endemic to Corsica and Sardinia and can be found from sea level up to a maximum altitude of 2,500 m (in Corsica, SINDACO *et al.*, 2010). In Sardinia its insular range includes several islands of the La Maddalena Archipelago (CORTI *et al.*, 2006, 2014) whereas the species has been reported, before the present study, only for La Folaca Islet among the numerous satellite islands of Corsica (LANZA & POGGESI, 1986; DELAUGERRE & CHEYLAN, 1992).

### *Study area*

Our study focuses on the islands of the Strait of Bonifacio, which separates Corsica (France) from Sardinia (Italy). From 2010 to 2021, the herpeto-



Fig. 1 — *Archaeolacerta bedriagae*, Île A Magrunaghja (Photo M. Biaggini).

fauna of the Cerbicale and Lavezzi islands, as well as that of other islands of southern Corsica and northern Sardinia, was carefully studied (CORTI *et al.*, 2014, Biaggini & Corti, 2021). The coastal island Isola Rossa di Trinità d’Agultu, located along the north-western coast of Sardinia, was also visited twice in search of *A. bedriagae* previously reported by POGGESI *et al.* (1995).

### *Fieldwork*

We performed visual encounter surveys (VES) both on linear transects and during free search depending on the features of the habitats. All records were georeferenced and tail tips of *A. bedriagae* (N = 8) were collected and preserved in 95% alcohol for genetic analysis.

### *Lab work*

Total genomic DNA was extracted from alcohol-preserved tail tip muscle collected from live individuals following standard high-salt protocols (SAMBROOK *et al.*, 1989). According to SALVI *et al.* (2010), a fragment of 848 base pairs (bp) of mitochondrial DNA, including ND4 gene, tRNAs for Serine (tRNASer), Histidine (tRNAHis) and Leucine (tRNALeu), was amplified by polymerase chain reaction (PCR) using ND4 and Leu primers published

by ARÉVALO *et al.* (1994). Amplifications were conducted following SALVI *et al.* (2010) and PCR products were sequenced on an ABI310 Genetic Analyser (Applied Biosystems), with the same primers used for amplification.

To determine the haplotypes of the eight individuals analysed, the sequences obtained were aligned with homologous sequences retrieved from Gen-Bank and representing Corsican and Sardinian haplotypes of *A. bedriagae* previously identified by SALVI *et al.* (2010). Sequences from four Lacertid species (namely, *Podarcis siculus*, *P. muralis*, *P. hispanica*, and *Lacerta viridis*) were selected as outgroups in the phylogenetic analyses. Sequence alignment was carried out in ClustalW (LARKIN *et al.*, 2007) using default parameters. The relationships between *A. bedriagae* haplotypes were determined using the Neighbor-Joining (NJ) method as implemented in MEGA version 5 (TAMURA *et al.*, 2011). NJ analysis was based on Kimura 2-parameters distances (K2P) and the confidence at nodes assessed by 1000 bootstrap replicates.

## RESULTS

The presence of *A. bedriagae* on La Folaca (BODINIER, 1981; LANZA & POGGESI, 1986; DELAUGERRE & BRUNSTEIN, 1987), a rocky islet characterized by scarce vegetation cover, has been confirmed together with *Euleptes europaea*.

Lavezzi, the main island of the Lavezzi archipelago, is surrounded by numerous islets and rocks (LANZA & POGGESI, 1986). For two of these islets, Île des Fiori and A Magrunaghja islets, *A. bedriagae* is reported here for the first time. For these islets LANZA & POGGESI (1986) and THIBAUT *et al.* (1987) report only *E. europaea*, *Podarcis tiliguerta* and *Hierophis viridiflavus*. Both islets are characterized by large bare granite outcrops. Plant communities are composed of few halophiles (MÉDAIL *et al.*, 2019) and vegetation covers 7% and 25% of their surface respectively. It is hard to believe that a stable population of the Green whip snakes lives on these islets, indeed it is to be assumed that snakes swim from one island to the another as already hypothesized for some neighbouring islands of the La Maddalena Archipelago (north Sardinia) (CORTI *et al.*, 2014) and observed for the satellite islands of Ibiza by MONTES *et al.* (2021). The population of *A. bedriagae* appears to be relatively small on Île des Fiori, where only few individuals have been sighted. The opposite has been observed on A Magrunaghja Islet, where the populations of *A. bedriagae* and *Podarcis tiliguerta* can be considered relatively dense.

As regards the Archipelago of La Maddalena and neighbouring islands, *A. bedriagae* has been confirmed only for the islands of Caprera, La Mad-

dalena and Spargi: in all these sites a relatively small number of lizards have been observed. For the other islands reported by LANZA *et al.* (1984) the species has not been confirmed, as also noted by BOMBI & VIGNOLI (2004) for those islands of the Archipelago they visited. Further investigations will be needed to confirm the presence of the Bedriaga’s rock lizard on these islands (Table 1).

**Table 1**

Geographical data of the Corsican (C) and Sardinian (S) islands where *Archaeolacerta bedriagae* is found (LANZA & POGGESI, 1986; POGGESI *et al.* 1995; MÉDAIL *et al.*, 2019; present work). Categories *sensu* POGGESI *et al.*, 1995 refer to island area: (A) up to 10.000 m<sup>2</sup>; (B) from 10.001 to 100.000 m<sup>2</sup>; (C) from 100.001 to 1.000.000 m<sup>2</sup>; (D) from 1.000.001 to 10.000.000 m<sup>2</sup>; (E) from 10.000.001 to 100.000.000 m<sup>2</sup>).

ISLAND	Type <i>sensu</i> POGGESI <i>et al.</i> , 1995	Confirmed Yes/No/Nr (new record)	Main island	Area (ha)	Elevation	Herp- species
SARDEGNA						
Isola Rossa di Trinità d’Agulto	B	No	S	6.2	15	2
Razzoli	D	No	S	167	65	7
Budelli	D	No	S	172	88	9
Santa Maria	D	No	S	190	49	12
Spargi	D	Yes	S	420	153	10
La Maddalena	E	Yes	S	5201	156	17
Santo Stefano	D	No	S	305	100	10
Giardinelli	C	No	S	44,25	16	8
Caprera	E	Yes	S	1570	212	15
CORSICA						
Île des Fiori (named by Lanza & Poggesi, 1986 “Luigi Giafferri”)	B	Nr	C	1.94	18	3
Île A Magrunaghja (named by LANZA & POGGESI, 1986 “Giacinto Paoli”)	B	Nr	C	1.68	29	4
La Folaca	A	Yes	C	0.208	15	2

On Isola Rossa di Trinità d'Agultu, a small coastal island in the Asinara Gulf (northern Sardinia) several miles (~ 20) away from the Bonifacio Strait, POGGESI *et al.* (1995) report, after an “*in litteris*” communication dated 1990, the sighting of many Bedriaga's rock lizards. This island is made up of leucogranites dating back to the late Hercynian phase and is geologically referable to the “Granitoid complex of Gallura” while the flora is typically Mediterranean (BOCCHIERI & IIRITI, 2002). *Malva arborea* (L.) Webb & Berthel dominates the island as already reported by BOCCHIERI & IIRITI (2002). In a first exhaustive work by DESOLE (1954), the presence of this plant and many others found by BOCCHIERI & IIRITI (2002) is not mentioned, indicating that in the last half-century there has been a significant change in the floristic composition of the island. After careful and repeated searches on the island, no individuals of *A. bedriagae* have been sighted, while numerous Tyrrhenian wall lizards, *Podarcis tiliguerta*, have been observed. POGGESI *et al.* (1995) considering the presence of *Euleptes europaea* doubtful for this island did not use this record in their analyses. We can confirm that *E. europaea* is not present on Isola Rossa di Trinità d'Agultu but we report instead, for the first time, the presence of a large population of *Tarentola mauritanica*.

The genetic analysis, focusing on the populations of the southern Corsican islets (La Folaca, Île des Fiori and A Magrunaghja islets) revealed that they nested, as expected, in the widespread lineage B within the clades previously described by SALVI *et al.* (2010) (Fig. 2). Indeed, the only specimen from La Maddalena Island fell into the sub-clade IV harbouring individuals from North Sardinia; Corsican samples from Mont de La Trinité on Corsica main island, La Folaca Islet and the five specimens from the two small islands, Île des Fiori and A Magrunaghja islets, not included in SALVI *et al.* (2010), located within the Southern Corsican sub-clade (sub-clade III, according to SALVI *et al.*, 2010).

## DISCUSSION

On the satellite islands of Sardinia, the Bedriaga's rock lizard is recorded exclusively on relatively large islands (area 44-5201 ha, type C, D, E *sensu* POGGESI *et al.*, 1996) of the La Maddalena Archipelago, while in Corsica, on the contrary, the species is found only on islets with a surface of 0.2-1.9 ha (type A and B *sensu* POGGESI *et al.*, 1996). Two out of three of these islets are characterized by poor vegetation cover. Only one islet, A Magrunaghja, offers a more complex habitat and is home to a relatively dense population of the Bedriaga's rock lizard. On Île des Fiori and La Folaca islets the population is represented by few individuals as already observed, about 40 years ago, by Benedetto Lanza on La Folaca (LANZA *et al.*, 1984), indicating that this population is still viable despite the small number of individuals.



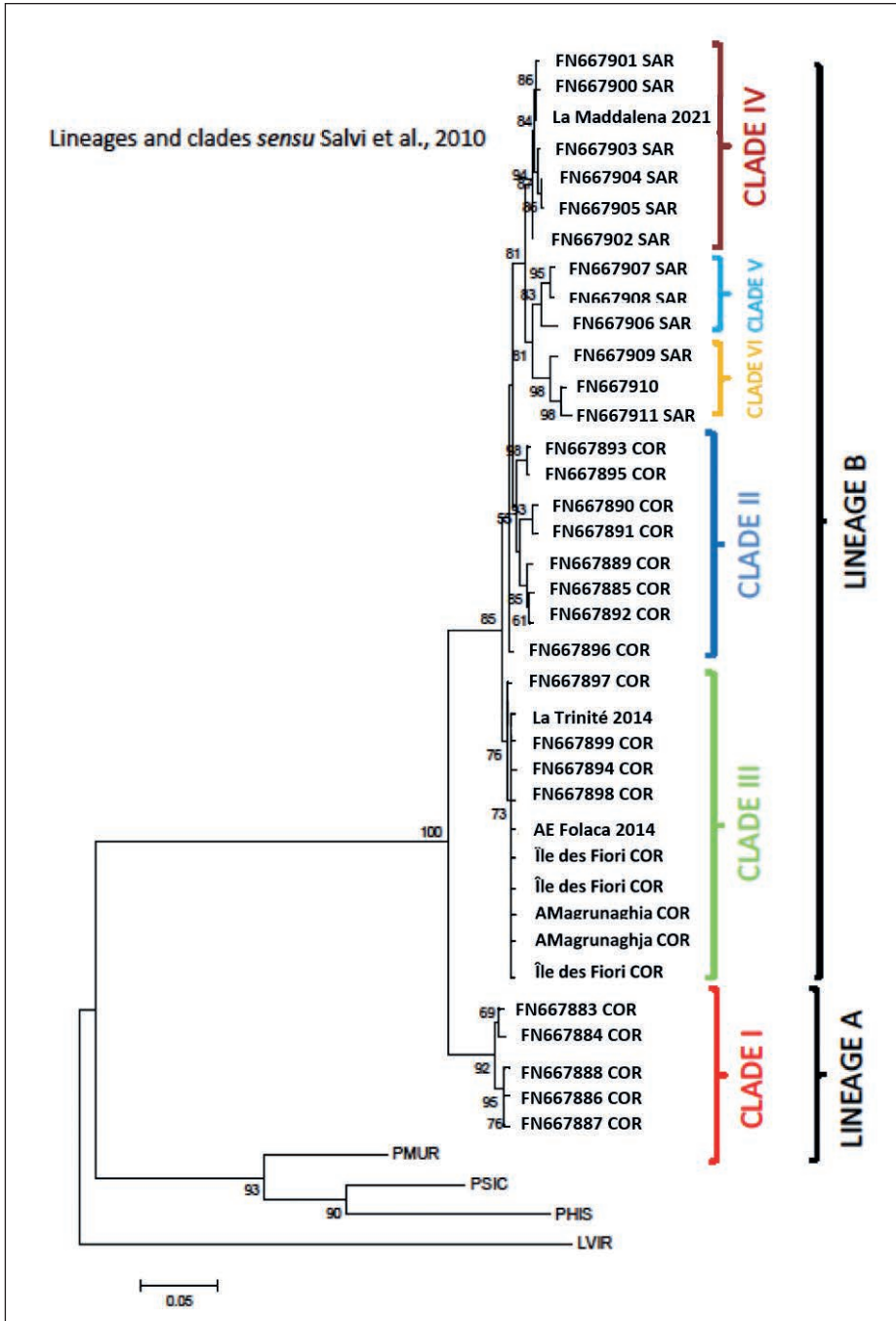


Fig. 2 — *Archaeolacerta bedriagae* tree.



According to SILLERO *et al.* (2018), habitat diversity and topographical complexity (i.e., elevation and ruggedness) are factors that provide more information than simply area, in characterizing environmental heterogeneity and thus influencing the number of species and/or population density. As observed for the islet A Magrunaghja, the structural complexity in terms of substrate (alternation of closely spaced bare rock outcrops, i.e., high “ruggedness”) allows the presence of safe basking sites, thus reducing exposure to potential predators, and offering greater trophic availability thanks to a richer plant community that settles in this environment because better protected from atmospheric and marine agents. The topographic complexity of La Folaca and Île des Fiori is considerably lower, as is the vegetation cover is, characteristics that certainly do not play in favour of high density of lizards.

The narrow and shallow channels that separate the Lavezzi islands, as well as those that separate the latter from the main island, suggest that in the past *A. bedriagae* was present both on the major islands of the Lavezzi archipelago and along the coast of Corsica (LANZA & POGGESI, 1986; VACCHI *et al.*, 2016). Despite extensive but fruitless searches for *A. bedriagae* in the main islands of Lavezzi and Cavallo, where natural habitats appear to be preserved and the alien Black Rat (*Rattus rattus*) has been eradicated, the lack of the species remains unexplained. However, a possible explanation could be related to the habitat alterations caused by humans upon their early arrival on the islands, including the introduction of predators. The absence of *A. bedriagae* from the other Lavezzi islets is probably due to the lack of the species’ minimum environmental requirements, represented by a given arrangement of the large bare granitic outcrops and vegetation cover.

As regards the presence of *A. bedriagae* on the island Isola Rossa di Trinità d’Agulto, it cannot be excluded that the changes in the floristic composition reported by BOCCHIERI & IIRITI (2002) have somehow negatively influenced the presence of the Bedriaga’s rock lizard, although misidentification of the species appears to be more likely.

Islands are often used as a model of simplified ecosystems, but life on small islands is often determined by a set of variables that are not always immediately definable but decisive in determining the composition and structure of both plant and animal communities.

*Acknowledgements* — Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio/Office de l’Environnement de la Corse, and particularly, Jean-Michel Culioli, Marie-Catherine Santoni and Olivier Bonenfant. Permits to study protected species have been issued by the Arrêté Préfectoral 15-0397, 30/6/2015, by the Ministero dell’Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare Prot. n. 0011888, 24/05/2019 and Prot. 0044068–04/12/2012–PNM II; and the Regione Sardegna Prot. n. 3115 Rep. N. 42, 11/02/2019.

REFERENCES

- ARÉVALO E., DAVIS S.K. & SITES J.W., 1994. Mitochondrial DNA sequence divergence and phylogenetic relationships among eight chromosome races of the *Sceloporus grammicus* complex (Phrynosomatidae) in central Mexico. *Syst. Biol.*, 43: 387-418.
- BIAGGINI M. & CORTI C., 2021. Disclosing the herpetofauna of large and tiny islands: a revision and updates on La Maddalena Archipelago. Pp. 9-17 in: Tripepi S. (ed.), Atti XII Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica (Rende-Cosenza, 1-5 ottobre 2018), Ventura ed., 253 pp.
- BOCCHIERI E. & IIRITI G., 2002. Research on the changes in the flora and vegetation cover on “Isola Rossa” of Trinità d’Agultu (Central-northern Sardinia). *Lagascalia*, 22: 103-117.
- BODINIER J.-L., 1981. État des Reptiles et Amphibiens de Corse. *Parc Nat. Rég. Corse*, Ajaccio, 88 pp.
- BOMBI P. & VIGNOLI L., 2004. Distribution, ecology and conservation of *Archaeolacerta bedriagae* in Sardinia. *Ital. J. Zool.*, suppl. 1: 135-144.
- CORTI C., BIAGGINI M., DELAUGERRE M. & LO CASCIO P., 2014. New data on the herpetofauna of the National Park “Arcipelago di La Maddalena” (NE Sardinia, Italy). Pp. 55-62 in: Capula M. & Corti C. (eds.), Scripta Herpetologica, Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza. *Soc. Herpetol. Ital. - Edizioni Belvedere*, Latina.
- CORTI C., LO CASCIO P. & RAZZETTI E., 2006. Erpetofauna delle isole italiane/Herpetofauna of the Italian islands. Pp. 613-643 in: Sindaco R., Doria G., Razzetti E. & Bernini F. (eds.), Atlante degli Anfibi e Rettili d’Italia/Atlas of Italian Amphibians and Reptiles. *Soc. Herpetol. Ital. - Polistampa*, Firenze.
- DELAUGERRE M.J. & BRUNSTEIN D., 1987. Observations sur la flore et la faune de plusieurs îlots du Sud de la Corse (archipels des Lavezzi, des Cerbiciale et côte sud-orientale). *Trav. sci. Parc nat. rég. réserves nat. Corse*, 12: 1-17.
- DELAUGERRE M.J. & CHEYLAN M., 1992. Atlas de répartition des Batraciens et Reptiles de Corse. *Parc Nat. Rég. Corse, Ecole Pratique des Hautes Etudes*, Pampelune, 128 pp.
- DELAUGERRE M.J. & CORTI C., 2020. Tiny but “strong”: the European Leaf-toed gecko, *Euleptes europaea*, a terrestrial vertebrate able to survive on tiny islets. *Israel J. Ecol. Evol.*, 66 (3-4): 223-230.
- DESOLE L., 1954. Studio floristico e fitogeografico delle piccole isole nord-occidentale. Seconda nota: isola Rossa (Aggius); Isola dei Porri (Stintino); Isola Foradada (Alghero). *Nuovo Giorn. Bot. ital.*, (n.s.) 61: 290-326.
- LANZA B., CESARACCIO G. & MALENOTTI P., 1984. Note su *Archaeolacerta bedriagae* (Camerano) (Reptilia Lacertidae). *Boll. Soc. sarda Sci. Nat.*, 23: 145-153.
- LANZA B. & POGGESI M., 1986. Storia naturale delle isole satelliti della Corsica. *L’Universo*, 66 (1): 1-199.
- LARKIN M.A., BLACKSHIELDS G., BROWN N.P., CHENNA R., MCGETTIGAN P.A., MCWILLIAM H., VALENTIN F., WALLACE I.M., WILM A., LOPEZ R., THOMPSON J.D., GIBSON T.J. & HIGGINS D.G., 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics*, 23 (21): 2947-2948.
- MÉDAIL F., MORI C., PARADIS G., PETIT Y. & PIAZZA C., 2019. Flore et végétation vasculaires des îlots satellites de l’île Lavezzi (Réserve naturelle des Bouches-de-Bonifacio, Corse). *J. Bot. Soc. Bot. France*, 88: 119-182.
- MONTES E., KRAUS F., CHERGUI B. & PLEGUEZUELOS J.M., 2021. Collapse of the endemic lizard *Podarcis pityusensis* on the island of Ibiza mediated by an invasive snake. *Current Zoology*, 1-9, doi: 10.1093/cz/zoab022

- POGGESI M., AGNELLI P., BORRI M., CORTI C., FINOTELLO P., LANZA B. & TOSINI G., 1996. Erpetologia delle isole circumsarde. *Biogeographia*, 18: 583-618.
- SALVI D., BOMBI P., CORTI C. & BOLOGNA M.A., 2008. Pattern of morphometric variation in *Archeolacerta bedriagae* (Reptilia: Lacertidae) employing *in vivo* and museum data. Pp. 431-434 in: Corti C. (ed.), *Herpetologia Sardiniae. Soc. Herpetol. Ital./Edizioni Belvedere*, Latina.
- SALVI D., HARRIS D.J., BOMBI P., CARRETERO M.A. & BOLOGNA M.A., 2010. Mitochondrial phylogeography of the Bedriaga's rock lizard, *Archeolacerta bedriagae* (Reptilia: Lacertidae) endemic to Corsica and Sardinia. *Mol. Phyl. Evol.*, 56: 690-697.
- SAMBROOK J., FRITSCH E.F. & MANIATIS T., 1989. Molecular cloning: a laboratory manual. 2<sup>nd</sup> edition. *Cold Spring Harbor Press*, New York.
- SENCZUK G., CASTIGLIA R., COLANGELO P., DELAUGERRE M. & CORTI C., 2019. The role of island physiography in maintaining genetic diversity in the endemic Tyrrhenian wall lizard (*Podarcis tiliguerta*). *J. Zool.*, 309: 140-151.
- SILLERO N., BIAGGINI M. & CORTI C., 2018. Analysing the importance of stepping-stone islands in maintaining structural connectivity and endemism. *Biol. J. Linn. Soc.*, 124 (1): 113-125.
- SINDACO R., BOMBI P., SALVI D. & CORTI C., 2010. *Archeolacerta bedriagae* (Camerano, 1885). Pp. 341-348 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), *Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. Calderini-Il Sole 24 Ore*, Milano.
- TAMURA K., PETERSON D., PETERSON N., STECHER G., NEI M. & KUMAR S., 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Method. *Mol. Biol. Evol.*, 28: 2731-2739.
- THIBAUT J.C., DELAUGERRE M., CHEYLAN G., GUYOT I. & MINICONI R., 1987. Les Vertébrés non domestiques des Iles Lavezzi (Sud de la Corse). *Publ. Soc. Linnéenne Lyon*, 56 (3): 73-103.

*Authors address* — C. CORTI, M. BIAGGINI, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Museo "La Specola", Via Romana, 17 - 50125 Firenze (I); e-mail: claudia.corti@unifi.it; P. LO CASCIO, Associazione Nesos, via Vittorio Emanuele, 24 - 98055 Lipari (Messina, I); M. GIOVANNOTTI, V. CAPUTO BARUCCHI, Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche - 60131 Ancona (I); N. NÈGRE SANTUCCI, Réserve naturelle des Bouches de Bonifacio BP 50 014 La Rondinara - 20169 Bonifacio (France); M.J. DELAUGERRE, Conservatoire du littoral, Résidence St. Marc, 2, rue Juge Falcone - 20200 Bastia (France).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784744>

CLAUDIA CORTI, LORENZO CECCHI, MATHIEU THÉVENET  
& MICHEL DELAUGERRE

## REPTILES AND MICRO-INSULAR ENVIRONMENTS OF THE TUSCAN ARCHIPELAGO (ITALY)

### SUMMARY

The data presented here come from surveys carried out thanks to a PIM (*Initiative PIM - Initiative pour les Petites Îles de Méditerranée*) mission on the satellite islands, islets and rocks of Elba and Pianosa islands, aimed at improving knowledge of the terrestrial natural heritage of the Tuscan Archipelago. A list of islands, islets and rocks with resident reptiles is provided.

*Key words.* Mediterranean, islands, list.

### RIASSUNTO

*Rettili degli ambienti micro-insulari dell'Arcipelago Toscano (Italia).* I dati presentati in questo lavoro derivano dalle osservazioni fatte grazie a una missione PIM (*Initiative PIM, - Initiative pour les Petites Îles de Méditerranée*, una ONG internazionale per la promozione e assistenza nella gestione delle aree insulari del Mediterraneo), sulle isole, isolotti e scogli satelliti delle isole d'Elba e Pianosa, al fine di arricchire la conoscenza sul patrimonio naturale terrestre dell'Arcipelago Toscano.

*Parole chiave:* Mediterraneo, isole, lista.

### INTRODUCTION

This work aims to update the species of reptiles occurring on the satellite islands, islets, and rocks of Elba and Pianosa islands (Tuscan Archipelago, Italy) by focusing on the extreme habitats that characterise several small islands and rocks. The data presented here are derived from observations

made during explorations carried out thanks to the “Initiative PIM”, an international NGO which promotes and supports of the management of the island of the Mediterranean. This mission is part of an interregional approach aimed at improving the naturalistic knowledge of the islands of the western Mediterranean and, where possible, to support their management.

## MATERIAL AND METHODS

### *Study area*

Between the 6<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> May 2016, herpetological and floristic investigations were carried out on 22 satellite small islands, islets and rocks of the islands of Elba and Pianosa, Tuscan Archipelago (Italy).

### *Prospecting methods*

All surveys took place during the day. All visited islets and rocks were carefully examined. The survey methods applied are the following: • VES (Visual Encounter System) or visual search of active reptiles; • search for inactive animals in possible shelters • and search for traces e.g., faeces, etc. CORTI *et al.* (1999, 2006) have been used as reference literature for the herpetofauna.

As for plants, given the relatively limited surveying time and the difficult geography of some islets, phytosociological studies or a quantitative estimate of plant species was not possible; however, a general assessment of the ecological characteristics of each site was carried out, and a complete list of observed/collected species was also obtained, with the aim of updating the floristic information already available (FOGGI *et al.*, 2009; BALDINI, 2000). The collected plants are deposited at the Natural History Museum of the University of Florence to allow reliable taxonomic identification and serve as comparison samples for further studies. As identification became critical, the most common floristic treatises were used for identification (PIGNATTI, 1982, CONTI *et al.*, 2005; JEANMONOD & GAMISANS, 2007; ARRIGONI, 2006-2015). Furthermore, for the following islets: Islet of Corbella, Scoglio del Liscoli, Scoglio La Nave, Isolotto di Ortano, Isolotto della Paolina, Scoglio dell'Enfola, Scoglio del Frate, Scoglio di Remaiolo, the plant species have been reported here for the first time. The complete list of species [confirmed (C), unconfirmed (NC), listed for the first time (N)] of all the islands visited is reported in CORTI *et al.* (2021). As regards the larger islands of Cerboli and Palmaiola, however, further investigations will be necessary to confirm the actual absence of unconfirmed plant species.

RESULTS AND DISCUSSION

Six of the 22 islands visited were completely devoid of plant cover and herpetofauna, for 8 of the remaining 16 a list of plant species was drawn up for the first time; as for reptiles, only 6 islets had never been visited before, and only on 2 of them a single species of reptile occurs, the Leaf toed gecko (*Euleptes europaea*).

In summary, at least one of the 4 reptile species known for the islets studied was found on 11 of the 16 islets that host vascular plants (with the exception of Scoglio La Nave, Isolotto Corbella, Scoglio del Frate and Scoglio del Liscoli, La Scarpa islets) (Table 1). On the Islet La Scarpa two reptile species had previously been reported for the islet. *Podarcis muralis* was already reported as extinct in CORTI *et al.* (2006) and the same fate seems to have occurred to *Euleptes europaea*; the latter is the first documented case of extinction of *E. europaea* on an Italian island. It should also be noted that out of the eight plant species known for La Scarpa Islet, only 4 were reconfirmed. On two islets of the aforementioned 11 the presence of reptiles has been reported for the first time, while on one island a species never listed before was reported.

Table 1

Surveyed islands with at least one plant species and resident reptile species [confirmed (C), not confirmed (NC), recorded for the first time (N)].

Island	Area (ha)	Elevation (m a.s.l.)	Reptiles	No. of plant species
Scoglio La Nave	>0,07	14,2	no reptiles	2 (N)
Isolotto La Scarpa	>0,31	11	<i>Euleptes europaea</i> (NC) <i>Podarcis muralis</i> (NC)	4 (C), 4 (NC)
Isolotto La Scola	1,6	34	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	38 (C), 42 (NC), 9 (N)
Isola Corbella	>/=0,15	9	no reptiles	3 (N)
Scoglio di Remaiolo	>0,15	16	<i>Euleptes europaea</i> (N)	5 (N)
Isolotto Gemino di Fuori	1,4	42	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	13 (C), 11 (NC), 11(N)
Isolotto Gemino di Terra	1,5	23	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	16 (C), 15 (NC), 8 (N)
Scoglio del Liscoli	>0,11	10	no reptiles	9 (N)
Isolotto d'Ortano	>0,8	22	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	37 (N)
Isola di Cerboli	5,7	71	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis siculus</i> (C) <i>Hierophis viridiflavus</i> (N)	27 (C), 63 (NC), 9 (N)
Isola di Palmaiola	10,9	84	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Hemidactylus turcicus</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	50 (C), 86 (NC), 12 (N)

Scoglio del Frate	>0,28	17	no reptiles	4 (N)
Isola dei Topi	1,2	34	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C) <i>Hierophis viridiflavus</i> (NC)	12 (C), 17 (NC), 6 (N)
Scoglietto dell'Enfola	>0,31	13,9	<i>Euleptes europaea</i> (N)	8 (N)
Scoglio della Paolina	>0,21	16	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	44 (N)
Scoglietto di Portoferraio	>0,58	20	<i>Euleptes europaea</i> (C) <i>Podarcis muralis</i> (C)	7 (C), 4 (NC), 6 (N)

*Euleptes europaea* is reported here for the first time for the islets Scoglietto dell'Enfola, and Scoglio di Remaiolo, while *Hierophis viridiflavus* is reported for the first time for the Island of Cerboli. *Euleptes europaea* could also be present on the Scoglio del Frate as this islet seems to offer a suitable habitat for this species. However, the short exploration time spent on this island did not allow us to carry out an in-depth search. We have not detected *Hierophis viridiflavus* on the Isola dei Topi and therefore we cannot confirm its presence, however, the Green whip snake may not have been noticed, given the dense vegetation covering part of this small island or, as already observed for other Mediterranean islands (CORTI *et al.*, 2014; MONTES *et al.*, 2021), it may be that *H. viridiflavus* visits the island only occasionally by swimming from the nearby Island of Elba. The presence of the species reported in CORTI *et al.* (2006) on the remaining islands is confirmed here (Table 1).

We noticed that *Euleptes europaea* has only been found on islands where at least 5 plant species are present. An exception is the Scoglio del Liscoli islet for which 9 plant species have been found but on which adequate shelters for this gecko are lacking.

Furthermore, we have observed that on some islets, among those slightly smaller or slightly larger than one hectare, for which a plant census is already available (FOGGI *et al.* 2009; BALDINI, 2000) that the number of plant species found was sometimes lower than that reported by the census. Although new species have been found on some of these islets, their number was found to be less than that of plants whose presence has not been confirmed, this could also be due to the fact that our investigation was limited to a single season. However, what has been observed for the islet La Scarpa gives rise to the question: could the drastic reduction of plant species have played a role in the disappearance of *E. europaea*? In an extreme habitats, even small environmental changes can have a big impact.

It would be of great importance to understand how the number and quality of plant species, together with the quality and structure of the substrate, influence the survival of reptiles in such poor and extreme ecosystems, as *E. europaea* often experiences in islands of the central-western



Mediterranean (CORTI *et al.*, 2014; DELAUGERRE *et al.*, 2019; DELAUGERRE & CORTI, 2020). The disappearance of this endemic gecko, as well as that of other species, would be a great loss for the Mediterranean fauna. It is therefore necessary to guarantee maximum protection for all endemic species, also considering the current unfavourable climatic trend characterized by torrential downpours and prolonged droughts (DELAUGERRE & CORTI, 2020).

*Acknowledgements.* We would like to thank the Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano for the assistance during field activity. Study permit issued by the Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Prot. n. 0011888 del 24/05/2019.

#### LITERATURE

- ARRIGONI P.V., 2006-2015. Flora dell'Isola di Sardegna 1-6. *Carlo Delfino*, Sassari.
- BALDINI R.M., 2000. Flora vascolare dell'isola di Pianosa (Arcipelago Toscano): revisione tassonomica ed aggiornamento. / The vascular flora of the Pianosa Island (Tuscan Archipelago): taxonomic revision and updating. *Webbia*, 55(1): 107-189.
- CORTI C., BIAGGINI M., DELAUGERRE M. & LO CASCIO P., 2014. New data on the herpetofauna of the National Park "Arcipelago di La Maddalena" (NE Sardinia, Italy). Pp. 55-62 in: Capula M. & Corti C., *Scripta Herpetologica*, Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza. *Soc. Herpetol. Ital., Edizioni Belvedere*, Latina, 200 pp.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A. & BLASI C., 2005. An annotated checklist of the Italian vascular Flora. *Palombi*, Roma.
- CORTI C., CECCHI L. & DELAUGERRE M., 2021. Flore et Herpetofaune des petites îles et îlots autour des îles d'Elba et de Pianosa (Arcipelago Toscano, Italie). Note naturalistique - Rapport PIM, *Initiative PIM pour les Petites Îles de Méditerranée*, Marseille, France.
- CORTI C., LO CASCIO P. & RAZZETTI E., 2006. Erpetofauna delle isole italiane/Herpetofauna of the Italian islands. In: Sindaco R., Doria G., Razzetti E. & Bernini F. (eds.), *Atlante degli Anfibi e Rettili d'Italia/Atlas of Italian Amphibians and Reptiles*. *Soc. Herpetol. Ital./Polistampa*, Firenze.
- CORTI C., BIAGGINI M., DELAUGERRE M. & LO CASCIO P., 2014. New data on the herpetofauna of the National Park "Arcipelago di La Maddalena" (NE Sardinia, Italy). Pp. 55-62 in: Capula M. & Corti C., *Scripta Herpetologica*, Studies on Amphibians and Reptiles in honour of Benedetto Lanza. *Soc. Herpetol. Ital., Edizioni Belvedere*, Latina, 200 pp.
- CORTI C., NISTRÌ A., POGGESI M. & VANNI S., 1991. Biogeographical analysis of the Tuscan herpetofauna (central Italy). *Rev. esp. Herp.*, 5 [1990]: 51-75, 4 ff.
- DELAUGERRE M.J. & CORTI C., 2020. Tiny but "strong": the European Leaf-toed gecko, *Euleptes europaea*, a terrestrial vertebrate able to survive on tiny islets. *Israel J. Ecol. & Evol.*, 66 (3-4): 223-230.
- DELAUGERRE M.-J., SACCHI R., BIAGGINI M., LO CASCIO P., OUNI R. & CORTI C., 2019. Coping with aliens: how a native gecko manages to persist on Mediterranean islands despite the Black rat? *Acta Herpetol.*, 14(2): 89-100.
- FOGGI B., GUIDI T., CAPECCHI M., BALDINI R.M. & GRIGIONI A., 2009. Biological flora of the Tuscan Archipelago islets (Tyrrhenian Sea)/Flora biologica degli isolotti dell'Arcipelago Toscano (Mar Tirreno). *Webbia*, 64 (1): 23-45.
- JEANMONOD D. & GAMISANS J., 2007. Flora corsica. *Edisud*, Aix-en-Provence.

- MONTES E., KRAUS F., CHERGUI B. & PLEGUEZUELOS J.M., 2021. Collapse of the endemic lizard *Podarcis pityusensis* on the island of Ibiza mediated by an invasive snake. *Current Zool.*, 1-9, doi: 10.1093/cz/zoab022
- PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Vol. 2. *Edagricole*, Bologna.

*Addresses of the authors* — C. CORTI, L. CECCHI, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze; Via Romana, 17 - 50125 Firenze (I); e-mail: claudia.corti@unifi.it; M. THÉVENET, Lycée des Calanques, 89 Traverse Parangon - 13008 Marseille (France); M.J. DELAUGERRE, Conservatoire du littoral, Résidence St. Marc, 2, rue Juge Falcone - 20200 Bastia (France).

Naturalista sicil., S. IV, XLVI (1), 2022, pp. 117-124

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784750>

CLAUDIA CORTI, SAMI BEN HAJ SAID NOUIRA, RIDHA OUNI,  
VINCENT RIVIÈRE, MICHEL-JEAN DÉLAUGERRE & PIETRO LO CASCIO

## THE HERPETOFAUNA OF THE TUNISIAN ISLANDS

### SUMMARY

Studies on the herpetofauna of Tunisia's numerous islands and islets began in 2000 thanks to targeted research programs. The data collected were compared and merged with others reported in the literature, thus obtaining an updated and detailed checklist of the Amphibians and Reptiles present on the Tunisian islands.

*Key words:* Amphibians, Reptiles, checklist, Tunisia, islands.

### RIASSUNTO

*L'erpetofauna delle isole tunisine.* L'erpetofauna di numerose isole e isolotti della Tunisia è stata studiata, a partire dal 2000, nell'ambito di due programmi di ricerca. I dati raccolti, insieme a quelli riportati in letteratura, hanno permesso la stesura di una checklist aggiornata della distribuzione degli Anfibi e dei Rettili sulle isole tunisine.

*Parole chiave:* Anfibi, Rettili, checklist, Tunisia, isole.

### INTRODUCTION

Since 2000, several field expeditions have been organized on various Tunisian islands and islets (e.g., La Galite, Zembra, Kuriat, Kerkennah, Kneiss and Djerba) as part of a Life program (Ecosystèmes Insulaires Fragiles de Tunisie, Life TCY97/TN/055) conducted by the Association des Amis des Oiseaux and, subsequently, by an international program organized by the Ini-

tiative PIM (Initiative pour les Petites Iles de Méditerranée), an international NGO for the promotion and assistance in the management of small Mediterranean islands (see at [initiative-pim.org](http://initiative-pim.org)) which aims to investigate the islands of the western Mediterranean, including some never explored before. All the data collected have significantly improved the knowledge of the herpetofauna of the Tunisian islands, including the first reports of the presence of *Heremites vittatus* and *Tarentola fascicularis*, and the rediscovery of *Euleptes europaea* in the Galite Archipelago as well as its almost certain extinction on two of its islets.

## MATERIALS AND METHODS

Field work on islands was carried out both through VES (Visual Encounters Surveys) and through active search during day and night sessions (see DELAUGERRE, 2008; DELAUGERRE & OUNI, 2008a, 2008b, 2009, 2010; LO CASCIO & RIVIÈRE, 2014, 2016; RIVIÈRE & LO CASCIO, 2014; CORTI, 2015; CORTI *et al.*, 2015). We compiled a database that also includes the data reported in the following papers: D'ALBERTIS, 1878; ISSEL, 1880; BOULENGER, 1891; ESCHERICH, 1896; MAYET, 1903; MERTENS, 1946; LANZA & BRUZZONE, 1959; SCHNEIDER, 1969; PARENT, 1981; NOUIRA, 1986, 2004; BLANC, 1988; BLANC & NOUIRA, 1988; SCHLÜTER, 2002; DELAUGERRE *et al.*, 2011; GOBBAA, 2012; RATO *et al.*, 2012; TLILI, 2003; TLILI *et al.*, 2012, 2014.

## RESULTS

The updated checklist of the herpetofauna of the Tunisian islands and islets is shown in Fig. 1, Table 1 and species richness in Table 2.

## DISCUSSION

The islands of the northern coast of Tunisia are mainly home to Mediterranean species and related Mediterranean chorotypes (*sensu* SINDACO & JEREMENKO, 2008; SINDACO *et al.*, 2013): European-Mediterranean, Western Mediterranean, Turanic-Mediterranean, Mediterranean-Sindic, whilst the N-African chorotype prevails on the eastern Tunisian islands. The herpetofauna of these latter islands shows a certain degree of distinctiveness, although the faunal composition is quite homogeneous and influenced by the nearby mainland, including one amphibian species *Bufoles boulengeri*. As expected, species richness increases with island size and habitat diversity. *Heremites vittatus* is the

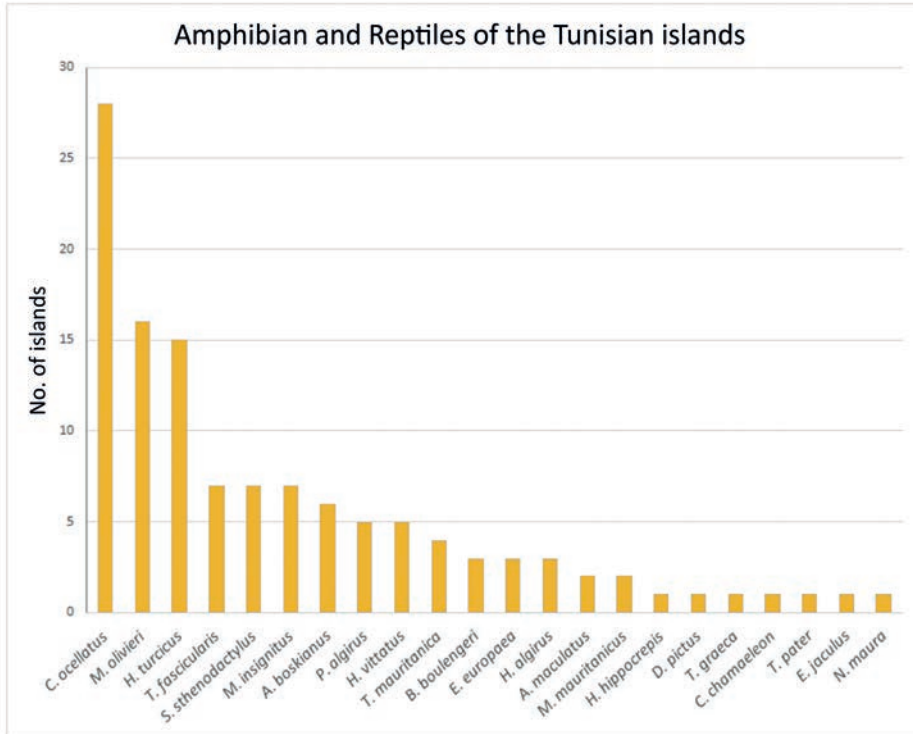


Fig. 1 — Occurrence of the herpetofauna on the Tunisian islands.

**Table 1.**

List of the herpetofauna of the Tunisian islands and islets; E=extinct.

ARCHIPELAGO/ ISLAND GROUP	ISLAND	SPECIES
<b>La Galite, Tunisia (or Jalta)</b>	Galiton	<i>Euleptes europaea</i> [E] <i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Psammodromus algirus doriae</i>
	La Fauchelle (Aguglia)	<i>Euleptes europaea</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Psammodromus algirus doriae</i>
	La Galite	<i>Discoglossus pictus</i> <i>Pelophylax saharicus</i> [introduced but E] <i>Testudo graeca</i> <i>Tarentola mauritanica</i> <i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Timon pater</i>

		<i>Macroprotodon mauritanicus</i>
		<i>Natrix maura</i>
	Gallina	<i>Euleptes europaea</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
	Gallo	<i>Euleptes europaea</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
<b>Fratelli (or Rchadet Lakhouet)</b>	North Fratelli	<i>Tarentola mauritanica</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
	South Fratelli	<i>Chalcides ocellatus</i>
<b>Cani</b>	Cani West	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
	Grand Cani	<i>Euleptes europaea</i> [E] <i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
	Cani East	<i>Hemidactylus turcicus</i>
<b>Islands north of Tunisi</b>	Pilau	<i>Hemidactylus turcicus</i> (?) <i>Psammodromus algirus</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
	Plane (or El Quatia)	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i>
<b>Zembra</b>	Zembra	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Psammodromus algirus</i> <i>Hemorrhhois hippocrepis</i> <i>Macroprotodon mauritanicus</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Zembretta	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Psammodromus algirus</i>
	Zembrettino	<i>Chalcides ocellatus</i>
<b>Kuriat</b>	Qūrya Essaghira (Small Kuriat or Conigliera)	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Heremites vittatus</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Qūrya El Kabira (Great Kuriat)	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Tarentola fascicularis</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Heremites vittatus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Malpolon insignitus</i> (?)
<b>Monastir Bay</b>	Jbel (Echebba)	<i>Chalcides ocellatus</i> <i>Heremites vittatus</i>
	El Hmam (or aux Pigeons)	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Tarentola sp.</i>
<b>Kerkennah</b>	Gharbi	<i>Bufoetes boulengeri</i> <i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Tarentola fascicularis</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus maculatus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Eryx jaculus</i> <i>Hemorrhhois algirus</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Chergui	<i>Bufoetes boulengeri</i> <i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Tarentola fascicularis</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus maculatus</i> <i>Mesalina olivieri</i>

		<i>Hemorrhois algirus</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Sefnou	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Hemorrhois algirus</i>
	Rakadiya	<i>Chalcides ocellatus</i> <i>Mesalina olivieri</i>
	Lasdad (or Le Barrage)	<i>Mesalina olivieri</i>
	Gremdi	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Tarentola fascicularis</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Roumadiya	<i>Hemidactylus turcicus</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Heremites</i> cfr. <i>vittatus</i> <i>Mesalina olivieri</i>
	Gharsa (El Gharsa, Ilot du Jardin)	<i>Mesalina olivieri</i>
	Kebliya	<i>Mesalina olivieri</i>
	Jebliya (El Hadj Hamida, Haj Hamida)	<i>Mesalina olivieri</i>
<b>Kneiss</b>	El Bessila (Great Kneiss)	<i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Heremites vittatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	El Laboua	<i>Chalcides ocellatus</i>
	El Gharbia North	<i>Chalcides ocellatus</i>
	El Gharbia South	<i>Chalcides ocellatus</i>
<b>Djerba</b>	El Gataia el Bahria	<i>Tarentola fascicularis</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Mesalina olivieri</i>
	Djerba	<i>Bufotes boulengeri</i> <i>Chamaeleo chamaeleon</i> <i>Tarentola fascicularis</i> <i>Stenodactylus sthenodactylus</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Haemorrhois hippocrepsis</i> <i>Malpolon insignitus</i>
	Dzira (or Ilot de Borj Jilidj)	<i>Tarentola</i> cfr. <i>mauritanica</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Mesalina olivieri</i>
	El Gataia el Gueblia	<i>Tarentola</i> cfr. <i>mauritanica</i> <i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Mesalina olivieri</i>
	Ras Jlij (or Tachlissa)	<i>Chalcides ocellatus</i> <i>Acanthodactylus boskianus</i> <i>Mesalina olivieri</i> <i>Malpolon insignitus</i>



**Table 2.**  
Species richness of the Tunisian insular herpetofauna.

	N species Tunisian islands	Family composition	N species Tunisia (NOUIRA, 2012)
<b>Amphibians</b>	<b>2</b>		<b>7</b>
Anura		Bufonidae (1) Discoglossidae (1)	
<b>Reptiles</b>	<b>20</b>		<b>60</b>
Testudines	1	Testudinidae (1)	
Sauria	13	Chamaeleonidae (1) Gekkota (5) Lacertidae (5) Scincidae (2)	
Ophidia	6	Boidae (1) Colubridae (5)	
<b>TOTAL N</b>	<b>22</b>		<b>67</b>

most frequent species on the Kuriat islands; the syntopy of *Heremites vittatus* and *Chalcides ocellatus* on the islet of Jbel is noteworthy, given the scarce trophic resources available on such a small island. In the Kerkennah Archipelago, *Mesalina olivieri* was observed on all the islands and islets where the minimum necessary surface and habitat were available. On the Kneiss islands, as opposite to the other groups of islands, *Mesalina* was not observed, while the Scincidae are always represented. The small satellite islets of Djerba are home to at least 4 species despite their relatively small area. *Euleptes europaea* is absent in mainland Tunisia (and in Maghreb), however it is still present on three islands of northern Tunisia while it became extinct on two.

#### REFERENCES

- BLANC C.P., 1988. Biogéographie des Reptiles des îles Zembra et Zembretta. *Bull. Ecol.*, 19 (2-3): 255-258.
- BLANC C.P. & NOUIRA S., 1988. Faune herpétologique des îles Kerkennah: inventaire, distribution et zoogéographie. *Bull. Ecol.*, 19 (2-3): 259-263.
- BOULENGER G.A., 1891. Catalogue of Reptiles and Batrachians of Barbary (Morocco, Algeria and Tunisia) based chiefly upon the notes and collections made in 1880-1884 by M. Fernand Lataste. *Trans. Zool. Soc. London*, 13: 93-164.
- CORTI C., 2015. L'Herpétofaune des Îles Kerkennah. Compte rendu de prospections. Initiative PIM. 66 pp., on-line: <https://docplayer.fr/47588691-L-herpetofaune-des-iles-kerkennah.html>.
- CORTI C., LO CASCIO P., BEN HAJ S., NOUIRA S., OUNI R. & RIVIÈRE V., 2015. Update the herpetofauna of the islands of East Tunisia. P. 105 in: Poulakakis N. Antoniou A., Karameta E., Psonis N. & Vardinoyannis K. (eds.), Abstracts Int. Congr. Zoogeogr. Ecol. Greece and Adjacent Reg., 13<sup>th</sup> ICZEGAR. *Hellenic Zool. Soc.*, Irakleio.

- D'ALBERTIS E., 1878. Crociera del Violante comandato dal Capitano-Armatore Enrico d'Albertis durante l'anno 1876. Parte narrativa. *Ann. Mus. St. nat. Genova*, 11: 11-324.
- DELAUGERRE M., 2008. Herpetofaune de la Galite. Pp. 22-29 in: Archipel de la Galite: recueil de notes naturalistes. Rapport PIM 2006-2007. On-line at: <http://initiative-pim.org/>.
- DELAUGERRE M. & OUNI R., 2008a. Observations herpétologiques et naturalistes sur les îles et îlots du Nord de la Tunisie. Report PIM 07. On-line at: <http://initiative-pim.org/>.
- DELAUGERRE M. & OUNI R., 2008b. Observations herpétologiques et naturalistes sur l'Archipel de la Galite. Pp. 30-38 in: Archipel de la Galite: recueil de notes naturalistes. Rapport PIM 2006-2007. On-line at: <http://initiative-pim.org/>.
- DELAUGERRE M. & OUNI R., 2009. Archipel de la Galite. Notes herpétologiques 2008. PIM Technical Report 8. On-line at: <http://www.initiative-pim.org/>.
- DELAUGERRE M. & OUNI R., 2010. Jozour el Klebe ou Iles Cani (côte Nord de la Tunisie). Premières observations naturalistes avec une attention particulière pour la faune herpétologique. Report PIM 09. On-line at: <http://www.initiative-pim.org/>.
- DELAUGERRE M., OUNI R. & NOUIRA S., 2011. Is the European Leaf-toed gecko *Euleptes europaea* also an African? Its occurrence on the Western Mediterranean landbridge islets and its extinction rate. *Herpetol. Notes*, 4: 127-137.
- ESCHERICH C., 1886. Beitrag zur Fauna der Tunisischen Insel Djerba. *Verh. Zool. Bot. Gesells. Wien*, 46: 268-279.
- GOBBAA I., 2012. Variabilité morphologique du Lézard *Acanthodactylus boskianus* habitant les îlots de la lagune de Boughara. Mastère de Recherche, Université de Gabes, Faculté des Sciences, 44 pp.
- ISSEL A., 1880. Crociera del Violante comandato dal Capitano-Armatore Enrico d'Albertis durante l'anno 1877. *Ann. Mus. St. nat. Genova*, 15: 199-236.
- LANZA B. & BRUZZONE L., 1959. Erpetofauna dell'Arcipelago della Galita (Tunisia). *Ann. Mus. civ. St. nat. "G. Doria"*, 70: 41-55.
- LO CASCIO P. & RIVIÈRE V., 2014. Herpetofaunal inventory of Kuriat and Jbel islets (Tunisia) *Biodiv. J.*, 5 (3): 391-396.
- LO CASCIO P. & RIVIÈRE V., 2016. An updated herpetofaunal inventory for some islets of South-Eastern Tunisia. *Biodiv. J.*, 7 (3): 325-330.
- MAYET V., 1903. Catalogue raisonné des Reptiles et Batraciens de la Tunisie. Exploration Scientifique de la Tunisie: Zoologie, Reptiles et Batraciens. *Imprimerie Nationale*, Paris, 32 pp.
- MERTENS R., 1943. Zoologische Sammeltage auf Djerba, der Insel der Lotophagen. *Natur und Volk*, 73: 68-76.
- NOUIRA S., 1986. La reproduction des populations d'*Eremias olivieri* (Reptilia, Lacertidae) aux îles Kerkennah. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 63 (4): 543-551.
- NOUIRA S., 2004. Biodiversité et statut écologique des scorpions et reptiles des îles Kneiss. Project de préservation de la biodiversité dans la Réserve Naturelle Iles Kneiss. GEF-UNDP, 8 pp., on-line at: <http://www.initiative-pim.org/>.
- NOUIRA S., 2012. Biodiversité de la faune des vertébrés insulaires de la Tunisie. *Atti Mem. Ente Fauna Sicil.*, 11: 11-21.
- PARENT G.H., 1981. Quelques observations écologiques sur l'herpétofaune de l'île de Djerba. *Les Naturalistes belges*, 62: 122-150.
- RATO C., CARRANZA S. & HARRIS D.J., 2012. Evolutionary history of the genus *Tarentola* (Gekkota: Phyllodactylidae) from the Mediterranean Basin, estimated using multilocus sequence data. *BMC Evol. Biol.*, 12: 14.
- RIVIÈRE V. & LO CASCIO P., 2014. Inventaire herpétologique des îles de la Baie de Monastir et de la Chebba. Compte-rendu de prospections. Préconisations de gestion. Note Naturaliste PIM, 24 pp., on-line at: <http://www.initiative-pim.org/>.
- SCHLÜTER U., 2002. Die Reptilien und Amphibiens der Kerkennah-Inseln. *Elaphe*, 10: 68-74.

- SCHNEIDER B., 1969. Zur Herpetofauna der Galita-Archipels. *Aquar. Terr. Zeitschr.*, 22: 249-251.
- SINDACO R. & JEREM ENKO V.K., 2008. The Reptiles of the Western Palaearctic. 1. Annotated checklist and distributional atlas of the turtles, crocodiles, amphibians, and lizards of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia. *Belvedere-SHI*, Latina, 579 pp.
- SINDACO R., VENCHI A. & GRIECO C., 2013. The Reptiles of the Western Palaearctic. 2. Annotated checklist and distributional atlas of the snakes of Europe, North Africa, Middle East and Central Asia, with an update to the Vol. 1. *SHI-Belvedere*, Latina, 543 pp.
- TLILI W., 2003. Biodiversité de l'herpétofaune insulaire tunisienne. Diplôme d'études approfondies en Ecologie générale, *Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar*, 94 pp.
- TLILI W., DELAUGERRE M., OUNI R. & NOUIRA S., 2012. Distributional review of the genus *Tarentola* (Reptilia, Sauria) in Tunisia (North Africa). *Herpetol. Notes*, 5: 485-492.
- TLILI W., NEFLA A., DELAUGERRE M., OUNI R. & NOUIRA S., 2014. Factors determining Gekkotan (Reptilia, Sauria) distribution in Tunisia (North Africa). *Acta Herpetol.*, 9 (2): 203-217.

*Addresses of the authors* — C. CORTI, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Museo "La Specola", Via Romana, 17 - 50125 Firenze (I); e-mail: claudia.corti@unifi.it; S. BEN HAJ, Thétis-Conseil, 1, rue d'Istamboul - 7000 Bizerte (Tunisia); e-mail: samibenhaj@yahoo.com; S. NOUIRA, Institut Supérieur des Sciences Biologiques Appliquées de Tunis, Université de Tunis - El Manar (Tunisia); e-mail: saidnouira.ecologie@gmail.com; R. OUNI, Association for the Protection of Environmental and Natural Heritage, Béjaoua 2 - 2020 Sidi Thabet (Tunisia); e-mail: elanion2003@yahoo.fr; V. RIVIÈRE, AGIR Écologique SARL 147, anc. Route d'Esparron - 83470 Saint Maximim-La-Saint Baume (France); e-mail: vincent.riviere@agirecologique.fr; M.-J. DELAUGERRE, Conservatoire du littoral, Résidence St. Marc, 2, rue Juge Falcone - 20200 Bastia (France); e-mail: m.delaugerre@conservatoire-du-littoral.fr; P. LO CASCIO, Associazione Nesos, Via Vittorio Emanuele, 24 - 98055 Lipari (Messina, I); e-mail: plocascio@nesos.org.

ANDREA COSTA, SEBASTIANO SALVIDIO & GIACOMO ROSA

## AGE-CLASS SEGREGATION AND MICROHABITAT SELECTION IN FOREST SALAMANDERS: APPLICATION OF A TWO-SPECIES N-MIXTURE MODEL

### SUMMARY

Some studies investigated age-class segregation of *Speleomantes strinatii*, in underground environments, showing a clear spatial segregation. We investigated the spatial distribution of *S. strinatii* on the forest floor, on 111 plots surveyed three times per season, in autumn 2017 and spring 2018. We modeled co-abundance of adults and juveniles, using a two-species N-mixture model with directional interactions, incorporating environmental covariates. In contrast with what observed in underground environments, we recorded no spatial segregation between age-classes of *S. strinatii*, while we found that adults and juvenile responded differently to environmental features.

*Key words:* Plethodontidae, N-mixture model, spatial segregation, soil moisture.

### RIASSUNTO

*Segregazione spaziale e selezione del microhabitat nei geotritoni in ambiente forestale: applicazione di modelli N-mixture a due specie.* Svariati studi hanno investigato la segregazione spaziale in popolazioni ipogee di *Speleomantes strinatii*, dimostrando una chiara segregazione spaziale. Abbiamo studiato la distribuzione spaziale di *S. strinatii* in ambiente forestale, all'interno di 111 plot campionati tre volte per stagione in autunno 2017 e primavera 2018. Abbiamo analizzato i conteggi usando un modello N-mixture per due specie con interazioni direzionali, modellando l'abbondanza di giovani e adulti in funzione delle variabili ambientali. Non abbiamo osservato segregazione spaziale, contrariamente a quanto osservato in ambienti ipogei, mentre abbiamo osservato come giovani e adulti rispondano in modo diverso ai fattori ambientali.

*Parole chiave:* Plethodontidae, N-mixture model, segregazione spaziale, umidità del suolo.

## INTRODUCTION

Some studies investigated the population structure and spatial distribution of the European cave salamander *Speleomantes strinatii* (Allen, 1958) (e.g., SALVIDIO, 1993; LINDSTROM, 2010; FICETOLA *et al.*, 2012). This species is a fully terrestrial plethodontid found in northwestern Italy and southern France on the forest floor and also within underground habitats such as natural caves or man-made tunnels (LANZA, 2007). In underground habitats, some studies have shown an age-related spatial segregation, with juvenile salamanders more present in the external sectors, while the adults disperse in the inner parts of the caves (SALVIDIO & PASTORINO, 2002; FICETOLA *et al.*, 2013; SALVIDIO *et al.*, 2020). Researchers have provided various explanations for this arrangement: e.g., prey distribution, social processes, microhabitat selection, but none fully explained the causes of this evident spatial segregation (SALVIDIO & PASTORINO, 2002; FICETOLA *et al.*, 2013). Here we investigated the spatial distribution and age-class segregation of *S. strinatii* on the forest floor, and the effect of environmental features on local abundance and surface activity.

## MATERIALS AND METHODS

We selected three sampling sites between the Liguria and Piemonte regions, included within the same mountain massif (Mount Antola), and placed 26 to 57 permanent square plots (30 m<sup>2</sup> each – 5.5 m side) in each site, following a systematic random positioning, with a minimum distance of 20 m from each other, according to a meta-population design (i.e. the individual observations are replicated in space and time; ROYLE, 2004), obtaining a total of 111 plots. We counted adults and juveniles of *S. strinatii* at all sites during three repeated surveys in a short period, and considered as juveniles all individuals measuring less than 55 mm SVL and showing no sexual characters, while we considered all remaining as adults (SALVIDIO, 1993; FICETOLA *et al.*, 2013). We sampled the same plots during autumn 2017 and spring 2018. Using a digital soil moisture meter, we measured the average soil moisture retention for each plot (*MOIST*). From a Digital Elevation Model, we calculated two covariates: the duration of direct insolation (*INSOL*), expressed in hours and not taking into account the tree cover, and the Topographic Position Index (*TPI*), representing landforms such as hilltops or depressions. For each sampling session, we recorded the day of the year (*DAY*), the air temperature of the survey (*TEMP*) and the cumulated rain in the 72 hours prior to sampling (*RAIN*) from local weather stations. We then employed count

data to model co-abundance of adults and juveniles, using a two-species N-mixture model with directional interactions (BRODIE *et al.*, 2018). N-mixture models estimate latent abundance state  $N$  at site  $i$  ( $N_i^j$ ), assuming  $N_i^j \sim \text{Poisson}(\lambda)$ , where  $\lambda$  is the expected abundance per sample unit, by using repeated counts  $C$  at site  $i$  during survey  $j$  ( $C_{ij}$ ) to estimate individual detection probability  $p$ , assuming  $C_{ij} | N_i^j \sim \text{Binomial}(N_i^j, p)$ . We modelled the detection process of both adults and juveniles as follows:

$$\text{logit}(p_{ij}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{day}_{ij} + \alpha_2 * \text{temp}_{ij} + \alpha_3 * \text{rain}_{ij} + \tau_{ij}$$

where  $\alpha_0$  is the intercept,  $\alpha_1$ -  $\alpha_3$  are covariate effects and  $\tau$  is a random effect, assuming normal distribution. For the abundance of adults and juveniles we built the following models:

$$\begin{aligned} \log(\lambda_i^A) &= \beta_0^A + \beta_1^A * \text{moist}_i + \beta_2^A * \text{insol}_i + \beta_3^A * \text{tpi}_i + \sum_i \\ \log(\lambda_i^J) &= \beta_0^J + \beta_1^J * \text{moist}_i + \beta_2^J * \text{insol}_i + \beta_3^J * \text{tpi}_i + \gamma_0 * n_i^A + \gamma_1 * \text{moist}_i * n_i^A \\ &+ \gamma_2 * \text{insol}_i * n_i^A + \gamma_3 * \text{tpi}_i * n_i^A + \sum_i \end{aligned}$$

where the superscripts A and J stand for adults and juveniles, respectively,  $\beta_0$  is the intercept,  $\beta_1$ -  $\beta_3$  are covariate effects,  $N_i^A$  is the latent abundance of adults at site  $i$ ,  $\gamma_0$  is the co-abundance effect of adults on juveniles,  $\gamma_1$ -  $\gamma_3$  are covariate effects on the relationships between juveniles' abundance and environmental features and  $\sum$  is a site-level random effect. Capture permits were issued by Italian Ministry of Environment (13862/PNM/2016; 8453/T-A31/2017).

## RESULTS AND DISCUSSION

In autumn we detected a total of 340 salamanders, of which 278 are adults and 62 juveniles. In spring, we met a total of 395 salamanders: 248 adults and 147 juveniles. The estimated abundance of adults per-site was slightly higher in autumn ( $\lambda = 1.68$ ) than in spring ( $\lambda = 1.24$ ), while juvenile the abundance was lower than that of adults, in both seasons ( $\lambda = 1.07$  and  $0.56$  for autumn and spring, respectively). *MOIST* had a significant positive effect on local abundance of both age-classes. *TPI* had a significant negative effect on the abundance of adults. Detection probability for adults remained almost constant ( $p = 0.27$  and  $0.31$  for autumn and spring, respectively), increasing from autumn to spring for juveniles ( $p = 0.13$  and  $0.33$  for autumn and spring, respectively). In autumn, all covariates included in the detection model of adults had a significant effect. For what concerns juveniles, in the same season, only *TEMP* and *RAIN* had a significant positive effect on  $p$ . During spring, all detection covariates on the adult model remained significant,

but *DAY* and *TEMP* shifted their effect on  $p$ . In spring only one covariate showed a significant effect on juveniles' detection probability: *RAIN* had a positive effect on  $p$ . Finally, the term co-abundance effect ( $\gamma_0$ ) was not significant in both seasons, indicating a lack of spatial segregation and an absence of relationship between adults and juveniles' abundance.

## REFERENCES

- BRODIE J.F., HELMY O.E., MOHD AZLAN J., GRANADOS A., BERNARD H., GIORDANO A.J. & ZIPKIN E., 2018. Models for assessing local scale co abundance of animal species while accounting for differential detectability and varied responses to the environment. *Biotropica*, 50: 5–15.
- FICETOLA G.F., PENNATI R. & MANENTI R., 2012. Do cave salamanders occur randomly in cavities? An analysis with *Hydromantes strinatii*. *Amphibia Reptilia*, 33: 251–259.
- FICETOLA G.F., PENNATI R. & MANENTI R., 2013. Spatial segregation among age classes in cave salamanders: Habitat selection or social interactions? *Popul. Ecol.*, 55: 217–226.
- LANZA B., 2007. *Speleomantes strinatii* (Aellen, 1958). Pp. 152-156 in: Lanza B., Andreone F, Bologna M.A., Corti C. & Razzetti E. (Eds), Fauna d'Italia. 42. Amphibia. *Edizioni Calderini*, Bologna.
- LINDSTRÖM L., REEVE R. & SALVIDIO S., 2010. Bayesian salamanders: Analysing the demography of an underground population of the European plethodontid *Speleomantes strinatii* with state-space modelling. *BMC Ecology*, 10, 4: doi.org/10.1186/1472-6785-10-4.
- ROYLE J.A., 2004. N mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics*, 60: 108-115.
- SALVIDIO S., 1993. Life history of the European plethodontid salamander *Speleomantes ambrosii*. *Herpetol. J.*, 3: 55–59.
- SALVIDIO S., COSTA A., ONETO F. & PASTORINO M.V., 2020. Variability of A Subterranean Prey-Predator Community in Space and Time. *Diversity*, 12, 17: doi:10.3390/d12010017.
- SALVIDIO S. & PASTORINO M.V., 2002. Spatial segregation in the European plethodontid salamander *Speleomantes strinatii* in relation to age and sex. *Amphibia Reptilia*, 23: 505–510.

*Addresses of the authors* — Department for the Earth, Environment and Life Sciences (DIS-TAV), University of Genova - 16132 Genova (I); correspondence: andrea-costa@hotmail.it



JELKA CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ

## HOW CITIZENS' VOTES CAN THREATEN LOCAL HERPETOFAUNA? A STORY FROM THE BALKANS

### SUMMARY

After the breakage of the Balkan country Socialistic Federative Republic (SFR) of Yugoslavia, the status of local herpetofauna and regional biodiversity conservation didn't improve much. With the changes of the national political systems, citizens of the ex-Yugoslavia also had to face aggressive urbanization, increase of deforestation, loss of small water bodies and destruction of the mountain rivers - all four negative for survival of local amphibian and reptile populations in the entire Balkans. Increase of aggressive urbanisation resulted in the destruction of the network of small green areas in the cities, crucial for the survival of local herpetofauna in residential areas. Intensification of forests' exploitation and the threatening regional status of the small water bodies increased probability of cumulative negative effect on populations of local herpetofauna. Recently, out-of-river small hydropower plants (SHPP) have spread throughout the Balkans, revealing questionable capacity of national governments to fight ecological crisis. Recent mini-review about impact of SHPP on the Balkan herpetofauna showed that there are species which rely on small lotic aquatic systems in the hilly/mountain parts. Even these are just 28% and 12% of overall amphibian and reptile species in the region, respectively, some of them are very common and widespread; therefore, the fact that almost 5000 Balkan rivers would be devastated suggests that the most of populations of these species could be jeopardised. All these issues seem to be the consequence of wrong political choices made by citizens of the Balkan countries and of their inability to choose a political option which will support biodiversity conservation. The take-home message may be that it seems urgent to start addressing local conservation issues in Europe, before it becomes too late for the recovery of European biodiversity hotspots such as the Balkan Peninsula.

*Key words:* Balkans Peninsula, former Yugoslavia, Reptiles, Amphibians, current threats.

### RIASSUNTO

*Come possono i voti dei cittadini minacciare la fauna locale? Una storia dai Balcani.* Dopo la rottura della Repubblica Socialista Federativa (SFR) di Jugoslavia, nei Balcani, lo stato dell'erpeto-

fauna locale e la conservazione della biodiversità regionale non sono migliorate molto. Con i cambiamenti dei sistemi politici nazionali i cittadini dell'ex Jugoslavia hanno dovuto far fronte a un'urbanizzazione aggressiva, all'aumento della deforestazione, alla perdita di piccoli corpi idrici e alla distruzione dei fiumi montani, con conseguenze negative per la sopravvivenza delle popolazioni locali di anfibi e rettili. L'incremento dell'urbanizzazione aggressiva ha portato alla distruzione della rete di piccole aree verdi delle città, cruciali per la sopravvivenza dell'erpetofauna locale nelle aree residenziali. L'intensificazione dello sfruttamento delle foreste e la minaccia occorsa ai piccoli corpi idrici hanno accresciuto la probabilità di produrre effetti negativi cumulativi sulle popolazioni di anfibi e rettili a livello locale. In tempi recenti, piccole centrali idroelettriche (*SHPP*) si sono diffuse in tutti i Balcani, rivelando una discutibile capacità dei governi nazionali di combattere la crisi ecologica. Una recente mini-revisione sull'impatto dell'*SHPP* sull'erpetofauna balcanica ha mostrato che ci sono specie la cui esistenza dipende da piccoli sistemi acquatici lotici delle zone collinari/montane. Queste rappresentano rispettivamente solo il 28% e il 12% delle specie complessive di anfibi e rettili presenti nella regione, alcune di esse sono molto comuni e diffuse; pertanto, il fatto che quasi 5000 fiumi balcanici sarebbero stati devastati suggerisce che la maggior parte delle popolazioni di queste specie potrebbe essere messa a repentaglio. Tutti questi problemi sembrano essere la conseguenza di scelte politiche errate fatte dai cittadini dei paesi balcanici e della loro incapacità di operare una scelta politica a sostegno della conservazione della biodiversità. Il messaggio che se ne può ricavare potrebbe essere che vi è l'urgenza di iniziare ad affrontare a livello Comunitario i problemi di conservazione locale che si presentano in Europa, prima che sia troppo tardi affinché vengano salvaguardati a livello europeo gli *hotspot* di biodiversità come la Penisola Balcanica.

*Parole chiave:* Penisola Balcanica, ex Jugoslavia, Anfibi, Rettili, attuali minacce.

## INTRODUCTION

The world is facing global biodiversity crisis which is not a recent issue; it has existed since decades. To slow down the process of extinction of species and loss of habitats, the Convention on Biological Diversity (CBD) was promoted in 1992, in the city of Rio de Janeiro. It was an attempt to make an "easy to read" and efficient document aiming to help to understand that biodiversity cannot be constrained by political boundaries into independent geographical patches. Article 3. of CBD mentions that "States have, in accordance with the Charter of the United Nations and the principles of international law, the sovereign right to exploit their own resources pursuant to their own environmental policies, and the responsibility to ensure that activities within their jurisdiction or control do not cause damage to the environment of other States or of areas beyond the limits of national jurisdiction" (<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>). Also, in Article 8., a number of activities related to protection of national biodiversity was listed, among them "(a) Establish a system of protected areas or areas where special measures need to be taken to conserve biological diversity; (b) Develop, where necessary, guidelines for the selection, establishment and management of protected areas or areas where special measures need to be taken to conserve bio-

logical diversity; (c) Regulate or manage biological resources important for the conservation of biological diversity whether within or outside protected areas, with a view to ensuring their conservation and sustainable use; (d) Promote the protection of ecosystems, natural habitats and the maintenance of viable populations of species in natural surroundings; (e) Promote environmentally sound and sustainable development in areas adjacent to protected areas with a view to furthering protection of these areas”.

The sovereignty of every state who signed the Convention to manage its own biodiversity would sound nice to national governments, but how many countries in the world can exploit “national” biodiversity without negatively influencing the biodiversity of the neighboring countries? Those in the Balkan Peninsula are not geographically isolated. These countries have been connected not just by history, but by sharing the same natural resources (mountains, lowlands, watersheds, lakes, and the sea). Political transition experienced by the countries previously united in the Socialistic Federative Republic (SFR) Yugoslavia, as well as by others post-socialistic countries in the region, have shown that the process of “democratisation” would not inevitably guarantee improvement of national biodiversity conservation. Are the majority of voters capable to recognise which political option has the ability to improve their wealth respecting biodiversity conservation? How much these voters understand the importance of biodiversity conservation? When the national biodiversity conservation is jeopardised? Is it exclusively a national issue?

Here, examples of conservation challenges of amphibians and reptiles, either within the former SFR Yugoslavia or within the Balkan Peninsula will show how much the efforts to strengthen awareness and ecological knowledge in the region (by preparing and sharing documents, organising workshops, trainings, conferences, study visits etc. for national government representatives and responsible institutions... see in EURONATURE *et al.* (2004), increased the quality of biodiversity conservation in this area.

## MATERIALS AND METHODS

The Balkan Peninsula is one of the three southern biodiversity hot spots in Europe, at least regarding its genetic diversity. In comparison to other two southern refugia – the Italian and Iberian peninsulas – the Balkan Peninsula has been a more dynamic transitional zone for the species migrating from West to the East and *vice versa* (see CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ, 2007). It is predominantly a mountainous area, with the Outer Dinarides along the eastern coast of the Adriatic Sea, replaced to the South by the Scardo-Pindus moun-

tains along the Ionian Sea, and the Inner Dinarids from Slovenia on the North-West to the Morava and Vardar River valleys in Serbia and North Macedonia, respectively. The Balkan Mountains are distributed mostly in Bulgaria, part of the Carpathians includes Eastern Serbia, the Rhodope Mountains occur in parts of Bulgaria, North Macedonia and Greece, and there are isolated summits, including the Olympus, Pelion and Ossa mountains in Greece.

The SFR Yugoslavia was made up of Slovenia, Croatia and the countries of the “Western Balkan”, with the exception of Albania. Few recently published or “in press” literature data which summarizing new threats to the herpetofauna in part of the Balkans or throughout the Balkans were used as a material for this study; but the problems raised here are common to the whole world. The case studies from the Republic of Serbia included a) a communication at the conference on the differences in herpetofauna richness between two large cities (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2016) related to aggressive urbanisation that started along with the political transition after the year 2000; b) few studies on the importance of maintaining complex forest ecosystems for the well-being of local populations of some reptile species (STOJADINOVIĆ *et al.*, 2017; ĆOROVIĆ *et al.*, 2019; NIKOLIĆ *et al.*, 2020), and c) a study suggesting how forest cover reduction could impact the local population of common amphibian species (JOVANOVIĆ *et al.*, 2020). The recent status and threats to small water bodies used by amphibians as breeding sites were considered in a chapter of the monograph on small water bodies in the Western Balkans (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2022). Finally, in the mini review, the proliferation of “out-of-river” small hydropower plants throughout the Balkan Peninsula was considered an emerging problem for the local populations of some species of amphibians and reptiles (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2021).

## RESULTS

### *Aggressive urbanisation*

PERIC & D’HONDT (2020) revealed that territorial capital in the Balkans is seriously threatened due to the abuse of legal procedures, public disinterest and the politicisation of planning. Based on available literature data and personal observations, a brief comparison of the distribution of amphibians and reptiles before and after the year of democratic changes in Serbia (year 2000) was conducted for two of the three largest Serbian cities: Belgrade, the capital, and Niš, a regional center. The analysis conducted in Belgrade showed that only 8% and 17% of its total number of amphibian and reptile

species, respectively, inhabited the city center after year 2000 (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2016) while 27% and 33% of the total number of amphibians and reptiles, respectively, of Niš were found in the city center. Aggressive urbanisation in Belgrade began after period of civil wars and was reflected in a rapid replacement of single-family homes with green backyards by densely distributed buildings with no green corridors and/or green areas in between. This process, also called „investors' urbanism“, continues, despite objections from environmental professionals and civil organisations.

### *Increased deforestation*

According to the national data compilation by VUKOVIĆ & VUKOVIĆ-MANDIĆ (2018), forests cover significant portions of the Western Balkans – ranging from 29% in Serbia to 60% in Montenegro. Despite ongoing issues related to climate change (temperature rise, prolonged droughts, severe floods) and knowledge about ecosystem services provided by forests, their exploitation is showing an increasing trend, at least in some of those countries. In Serbia, for example, deforestation is also taking place due to the aggressiveness of tourist town planning and the spread of urban areas (while the total number of citizens in the country is decreasing). A look at a few studies reveals the connection between local forest habitat systems and the ecological needs of some reptile species (STOJADINOVIĆ *et al.*, 2017; ĆOROVIĆ *et al.*, 2019; NIKOLIĆ *et al.*, 2020) and on canopy as important shelter during the breeding season of some common amphibian species (JOVANOVIĆ *et al.* 2020).

### *Loss of small water bodies*

An overview on the status of small water bodies (SWB) as last refugia for amphibian species in the Western Balkan countries showed that they are silently disappearing, due to both anthropogenic impact (intensive habitat alterations such as conversion to the agricultural land, be it the construction of highways, the opening of new mines for the exploitation of rare or essential minerals, deforestation, etc.), or natural causes (succession and/or climate change) (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2022). The conservation of the SWB is, in many cases, linked to the socio-economic status of the people, i.e. the stimulation of local stakeholders to continue with the traditional practices of agriculture and livestock, including the maintenance of the SWB, and to their continuous education on the importance of SWB for the preservation of high values of local biodiversity. In addition, the natural SWB should be regularly monitored for threats; any disturbance detected, referring to both an unusual change in the water level or a decline in occurring populations and / or species, should be adequately mitigated. Although the value of SWB is

already known in Europe, it appears that decision makers in the Balkan countries have not been educated or, what could be more efficient, trained by implementing appropriate legal acts to care for these important habitats.

### *Destruction of the mountain rivers*

A few years ago, small out-of-river hydropower plants (SHPP) began to proliferate throughout the Balkans, revealing the questionable ability of national governments to combat the ecological crisis. Recent mini-review about impact of SHPP on Balkan herpetofauna recalled that there are species of amphibians and reptiles in the hilly/mountain parts that depend on small lotic aquatic systems (CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ *et al.*, 2021). These also represent only 28% and 12% of the total number of amphibian and reptile species in the region, respectively, some of which are very widespread. Therefore, the fact that nearly 5,000 Balkan rivers would be devastated suggests that many of these species would be regionally endangered. This reveals a profound conflict between scientific knowledge and profit, and a paradox of ignoring biodiversity conservation by applying theoretically sustainable practices. Even hydropower in EU is now longer recognised as a „sustainable“ source, there are still investors in the Balkans, at least in Serbia, who profit from the construction of SHPP that apparently disturb local environmental values and local biodiversity. Appeals from local communities and even national experts are ignored.

### CONCLUSIONS

Both amphibians and reptiles are globally highly threatened animal groups (ANTHONY *et al.*, 2008; BÖHM *et al.*, 2013). Europe is a small area but under severe pressure from an industrially developed human population and with many challenges for its biodiversity. One third of the European amphibian and reptile species inhabit the Balkan Peninsula (SPEYBROECK *et al.*, 2020). Freshwaters and forests in the Balkan countries, which are important habitats for both of these vertebrate groups, are treated by key stakeholders as free capital that must be easily converted into their own economic advantage. From the beginning of the democratic changes until today, the citizens of some Balkan countries have not shown interest / knowledge / capacity to choose / elect a true „green“ political option. This suggests that loss of biodiversity in the Balkan Peninsula, and thus the loss of some essential habitats for its amphibians and reptiles, should not be a purely national issue. Biodiversity is global responsibility.

*Acknowledgements* — I am grateful to Dr Claudia Corti and the Organizing Committee for having invited me to the Congress of the *Societas Herpetologica Italica* and the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia, Contracts No. 451-03-9/2021-14/200124 and No. 451-03-9/2021-14/200007 for supporting the present study.

#### REFERENCES

- ANTHONY B., ARNTZEN J.W., BAHA EL DIN S., BÖHME W., COGALNICEANU D., CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., CROCHET P.-A., CORTI C., GRIFFITHS R., KANEKO Y., KUZMIN S., WAI NENG LAU M., LI P., LYMBERAKIS P., MARQUEZ R., PAPANFUSS T., PLEGUEZUELOS J.M., RASTEGAR N., SCHMIDT B., SLIMANI T., SPARREBOOM M., UGURTAS I., WERNER Y. & XIE F., 2008. Amphibians of the Palaearctic realm. Pp: 106-113 in: Stuart S.N., Hoffmann M., Chanson J.S., Cox N.A., Berridge R.J., Ramani P., & Young B.E. (eds.), *Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions*, Barcelona.
- BÖHM M., COLLEN B., BAILLIE J.E.M., BOWLES P., CHANSON J., COX N., HAMMERSON G., HOFFMANN M., LIVINGSTONE S.R., RAM M., RHODIN A.G.J., STUART S.N., VAN DIJK P.P., YOUNG B.E., AFUANG L.E., AGHASYAN A., GARCÍA A., AGUILAR C., AJTIC R., AKARSU F., ALENCAR L.R.V., ALLISON A., ANANJEVA N., ANDERSON S., ANDRÉN C., ARIANO-SÁNCHEZ D., ARREDONDO J.C., AULIYA M., AUSTIN C.C., AVCI A., BAKER P.J., BARRETO-LIMA A.F., BARRIO-AMORÓS C.L., BASU D., BATES M.F., BATISTELLA A., BAUER A., BENNETT D., BÖHME W., BROADLEY D., BROWN R., BURGESS J., CAPTAIN A., CARREIRA S., CASTAÑEDA DEL ROSARIO M., CASTRO F., CATENAZZI A., CEDEÑO-VÁZQUEZ J.R., CHAPPLE D.G., CHEYLAN M., CISNEROS-HEREDIA D.F., COGALNICEANU D., COGGER H., CORTI C., COSTA G.C., COUPER P.J., COURTNEY T., CRNOBRNJA-ISAILOVI J., CROCHET P.-A., CROTHER B., CRUZ F., DALTRY J.C., DANIELS R.J.R., DAS I., DE SILVA A., DIEMOS A.C., DIRKSEN L., DOAN T.M., DODD C.K., DOODY J.S., DORCAS M.E., DUARTE DE BARROS FILHO J., EGAN V.T., EL MOUDEN E.H., EMBERT D., ESPINOZA R.E., FALLABRINO A., FENG X., FENG Z.-J., FITZGERALD L., FLORES-VILLELA O., FRANÇA F.G.R., FROST D., GADSDEN H., GAMBLE T., GANESH S.R., GARCIA M.A., GARCÍA-PÉREZ J.E., GATUS J., GAULKE M., GENIEZ P., GEORGES A., GERLACH J., GOLDBERG S., GONZALEZ J.-C.T., GOWER D.J., GRANT T., GREENBAUM E., GRIECO C., GUO P., HAMILTON A.M., HARE K., HEDGES S.B., HEIDEMAN N., HILTON-TAYLOR C., HITCHMOUGH R., HOLLINGSWORTH B., HUTCHINSON M., INEICH I., IVERSON J., JAKSIC F.M., JENKINS R., JOGER U., JOSE R., KASKA Y., KAYA U., KEOGH J.S., KÖHLER G., KUCHLING J., KUMLUTA Y., KWET A., LA MARCA E., LAMAR W., LANE A., LARDNER B., LATTA C., LATTA G., LAU M., LAVIN P., LAWSON D., LEBRETON M., LEHR E., LIMPUS D., LIPCZYNSKI N., LOBO A.S., LÓPEZ-LUNA M.A., LUISELLI L., LUKOSCHEK V., LUNDBERG M., LYMBERAKIS P., MACEY R., MAGNUSSON W.E., MAHLER D.L., MALHOTRA A., MARIAUX J., MARITZ B., MARQUES O.A.V., MARQUEZ R., MARTINS M., MASTERSON G., MATEO J.A., MATHEW R., MATHEWS N., MAYER G., MCCRANIE J.R., MEASEY G.J., MENDOZA-QUIJANO F., MENEGON M., MÉTRAILLER S., MILTON D.A., MONTGOMERY C., MORATO S.A.A., MOTT T., MUÑOZ-ALONSO A., MURPHY J., NGUYEN T.Q., NILSON G., NOGUEIRA C., NÚÑEZ H., ORLOV N., OTA H., OTTENWALDER J., PAPANFUSS T., PASACHNIK S., PASSOS P., PAUWELS O.S.G., PÉREZ-BUITRAGO N., PÉREZ-MELLADO V., PIANKA E.R., PLEGUEZUELOS J., POLLOCK C., PONCE-CAMPOS P., POWELL R., PUPIN F., QUINTERO DÍAZ G.E., RADDER R., RAMER J., RASMUSSEN A.R., RAXWORTHY C., REYNOLDS R., RICHMAN N., RICO E.L., RISERVATO E., RIVAS G., DA ROCHA P.L.B., RÖDEL M.-O., RODRÍGUEZ SCHETTINO L., ROOSENBURG W.M., ROSS J.P., SADEK R., SANDERS K., SANTOS-BARRERA G., SCHLEICH



- H.H., SCHMIDT B.R., SCHMITZ A., SHARIFI M., SHEA J., SHI H.-T., SHINE R., SINDACO R., SLIMANI T., SOMAWEERA R., SPAWLS S., STAFFORD P., STUEBING R., SWEET S., SY E., TEMPLE H.J., TOGNELLI M.F., TOLLEY K., TOLSON P.J., TUNIYEV B., TUNIYEV S., ÜZÜM N., VAN BUURT G., VAN SLUYS M., VELASCO A., VENCES M., VESELÝ M., VINKE S., VINKE T., VOGEL G., VOGGRIN M., VOGT R.C., WEARN O.R., WERNER Y.L., WHITING M.J., WIEWANDT T., WILKINSON J., WILSON B., WREN S., ZAMIN T., ZHOU K. & ZUG G., 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biol. Conserv.*, 157: 372-385.
- ĆOROVIĆ J., POPOVIĆ M., COGĂLNICEANU D., CARRETERO M. & CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., 2019. Distribution of the meadow lizard in Europe and its realised ecological niche model. *J. Nat. Hist.*, 52: 1909-1925.
- CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., 2007. Cross - section of a refugium: genetic diversity of amphibian and reptile populations in the Balkans. Pp. 327–337 in: Weiss S. & Ferrand N. (eds.), *Phylogeography of Southern European Refugia*. Springer, Dodrecht, Germany.
- CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., ADROVIĆ A., BEGO F., ČADENOVIĆ N., HADŽIAHMETOVIĆ JURIDA E., JABLONSKI D., STERIJOVSKI B. & JOVANOVIĆ-GLAVAŠ O., 2022. The importance of small water bodies' conservation for maintaining local amphibian diversity in the Western Balkans. Pp: 351-387 in: Peši V., Milošević Đ. & Miliša M. (eds.), *Small water bodies of the Western Balkans*. Springer Nature, Oham, Switzerland.
- CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., ILIĆ M., MILIĆEVIĆ J., ČOŠIĆ N., ĆOROVIĆ J., JOVANOVIĆ B., ... & STOJADINOVIĆ D., 2016. Transition, urbanization approach and degree of impoverishment of local batrach- and herpetofauna. *8th World Congress of Herpetology (WCH8)*, Abstract Book: 238.
- CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., JOVANOVIĆ B., ILIĆ M., ĆOROVIĆ J., ČUBRIĆ T., STOJADINOVIĆ D. & ČOŠIĆ N., 2021. Small Hydropower Plants' Proliferation Would Negatively Affect Local Herpetofauna. Mini Review. *Frontiers Ecol. Evol.*, 9: Article 610325.
- JOVANOVIĆ B., KESSLER E.J., ILIĆ M., ĆOROVIĆ J., TOMAŠEVIĆ-KOLAROV N., PHILLIPS C.A. & CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., 2020. Possible implications of weather variation on reproductive phenology of European common toad in southeastern Europe. *Turkish J. Zool.*, 44: 44-50.
- EURONATUR, IUCN REGIONAL OFFICE FOR EUROPE (ROFE) & IUCN/WCPA, 2004. Conservation without Frontiers -Towards a new Image for the Balkans. A Strategic Plan for the IUCN South-Eastern European Programme. *IUCN*.
- NIKOLIĆ M., CVETKOVIĆ J., STOJADINOVIĆ D. & CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J., 2020. Macro- and micro-habitat preferences of Eastern Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*). *Amphibia Reptilia*, 41: 313-322.
- PERIC A. & D'HONDT F., 2020. Squandering the territorial capital in the Balkans? Urban megaprojects between global trends and local incentives. *Urban Design Intern.*, 1-19.
- STOJADINOVIĆ D., MILOŠEVIĆ Đ., SRETIĆ K., CVETKOVIĆ M., JOVANOVIĆ T., JOVANOVIĆ B. & CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J. M., 2017. Activity patterns and habitat preference of eastern Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*) in Serbia. *Turkish J. Zool.*, 41: 1036-1044.
- 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: 139-191.
- UNITED NATIONS, 1992. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- VUKOVIĆ A. & VUKOVIĆ-MANDIĆ M., 2018. Study on climate change in the Western Balkans region. *Regional Cooperation Council Secretariat*, Sarajevo.

*Author's address* – University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics; University of Belgrade, Institute for Biological Research “Siniša Stanković” – Institute of national importance for Republic of Serbia; e-mail jelka@pmf.ni.ac.rs

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787161>

PIERANGELO CRUCITTI

ENRICA CALABRESI, ERPETOLOGA

#### RIASSUNTO

Sono riassunte le vicende che hanno caratterizzato l'esistenza di Enrica Calabresi, vittima dell'Olocausto. La zoologa fiorentina ha dedicato gran parte della sua breve carriera scientifica alla ricerca erpetologica. In particolare, nel contesto della sua produzione, emergono i contributi sulla sistematica e distribuzione della specie politipica *Vipera aspis* in Italia e sull'erpetofauna della Somalia.

*Parole chiave:* storia dell'erpetologia, *Vipera aspis*, erpetofauna della Somalia.

#### SUMMARY

*Enrica Calabresi, herpetologist.* The events that characterized the existence of Enrica Calabresi, a victim of the Holocaust, are summarized. The Florentine zoologist has devoted much of her short scientific career to herpetological research. Particularly, in the context of its production, contributions emerge on the systematic and distribution of the polytypic species *Vipera aspis* in Italy and on the herpetofauna of Somalia.

*Key words:* history of herpetology, *Vipera aspis*, herpetofauna of Somalia.

#### INTRODUZIONE

Le vicende che hanno caratterizzato la vita di Enrica Calabresi (Ferrara, 10 novembre 1891 - Firenze, 20 gennaio 1944) sono state dettagliate solo negli ultimi venti anni. L'esistenza della zoologa ferrarese (fiorentina d'adozione) è stata contrassegnata da eventi dolorosi che hanno stroncato legittime

aspirazioni - la brillante carriera accademica alla quale era destinata grazie alla laurea in Scienze Naturali, padronanza di varie lingue europee, spiccate abilità nella didattica e nella ricerca - determinandone la conclusione tanto prematura quanto drammatica. Dalla documentazione emerge la triplice discriminazione subita da Enrica Calabresi: di genere (in quanto donna), politica (in quanto antifascista), razziale (in quanto appartenente alla comunità ebraica). L'attività scientifica di Enrica Calabresi, soprattutto in funzione del breve periodo dedicato alla ricerca, appena 18 anni) è stata già oggetto di analisi (POGGESI & SFORZI, 2001). In questa sede saranno approfonditi i contributi su Anfibi e Rettili, un interesse che ne ha contrassegnato l'intera carriera consentendo di attribuirle la qualifica di "erpetologa" oltre a quella più nota di "entomologa" ("socio vitalizio" della SEI con funzione di Segretario dal 1919 al 1922: POGGI, 2014).

## MATERIALI E METODI

Nella presente ricerca è stata affrontata: (i) l'analisi della bibliografia tematica di Enrica Calabresi (EC); (ii) l'elenco annotato delle specie di Anfibi e Rettili descritte da EC come nuove per la Scienza. È stato possibile risalire al testo di tutti gli articoli (90-105 anni), dedicati agli Anfibi e ai Rettili. Titoli degli articoli di EC, inclusi nomi delle specie e relativi autori e nomi delle famiglie, sono stati trascritti fedelmente. Per la nomenclatura aggiornata delle specie sono stati utilizzati: Frost, 2021. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1 (Date of access), Electronic Database accessible at <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA. doi.org/10.5531/db.vz.0001); il portale Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2021); The Reptile Database, (<http://www.reptile-database.org>), accessed May 23, 2006) (= RD). Il presente lavoro costituisce solo un aggiornamento della nomenclatura, gli esemplari in collezione non sono stati studiati. I materiali citati, relativi alle specie nuove per la Scienza, sono conservati nella sezione di Zoologia "La Specola" del Museo di Storia Naturale di Firenze (= MZUF) (AGNELLI *et al.*, 2009; NISTRI, 2010) o nel Museo Civico di Storia Naturale di Milano (= MSNM) (SCALI, 2010; BLACKBURN & SCALI, 2014).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Trascurando la pubblicazione di alcuni lemmi per "L'Enciclopedia Italiana" dell'Istituto G. Treccani di Roma, l'elenco delle pubblicazioni di EC

include 28 titoli a stampa; 4 su Cnidaria Anthozoa, 9 su Coleoptera Brentidae, 14 su Amphibia e Reptilia, 1 su Mammalia. Gli articoli di argomento erpetologico sono dedicati agli Anfibi (1), ai Rettili (4) o ad entrambi (9); questo interesse si è mantenuto costante per tutta la carriera, il primo articolo è del 1915, l'ultimo del 1932, al contrario dell'interesse riservato a Cnidaria Anthozoa (1926-1928) e Coleoptera Brentidae (1919-1922) (POGGESI & SFORZI, 2001; CRUCITTI & BUBBICO, 2020). Un contributo è dedicato ad una specie della fauna italiana; due sono dedicati ad una specie della Libia (Tripolitania) e ad una specie centrafricana; 11 sono checklist di specie raccolte nel corso di spedizioni italiane in Europa e Africa; tutti sono stati pubblicati su riviste italiane, in lingua italiana e come unico autore.

*A) Pubblicazioni erpetologiche di Enrica Calabresi*

1. 1915. Contributo alla conoscenza dei Rettili della Somalia. *Monitore Zoologico Italiano*, 26 (10): 234-247.

Checklist di 17 specie di Sauri (23 esemplari) appartenenti a sei famiglie, raccolte da Stefanini e Paoli nel 1913.

2. 1916a. Batraci e Rettili raccolti nella Somalia meridionale dai Dott. Stefanini e Paoli. *Monitore Zoologico Italiano*, 27 (2): 33-45.

Checklist di 18 specie, sei di Anuri appartenenti a due famiglie (sette esemplari) e 12 di Rettili appartenenti a cinque famiglie (20 esemplari). Di tutte le specie sono forniti dati biometrici.

3. 1916b. Sulla presenza dell'*Eumeces schneideri* Daud. nella Tripolitania. *Monitore Zoologico Italiano*, 27 (2): 50-51.

Descrizione di un maschio adulto di *Eumeces schneideri* Daud. [= *Eumeces schneiderii* (Daudin, 1802)], scincide raccolto a Tarhuna in Tripolitania dal prof. Renato Pampanini.

4. 1918. Rettili somali raccolti fra Gelib e Margherita (Riva sinistra del Giuba) dai dott. Mazzocchi e Scarsellati, nel 1912. *Monitore Zoologico Italiano*, 29 (8): 122-124.

Lista di nove specie di Rettili (12 esemplari). Di tutte le specie sono forniti dati biometrici.

5. 1923a. Missione Zoologica del Dott. E. Festa in Cirenaica. Anfibi e Rettili. *Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia Comparata della Regia Università di Torino*, 38 (7): 1-28.

Materiale collezionato da Enrico Festa nel 1921-1922 in Cirenaica; due specie di Anfibi e 20 specie di Rettili tra cui due Cheloni, 11 Sauri e sette Ofidi. Segue un elenco di 27 specie di Rettili citate da vari autori per la Cirenaica, tre delle quali di presenza non sufficientemente convalidata.

6. 1923b. Escursioni zoologiche del Dr. E. Festa nell'isola di Rodi. Anfibi e

Rettili. Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia Comparata della Regia Università di Torino, 38 (9): 1-16.

L'autrice fornisce un elenco di 14 specie di Anfibi e Rettili già note di Rodi, raccolte da Enrico Festa durante il suo soggiorno sull'isola (marzo-giugno 1913).

7. 1923c. Anfibi e Rettili dell'isola di Samos. *Monitore Zoologico Italiano*, 34 (5): 75-78.

Illustrazione di una piccola serie di Anfibi e di Rettili raccolti a Samos nel 1893 dal Dott. J. C. F. Major; sette specie di cui quattro nuove per l'isola.

8. 1923d. Anfibi e Rettili dell'Africa orientale raccolti durante le spedizioni Franchetti e Zammarano. *Atti della Società italiana di Scienze naturali*, 62: 145-163.

Illustrazione dei materiali, conservati nella sezione zoologica del Museo Civico di Storia Naturale di Milano, raccolti nell'Africa Orientale inglese nel corso della spedizione del Barone Franchetti (1919-1920) e da Vittorio Tedesco Zammarano nella Somalia italiana (1921-1922).

9. 1924a. A proposito di speciali appendici sensoriali presenti nella pelle di *Xenopus laevis* (Daud.). *Monitore Zoologico Italiano*, 35 (1): 90-104.

Nel tegumento di *Xenopus laevis* (Daud.) sono state rilevate piccole appendici tattili, distribuite sulla superficie del corpo di questi anuri e superficialmente cornificate. Si tratta di strutture alternate nei canali mucosi con gli organi della linea laterale.

10. 1924b. Ricerche sulle variazioni della *Vipera aspis* Auct. in Italia. *Bollettino dell'Istituto Zoologico della R. Università di Roma*, 2: 78-127.

La *Vipera aspis* Auctorum è presente in Italia con due specie *Vipera aspis* (Lin.) e *Vipera latastei* Boscà. Le varietà della specie designate da numerosi autori non sono da ritenersi valide ad eccezione di "due forme ..... (*omissis*), le quali hanno caratteri differenziali stabili ben definiti e *habitat* diverso" (p. 122). La *Vipera aspis* (Lin.) var. *redii* (Laur.) è la forma più comune in Italia e può coesistere (Emilia, Veneto, Lombardia) o meno (Italia centro-meridionale) con *Vipera berus* (Lin.). EC rileva inoltre "ibridi fra le due specie, non mi sono mai apparsi nell'abbondante materiale esaminato" (p. 123). La *Vipera aspis* (Lin.) *typus* presenta un *habitat* relativamente ristretto in Italia e limitato alle aree settentrionali e occidentali di Piemonte e Liguria e presenta differenze morfologiche con la *V. berus* "meglio accentuate e manifeste che per la var. *redii*" (p. 123).

11. 1925a. Anfibi e Rettili raccolti dal Dott. Aurelio Rossi nella regione dell'Alto Uellè (Congo Belga). *Atti della Società italiana di Scienze naturali*, 64: 119-125.

Esame dei materiali di una piccola collezione realizzata da Aurelio Rossi (1924) durante il suo ultimo viaggio nell'Africa equatoriale e di proprietà del Museo di Storia Naturale di Milano; 20 specie, 10 Anfibi e 10 Rettili di cui una nuova per la Scienza.

12. 1925b. Anfibi e Rettili raccolti dal Signor Ugo Ignesti nell'Abissinia settentrionale. Atti della Società italiana di Scienze naturali, 64: 100-109.

Elenco di 19 specie, tre Anfibi e 16 Rettili raccolte nei dintorni di Gondar tra il 1921 e il 1923.

13. 1927. Anfibi e Rettili raccolti nella Somalia dai Proff. G. Stefanini e N. Puccioni (Gennaio-Luglio 1924). Atti della Società italiana di Scienze naturali, 66: 14-60.

Elenco di 56 *taxa*, nove Anfibi e 47 Rettili, facenti parte del materiale raccolto nel corso della missione, prevalentemente geografico-antropologica, in Somalia nel 1924.

14. 1932. Anfibi e Rettili d'Albania. Atti dell'Accademia Veneto-Trentino-Istriana, 23: 83-86.

Brevissima nota su 10 specie, cinque Anfibi e altrettanti Rettili, ad integrazione della monografia di F. Kopstein e O. Wettstein (1921): Reptilien und Amphibien aus Albanien. Verhandlungen der Zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien, B, LXX, 387-457. Contributo citato da CEI (1943) e da JABLONSKI (2011).

*B) Le specie di Anfibi e Rettili nuove per la Scienza descritte da Enrica Calabresi*

Nel corso della sua attività di ricercatrice, EC ha descritto 55 nuovi *taxa*: nove di Cnidaria Anthozoa, 34 di Insecta Coleoptera (Brentidae), 12 di Vertebrata; di questi ultimi - sei specie di Amphibia più cinque specie e una sottospecie di Reptilia, almeno sei sono state sinonimizzate negli anni successivi (POGGESI & SFORZI, 2001).

## AMPHIBIA

### Bufonidae

*Bufo somalicus* Calabresi, 1927 [= *Sclerophrys blanfordii* (Boulenger, 1882); = *Bufo blanfordi* Boulenger, 1882 (HULSELMANS, 1977; BALLETO *et al.*, 1978)]. L'esemplare è conservato tra i tipi del MZUF (AGNELLI *et al.*, 2009; NISTRI, 2010). Il binomio di EC è citato da LANZA (1981) *sub B. blanfordi* Boulenger, 1882. Specie dell'Etiopia e della Somalia settentrionale (LANZA, 1981, 1988).

### Ranidae

*Arthroleptis elegans* Calabresi, 1927. Secondo la tassonomia corrente (cf. CHANNING & RÖDEL, 2019) dovrebbe essere designata come *Tomopterna elegans* (Calabresi, 1927) (BLACKBURN & SCALI, 2014). Dei quattro esemplari raccolti in un unico sito della Somalia, il lectotipo e due paralectotipi sono conservati nel MZUF (LANZA, 1978), il rimanente paralectotipo nel MSNM (SCALI, 2010) (MSNM Am 1328; BLACKBURN & SCALI, 2014). LANZA (1981) indica *Arthroleptis elegans* tra i sinonimi di *Tomopterna cryptotis* (Boulenger,

1907), specie ampiamente diffusa in tutta la Somalia e, più in generale, nelle regioni xeriche dell'Africa a sud del Sahara (LANZA, 1981, 1990).

#### Pyxicephalidae

*Pyxicephalus flavigula* Calabresi, 1916. Probabile sinonimo di *Pyxicephalus edulis* Peters, 1854, nel contesto di un genere dalla sistematica a lungo confusa (BALLETTTO *et al.*, 1978); la provenienza del materiale ("un esemplare raccolto presso Orofillo" nella Somalia meridionale: CALABRESI, 1916) non permette di concludere definitivamente in merito anche perché i tipi sono apparentemente dispersi.

*Pyxicephalus obbianus* Calabresi, 1927. Specie altrimenti nota come Rana toro di Calabresi (*Calabresi's bullfrog*) la cui descrizione è basata sulla cattura di due maschi nei pressi di "Dolobscio" (Somalia) (CALABRESI, 1927: 15-16). Il lectotipo della specie (designato da BALLETTTO *et al.*, 1978) è in MZUF (AGNELLI *et al.*, 2009; NISTRÌ, 2010, Fig. 1 di p. 123, lectotipo in norma dorsale). La distribuzione è circoscritta alla Somalia centrale e settentrionale (LANZA, 1981, 1990).

#### Rhacophoridae

*Hylambates enantiodyctylus* Calabresi, 1916 (= *Chiromantis kelleri* Boettger, 1893). L'esemplare raccolto ("Bardera", Somalia - CALABRESI, 1916) è conservato nella collezione dei tipi di MZUF (NISTRÌ, 2010). LANZA (1981, 1990) cita *H. enantiodyctylus* sub *C. petersi kelleri* Boettger, 1893 di cui fornisce la seguente distribuzione; Etiopia, Somalia, Kenya settentrionale.

#### Hyperoliidae

*Rappia rossii* Calabresi, 1925. POGGESI & SFORZI (2001) la riportano come sinonimo di *Hyperolius rossii* (Calabresi, 1925) collocandola tra i Rhacophoridae. Secondo BLACKBURN & SCALI (2014) il *taxon* è da considerare sinonimo di *Hyperolius viridiflavus* (Duméril & Bibron, 1841). I due sintipi, un maschio ed una femmina, raccolti da Aurelio Rossi nella Regione dell'Alto Uellé (Congo Belga), sono conservati presso il MSNM (Am 471 maschio e 472 femmina) (BLACKBURN & SCALI, 2014). La distribuzione di *H. v. viridiflavus* è limitata all'Etiopia, Somalia meridionale, Kenya nord-occidentale, Uganda nord-orientale (LANZA, 1990).

### REPTILIA

#### Eublepharidae

*Holodactylus aculeatus* Calabresi, 1927. POGGESI & SFORZI (2001) la riportano come *H. africanus* Boettger, 1893. L'esemplare citato da EC è conservato nel materiale tipico della collezione fiorentina (MZUF: NISTRÌ, 2010). Specie piuttosto diffusa in Somalia oltre che nell'Etiopia sud-orientale e Kenya settentrionale (LANZA, 1990).

#### Gekkonidae

*Hemidactylus fragilis* Calabresi, 1915. L'esemplare studiato da EC, un



maschio con la coda incompleta proveniente da Bur Meldàc (in RD: “Type locality: ‘Bur Meldac [=Meel Daaq]’, ca- 219 m elevation”) è conservato nel materiale tipico di MZUF e citato come sinonimo di *H. frenatus* Schlegel, 1836 (NISTRI, 2010). MAZUCH *et al.* (2016) considerano invece *H. fragilis* come taxon valido. LANZA (1990) ne limita la distribuzione alla Somalia sud-occidentale [in RD: “Somalia (Rahanuin Region), Ethiopia (Dolo)”].

*Hemidactylus puccionii* Calabresi, 1927. Il tipo è disperso (“Un ♂ raccolto fra Obbia e Dùrgale”: CALABRESI, 1927: 24). Nella loro revisione del gruppo *H. robustus*, ŠMÍD *et al.*, (2015) osservano: “Morphological data for species not available to us (... *H. puccionii*, ...) were taken from original descriptions and other relevant sources (CALABRESI, 1923, 1927; ...”. LANZA (1990) ne limita la distribuzione alla Somalia centrale e sud-orientale.

#### Sphaerodactylidae

*Pristurus stefanini* Calabresi, 1927. Un esemplare designato come “Paratype” è conservato presso il MSNM (SCALI, 2010) (su nove esemplari, di cui uno designato come olotipo, gli altri otto come paratipi). POGGESI & SFORZI (2001) la considerano sinonimo di *P. crucifer* (Valenciennes, 1861). LANZA (1990) menziona *P. crucifer* (in Gekkonidae) per la Somalia, l’Etiopia settentrionale e orientale e l’Arabia sud-occidentale.

#### Scincidae

*Mabuia*<sup>1</sup> (sic!) *somalica* Calabresi, 1915. Nel contesto dei numerosi sinonimi e dell’ampia distribuzione di *Mabuya brevicollis* (Weigmann, 1837) LANZA (1990) cita: “*Mabuia somalica* Calabresi, 1915 (Bardera and Goriei, near Bardera, S Somalia)”. Entrambi gli esemplari esaminati da EC (adulto di Bardera e giovane di Goriei) sono conservati presso il MZUF (NISTRI, 2010).

#### Trogonophidae

*Agamodon anguliceps immaculatus* Calabresi, 1927. Unico rappresentante di questo taxon è un maschio proveniente da Afghedud (CALABRESI, 1927; cf. anche LANZA, 1990). Il tipo non risulta menzionato nelle collezioni erpetologiche di MSNM (SCALI, 2010) e del MZUF (NISTRI, 2010). La distribuzione di questa sottospecie è limitata alla Somalia centrale (LANZA, 1990).

## CONCLUSIONI

Nel contesto della produzione erpetologica di Enrica Calabresi, emergono, a nostro avviso, due rilevanti contributi: (i) le ricerche sulla *Vipera* comune, *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758), il cui quadro complessivo relativo a tassonomia

<sup>1</sup> Il corretto nome del genere in realtà è *Mabuya*.

e distribuzione mantiene ancora in parte la sua validità (cf. DI NICOLA *et al.*, 2019); (ii) il filone di ricerche sull'erpetofauna della Somalia, oggetto di studio a partire dal 1914, basato sul materiale raccolto nel corso di numerose spedizioni italiane e tuttora conservato soprattutto nella sezione di Zoologia “La Specola” del Museo di Storia Naturale dell’Università di Firenze (NISTRI, 2010); tra questi, uno dei lavori più frequentemente citati è il contributo del 1927 (LANZA & CARFÌ, 1968; HULSELMANS, 1977; BALLETTTO *et al.*, 1978). Dal complesso della sua opera emerge la caratura di ricercatrice svincolata dalla retorica propagandistica del regime fascista su “colonie” e “madrepatria” bensì basata sulla asettica presentazione e discussione dei dati raccolti. Comportamento lontano dalle pedissequue manifestazioni di ossequio al potere di numerosi scienziati, anche zoologi, dell’epoca (v. ad esempio BORIA, 2020; CRUCITTI & BUBBICO, 2020). La sua carriera venne bruscamente interrotta giusto in coincidenza con la sciagurata avventura d’Etiopia, la contestuale fondazione dell’Impero (1936) e la creazione della “Rivista di Biologia Coloniale” da parte di Edoardo Zavattari (1938), dichiaratamente fascista, con la quale la zoologa fiorentina non ebbe mai rapporti di collaborazione. Anche per questo la onoriamo come una pura scienziata ed una valente erpetologa del suo tempo.

*Ringraziamenti* — Si ringraziano Claudia Corti, Alessandro Minelli, Annamaria Nistri e Roberto Poggi per la revisione critica del testo e gli utili suggerimenti.

#### BIBLIOGRAFIA

- AGNELLI P., NISTRI A. & VANNI S., 2009. Le collezioni dei Vertebrati/The vertebrate collections. Pp. 173-211 in: Barsanti G. & Chelazzi G. (eds.), Il Museo di Storia Naturale dell’Università degli Studi di Firenze. Volume I. Le Collezioni della Specola: Zoologia e cere anatomiche/The Museum of Natural History of the University of Florence. Vol. I. The Collections of La Specola: Zoology and Anatomical Waxes. *Firenze University Press*, Firenze.
- BALLETTTO E., CHERCHI M. A. & LANZA B., 1978. On some amphibians collected by the late Prof. Giuseppe Scortecci in Somalia. *Monitore zool. ital. (N.S.) Suppl.*, 11: 221-243.
- BLACKBURN D.C. & SCALI S., 2014. An annotated catalog of the type specimens of Amphibia in the collection of the Museo Civico di Storia Naturale, Milan, Italy. *Herpetol. Monogr.*, 28: 24-45.
- BORIA E., 2020. Storia della cartografia in Italia dall’Unità a oggi. Tra scienza, società e progetti di potere. *De Agostini Scuola SpA*, Novara, 405 pp.
- CEI G., 1943. Sopra una piccola raccolta erpetologica fatta dal signor L. Cardini nei dintorni di Butrinto (Albania). *Processi Verbalì Soc. toscana Sc. nat.*, 52: 3-7.
- CHANNING A. & RÖDEL M.-O., 2019. Field guide to the frogs & other amphibians of Africa. *Struik Nature*, Cape Town, South Africa.
- CRUCITTI P. & BUBBICO F., 2020. Dieci figure femminili della zoologia italiana del XX secolo. *Gangemi Ed. SpA*, Roma, 111 pp.

- DI NICOLA M.R., CAVIGIOLI L., LUISELLI L. & ANDREONE F., 2019. Anfibi & Rettili d'Italia. *Ed. Belvedere*, Latina, 568 pp.
- HULSELMANS J.L.J., 1977. Notes on a collection of toads from Ethiopia and Somalia. *Monitore zool. ital.*, Suppl. 9: 137-145.
- JABLONSKI D., 2011. Reptiles and amphibians of Albania with new records and notes on occurrence and distribution. *Acta Soc. Zool. bohemoslovacae*, 75: 223-238.
- LANZA B., 1981. A check-list of the Somali Amphibians. *Monitore zool. ital.*, Suppl. 15: 151-186.
- LANZA B., 1990. Amphibians and reptiles of the Somali Democratic Republic: check list and biogeography. *Biogeographia*, 14: 407- 465.
- LANZA B. & CARFÌ S., 1968. Gli Scincidi della Somalia (Reptilia, Squamata). *Monitore zool. ital.*, Suppl. 2: 207-260.
- LARGEN M.J. & RASMUSSEN J.B., 1993. Catalogue of the snakes of Ethiopia (Reptilia Serpentes), including identification keys. *Trop. Zool.*, 6: 313-434.
- MAZUCH T., ŠMÍD J. & BAUER M.A., 2016. Rediscovery and a new record of *Hemidactylus laevis* (Reptilia: Gekkonidae) from Somaliland, with notes on and resurrection of *Hemidactylus fragilis*. *Zootaxa*, 4117 (4): 529-542.
- NISTRI A., 2010. La collezione erpetologica della sezione di Zoologia “La Specola” del Museo di Storia Naturale dell’Università di Firenze/The herpetology collection of the zoology section “La Specola” of the Museo di Storia Naturale of the University of Florence. *Museologia Sci. Mem.*, 5: 118-128.
- POGGESI M. & SFORZI A., 2001. In ricordo di Enrica Calabresi. *Mem. Soc. entomol. ital.*, 80: 223-233.
- POGGI R., 2014. La Società Entomologica Italiana e l’applicazione delle leggi razziali del 1938. *Boll. Soc. entomol. ital.*, 146: 87-91.
- SCALI S., 2010. Storia e importanza scientifica della collezione erpetologica del Museo Civico di Storia Naturale di Milano/History and scientific importance of the herpetology collection of the Museo Civico di Storia Naturale of Milan. *Museologia Sci. Mem.*, 5: 69-77.
- ŠMÍD J., MORAVEC J., KRATOCHVÍL L., NASHER A.K., MAZUCH T., GVOŽDÍČ V. & CARRANZA S., 2015. Multilocus phylogeny and taxonomic revision of the *Hemidactylus robustus* species group (Reptilia, Gekkonidae) with descriptions of three new species from Yemen and Ethiopia. *Syst. Biodivers.*, 13: 346-368.
- UETZ P., FREED P., AGUILAR R. & HOŠEK J. (eds.), The Reptile Database. At: <http://www.reptile-database.org>, last access 2006.

*Address of the author* — P. CRUCITTI, Società Romana di Scienze Naturali, Campus di “Villa Esmeralda” Via Fratelli Maristi, 43 - 00137 Roma (I); e-mail: [info@srsn.it](mailto:info@srsn.it)



PIERANGELO CRUCITTI, EDOARDO DI RUSSO, STEFANO DOGLIO  
& NICOLÒ PELLECCIA

RICERCHE PRELIMINARI SULL'ERPETOFAUNA  
DEI MONTI AFFILANI E DELLE AREE LIMITROFE  
(LAZIO CENTRO-ORIENTALE)

RIASSUNTO

Viene presentato un prospetto preliminare delle ricerche erpetologiche effettuate nell'area dei Monti Affilani e territori contermini (Lazio orientale) che hanno permesso di rilevare la presenza di 21 specie, 7 di Anfibi e 14 di Rettili.

*Parole chiave.* Anfibi, Rettili, Italia centrale, checklist, distribuzione

SUMMARY

*Preliminary researches on the herpetofauna of the Affilani mountains and neighbouring areas.* The results of preliminary herpetological researches in the area of the Affilani Mountains and neighbouring territories (Eastern Latium) are presented. The presence of 21 species, 7 of which are Amphibians and 14 Reptiles, has been confirmed.

*Key words.* Amphibians, Reptiles, Central Italy, checklist, distribution

INTRODUZIONE

I Monti Affilani costituiscono un piccolo orogene calcareo del Subappennino laziale, a modesta energia del rilievo (cime più elevate: Monte delle Pianezze 1.332 m s.l.m., Monte Altuino 1.271 m s.l.m., Colle della Cinzella, 1.252 m s.l.m., Colle di Cantavoce 1.154 m s.l.m.) con andamento nord-ovest sud-est, compreso tra i Monti Simbruini a nord-est, gli Altipiani di Arcinazzo

a sud e i Monti Ruffi ad ovest. L'area è inclusa nelle municipalità di Arcinazzo Romano, Trevi nel Lazio e Affile. La piccola catena, dall'estensione totale di circa 15 km, è limitrofa all'esteso comprensorio dei Monti Simbruini (circa 30.000 ha) la cui batracofauna si è rivelata di notevole interesse (CRUCITTI *et al.*, 2010). Il comprensorio è caratterizzato dallo spiccato carsismo, testimoniato dalla presenza di laghetti da dolina che costituiscono uno dei principali habitat delle specie erpetologiche; anche i numerosi corpi d'acqua di natura antropogenica, quali i fontanili-abbeveratoi, si sono rivelati habitat idonei per numerose specie, Anfibi in particolare. Il presente contributo si inserisce nel contesto delle ricerche afferenti alla realizzazione del nuovo Atlante degli Anfibi e Rettili del Lazio curato dalla SHI sezione Lazio.

## MATERIALI E METODI

La ricerca sul campo ha interessato l'area dei Monti Affilani, come descritta nell'Introduzione. I dati sull'erpetofauna rappresentano il risultato di circa due anni di monitoraggi sul campo con sopralluoghi della durata massima di otto giorni consecutivi nel corso dei quali sono stati monitorati 33 piccoli punti d'acqua (fontanili, abbeveratoi, ruscelli montani, doline, uvale, laghetti carsici) oltre ai principali habitat (torrenti, boschi, prati-pascoli, macereti) ad essi limitrofi. I punti d'acqua sono ubicati nelle municipalità di Trevi nel Lazio (9), Arcinazzo Romano (8), Piglio (8), Fiuggi (5), Affile (2) e Guarcino (1) (Fig. 1). I sopralluoghi sul campo sono iniziati il 3.III.2019 e si sono conclusi il 7.II.2021 per un totale di 44 giornate di lavoro (7 in inverno, 15 in primavera, 13 in estate, 9 in autunno); il numero dei partecipanti a ciascun sopralluogo è compreso tra 2 e 12 (media 4,7).

I dati raccolti in campo sono stati integrati da un'estrazione dei dati caricati sulla piattaforma *www.iNaturalist.org* all'interno del progetto BioLazio, amministrato dalla Società Romana di Scienze Naturali (SRSN) e che riguardano, oltre ai Monti Affilani, i Monti Simbruini a nord e un'area compresa tra Bellegra, la Selva di Paliano, Fiuggi e Guarcino a sud.

Per la nomenclatura delle specie abbiamo seguito DI NICOLA *et al.*, 2019.

## RISULTATI

### Taxa osservati sul campo

Anfibi: *Salamandrina perspicillata*, *Triturus carnifex*, *Bufo bufo*, *Hyla intermedia*, *Pelophylax* sp., *Rana italica*.

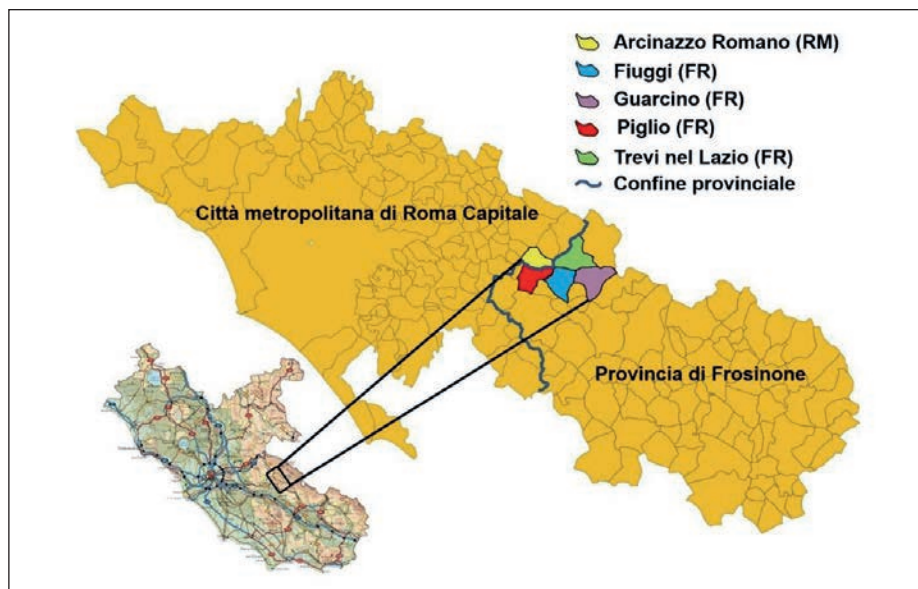


Fig. 1 — L'area esaminata durante le ricerche sul campo del presente lavoro/The study area where field researches on the herpetofauna were carried out.

Rettili: *Graptemis pseudogeographica*, *Chalcides chalcides*, *Anguis veronensis*, *Podarcis muralis*, *Podarcis siculus*, *Lacerta bilineata*, *Natrix helvetica*, *Hierophis viridiflavus*, *Vipera aspis*.

Taxa segnalati sulla piattaforma [www.iNaturalist.org](http://www.iNaturalist.org)

Anfibi: *Salamandrina perspicillata*, *Triturus carnifex*, *Bufo bufo*, *Bufo balearicus*, *Hyla intermedia*, *Pelophylax* sp., *Rana italica*.

Rettili: *Graptemis pseudogeographica*, *Trachemys scripta*, *Pseudemys nelsoni*, *Tarentola mauritanica*, *Hemidactylus turcicus*, *Chalcides chalcides*, *Anguis veronensis*, *Podarcis muralis*, *Podarcis siculus*, *Lacerta bilineata*, *Natrix helvetica*, *Hierophis viridiflavus*, *Zamenis longissimus*, *Vipera aspis*.

## DISCUSSIONE

La ricerca ha permesso di accertare nel comprensorio dei Monti Affilani e aree contermini la presenza di 21 specie, 7 di Anfibi e 14 di Rettili. In Tab. 1 è riassunta per ogni specie la presenza nei Monti Affilani e aree limitrofe, il range altitudinale nell'area di studio, lo status attuale delle popolazioni e la categoria IUCN a livello nazionale.

L'utilizzo della banca dati del progetto della SRSN "BioLazio - Flora e



Tab. 1

Specie, distribuzione nell'area, consistenza delle popolazioni e categoria IUCN (in base alle Liste Rosse del Comitato Italiano IUCN <http://www.iucn.org/>). Autoctona\*: specie autoctona in Italia ma di probabile introduzione nell'area di studio.

*Species, distribution within the study area, consistency of populations and IUCN category (see <http://www.iucn.org/>). Autochthonous\*: autochthonous species in Italy, but probably introduced into the study area.*

Specie	Monti Affiliani	Aree limitrofe	Range altitudinale m s.l.m.	Diffusione	Consistenza popolazioni	Autoctona/ Alloctona	Categoria IUCN
<i>Salamandrina perspicillata</i>	X	X	800-940	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Triturus carnifex</i>	X	X	655-1.077	Diffusa	Abbondante	Autoctona	NT
<i>Bufo bufo</i>	X	X	655-1.117	Diffusa	Abbondante	Autoctona	VU
<i>Bufo balearicus</i>	-	X	300 ca.	Localizzata	Ridotta	Autoctona	LC
<i>Hyla intermedia</i>	X	-	854-930	Localizzata	Ridotta	Autoctona	LC
<i>Pelophylax</i> sp.	X	X	869-981	Localizzata	Comune	Autoctona	LC
<i>Rana italica</i>	X	X	973-1.117	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Graptemis pseudogeographica</i>	X	-	849 ca.	Individui Isolati	Indeterminata	Alloctona	NA
<i>Trachemys scripta</i>	-	X	500-600 ca.	Localizzata	Poco abbondante	Alloctona	NA
<i>Pseudemys nelsoni</i>	-	X	400 ca.	Ind. isolati	Indeterminata	Alloctona	NA
<i>Tarentola mauritanica</i>	-	X	404-571	Localizzata	Abbondante	Autoctona*	LC
<i>Hemidactylus turcicus</i>	-	X	571-646	Localizzata	Abbondante	Autoctona*	LC
<i>Chalcides chalcides</i>	X	-	724-1.420 ca.	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Anguis veronensis</i>	X	-	600-850 ca.	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Podarcis muralis</i>	X	X	526-877	Diffusa	Abbondante	Autoctona	LC
<i>Podarcis siculus</i>	X	X	550-643	Diffusa	Abbondante	Autoctona	LC
<i>Lacerta bilineata</i>	X	X	868-976	Diffusa	Abbondante	Autoctona	LC
<i>Natrix helvetica</i>	X	X	854-957	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Hierophis viridiflavus</i>	X	X	400-946	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC
<i>Zamenis longissimus</i>	-	X	500 ca.	Localizzata	Indeterminata	Autoctona	LC
<i>Vipera aspis</i>	X	X	682-888	Localizzata	Poco abbondante	Autoctona	LC

Fauna del Lazio” su iNaturalist ha consentito di integrare le osservazioni sul campo; in particolare, per quanto riguarda gli Anfibi ha permesso di integrare i dati di presenza relativi a quelle specie osservate in pochi siti, come le rane verdi del genere *Pelophylax* e *Salamandrina perspicillata*, e di aggiungere specie non osservate sul campo come *Bufo balearicus*. Nell'area esaminata, *Rana italica* è stata osservata in soli due siti, e su iNaturalist è stata rilevata altre sei volte in sei siti che rientrano nell'area di studio. Anche se la nostra ricerca probabilmente sottostima la presenza reale di questa specie *R. italica* sembra più rara di *B. bufo* e *T. carnifex*, dato parzialmente inaspettato considerando che l'ambiente molto boscoso degli Affilani sembrerebbe decisamente idoneo alla presenza della rana appenninica. *Salamandrina perspicillata* è risultata localizzata e poco comune, ed è stata osservata sugli Affilani solo due volte in due siti diversi durante le ricerche in campo, mentre altre sei osservazioni in quattro siti distinti sono state ricavate da iNaturalist, e riguardano i Monti Simbruini e i Monti Prenestini.

Da rilevare in due siti degli Affilani la sintopia di tre specie di Anfibi: *B. bufo*, *T. carnifex* e *H. intermedia* (localmente rara). Tra i Rettili, la presenza dei Gekkota *Hemidactylus turcicus* e *Tarentola mauritanica* deriva da osservazioni effettuate nei centri urbani di Olevano Romano e Paliano, dove queste specie antropofile sono state probabilmente introdotte accidentalmente. I dati sulla presenza di Testudines alloctoni, *Trachemys scripta* e *Pseudemys nelsoni*, derivano da iNaturalist. Nel contesto dei Serpentes, è interessante la presenza di *Zamenis longissimus*, mai rinvenuto nel corso delle ricerche sul campo ma presente nel database di iNaturalist con una sola osservazione nei Monti Simbruini in prossimità dell'area di studio. Ulteriori ricerche potrebbero rivelare la presenza, più che probabile, della natrice tassellata *Natrix tessellata* e del colubro liscio *Coronella austriaca*; la presenza del cervone *Elaphe quatuorlineata* pur non essendo categoricamente esclusa, è comunque assai meno probabile. Gli unici rettili risultati ampiamente diffusi e abbondanti nel comprensorio sono *Podarcis muralis*, *Podarcis siculus* e *Lacerta bilineata* (la presenza di quest'ultima specie è confermata anche dalle oltre 30 osservazioni presenti su iNaturalist). *Chalcides chalcides* e *Anguis veronensis* risultano localizzati (rispettivamente tre ed una osservazioni/e, in quattro siti distinti).

*Ringraziamenti* — La ricerca ha il suo punto di partenza nella firma del Protocollo d'Intesa tra l'Arma dei Carabinieri, Comando Unità Forestali Ambientali e Agroalimentari (CUFAA) e la Società Romana di Scienze Naturali (22.XI.2018). Le procedure operative della suddetta convenzione hanno avuto il loro iniziale epicentro nella sede della Fondazione “Sir Walter Becker” dei Carabinieri Forestali di Arcinazzo Romano (Roma) nei pressi degli Altipiani di Arcinazzo (ca. 900 m s.l.m.) al margine occidentale dei Monti Affilani. Gli autori desiderano ringraziare Luca Tringali per la realizzazione della Fig. 1.

## BIBLIOGRAFIA

- CRUCITTI P., BROCCIERI D., EMILIANI F., MALORI M., PERNICE S., TRINGALI L. & WELBY C., 2010. Amphibians of the Simbruini Mountains (Latium, Central Italy). *Acta Herpetol.*, 5 (1): 91-101.
- DI NICOLA M.R., CAVIGIOLI L., LUISELLI L. & ANDREONE F., 2019. Anfibi e Rettili d'Italia. *Ed. Belvedere, "Le scienze"* 31, Latina, 568 pp.

## SITOGRAFIA

[www.iNaturalist.org](http://www.iNaturalist.org)  
[www.iucn.org](http://www.iucn.org)

*Indirizzo degli Autori* — P. CRUCITTI, E. DI RUSSO, S. DOGLIO, N. PELLECCCHIA, Società Romana di Scienze Naturali, Campus di "Villa Esmeralda" Via Fratelli Maristi, 43 - 00137 Roma (I); e-mail: [info@srsn.it](mailto:info@srsn.it)

ANNA RITA DI CERBO, WALTER BIELLI, DANIELE SEGLIE,  
PAOLO EUSEBIO BERGÒ, GIOVANNI SOLDATO & ANDREA AGAPITO LUDOVICI

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND BODY CONDITION  
OF A COMMON SPADEFOOT TOAD *PELOBATES FUSCUS*  
*INSUBRICUS* POPULATION IN LOMBARDY

SUMMARY

During the monitoring activities of *Pelobates fuscus insubricus* in the areas of the Natura 2000 network (SAC IT 2010011 Paludi di Arsago) and the Regional Park of the Ticino Valley (Lombardy) as part of the two Life projects INSUBRICUS and GESTIRE 2020, amphibians were captured in pitfall traps to collect data on the health status and seasonal migration. Ninety-six individuals were measured (SVL and weight) and photographed. Using the Image J software (vers. 1.5) other 14 morphometric measurements were obtained. The body condition index (CI) for each sex before and after reproductive activity was calculated using the Scaled Mass Index (SMI). Sexual size dimorphism was verified for some morphometric characteristics. The CI appears to be strongly influenced by sex and the reproductive status. In our population *P. fuscus* behaves like an explosive breeder and the animals remain in water for a short period. Egg investment appears to be a relevant factor for the body condition of females, while reproduction activity does not appear to significantly impact on males. The CI is considered an effective indicator of fitness and habitat quality. Our results improve the knowledge on morphometric characteristics and body condition of the spadefoot toads in Lombardy. Moreover these results, also linked to habitat data, can provide useful indications for more targeted actions within conservation projects.

*Keywords:* Morphometrics, Body Condition Index, Common spadefoot toad, Northern Italy.

RIASSUNTO

*Morfometria e condizione corporea di una popolazione di Pelobate fosco italiano Pelobates fuscus insubricus in Lombardia.* Nell'ambito dei due progetti Life, INSUBRICUS e GESTIRE 2020, sono state svolte attività di monitoraggio su *Pelobates fuscus insubricus* all'interno della ZSC IT 2010011 "Paludi di Arsago" e in un'altra area limitrofa nel Parco regionale lombardo della Valle del Ticino. Gli anfibi sono stati catturati in trappole a caduta per raccogliere dati sullo stato sanitario e sulle migrazioni stagionali. Novantasei pelobati sono stati misurati (SVL e peso) e fotografati. Tramite il

software Image J (vers. 1.5) si sono ottenute altre 14 variabili morfometriche. La condizione corporea (CI) per i due sessi pre e post riproduzione è stata calcolata tramite Scaled Mass Index (SMI). Per alcuni caratteri morfometrici è emerso dimorfismo sessuale; SMI appare fortemente influenzato da sesso e stato riproduttivo. Nella popolazione studiata *P. fuscus* si comporta come riproduttore esplosivo e gli animali generalmente soggiornano nel sito acquatico per un breve periodo. Per le femmine l'investimento sulle uova è risultato un fattore rilevante per la condizione corporea, mentre per i maschi l'attività riproduttiva sembrerebbe non avere un impatto significativo. Il CI è considerato un buon indicatore oltre che di fitness anche della qualità dell'habitat. I risultati ottenuti, in relazione alle caratteristiche degli habitat, forniscono indicazioni utili per azioni più mirate nell'ambito dei progetti di conservazione.

*Parole chiave.* Morfometria, Indice di condizione corporea, Pelobate fosco, Nord Italia.

## INTRODUCTION

The present study was performed during a long-term monitoring of the Spadefoot toad populations and a screening for *Batrachochytrium dendrobatidis* as part of the INSUBRICUS (LIFE19-NAT/IT/000883 INSUBRICUS) and GESTIRE 2020 (LIFE14 IPE IT 018GESTIRE2020) activities, respectively.

Both European life projects aim to improve the conservation of the habitats of Lombardy and of the protected species listed in the annexes of the Habitat Directive 92/43/EEC. *Pelobates fuscus insubricus* is included in Annex II as a priority species and is classified as endangered (EN) by the Italian IUCN Red List (RONDININI *et al.*, 2013) with declining population in most of its national range (C2a(i)).

Population health assessment of the populations is the first step in planning effective conservation actions for amphibian populations. It has been widely stated that body condition based on the relationship between body mass and length measurements is an important determinant of fitness.

## MATERIAL AND METHODS

We sampled ninety-six common spadefoot toads in wetlands inside the Natura 2000 network (SAC IT 2010011 Paludi di Arsago) and adjoining area in the Regional Park of the Ticino Valley (Lombardy). We performed captures and handling of individuals according to the permissions granted by the former Italian Ministry of Environment, Land and Sea Protection (MATTM) - currently titled as Ministry of Ecological Transition (MiTE). Amphibians were caught in pitfalls arranged inside and outside the barriers delimiting the reproductive areas to collect data on the health status and

seasonal migrations (movement to and from the pond). The toads were measured and immediately released at the site of capture. Body mass (W) was measured to the nearest 0.01 g with a portable electronic balance (TANITA mod. 1479). Snout-vent length (SVL) was measured to the nearest 0.01 mm using a dial-calliper. Age class was assigned to each individual (adult if  $SVL > 40$  mm), gender was identified according to sex-specific external characters (i.e., presence/absence of the nuptial gland on the upper arm in males) and both dorsal and ventral sides were photographed by placing the animal on graph paper. Another 14 morphometric measurements (according to WATTERS *et al.*, 2016) were obtained by analysing the image using the Image J software (vers. 1.5), setting a known distance for each picture based on the graph paper.

We calculated the Condition Index (CI) separately for each sex before and after reproduction activity, using the Scaled Mass Index (SMI) that standardizes body mass at a fixed value of a linear body measurement based on the scaling relationship between mass and length (PEIG & GREEN, 2010).

## RESULTS AND DISCUSSION

Sexual size dimorphism between males and females was verified for some morphometric characteristics such as the body length, with females being significantly larger than males ( $SVL_F$ : mean  $\pm$  s.e.:  $60.09 \pm 0.55$  mm, min-max: 42.9 – 65.0 mm vs  $SVL_M$ : mean  $\pm$  s.e.:  $50.7 \pm 0.49$  mm min-max: 42.7-59.4 mm; Mann-Whitney U-test:  $P < 0.001$ ).

The Condition Index (CI) appears strongly influenced by sex and reproductive status. SMI values differ significantly between males and females (Mann-Whitney U-test:  $P < 0.001$ ) and between females migrating to and from the breeding site (Mann-Whitney U-test:  $P < 0.001$ ), while no difference was found between the two groups of males (Mann-Whitney U-test:  $P > 0.05$ ).

Although little is known about the Italian common spadefoot toad populations, our results improve the knowledge on the external morphometric characteristics and body condition of the species. In general, we can consider the CI an indicator of fitness and habitat quality. Taking into account that in our population *P. fuscus* behaves like an explosive breeder with individuals remaining in water for a short period, the egg investment appears to be a relevant factor for the body condition of females, while reproduction activity does not appear to significantly impact on males. These results, also linked to habitat data, can provide useful indications for more targeted actions in the context of conservation projects.

REFERENCES

- PEIG J. & GREEN A.J., 2010. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. *Funct. Ecol.*, 24: 1323-1332.
- RONDININI, C., BATTISTONI, A., PERONACE, V. & TEOFILI, C., 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. *Comitato Italiano IUCN, Min. Amb. Tutela Terr. Mare*, Roma.
- WATTERS J.L., CUMMINGS S.T., FLANAGAN R.L., CAMERON D. & SILER C.D., 2016. Review of morphometric measurements used in anuran species descriptions and recommendations for a standardized approach. *Zootaxa*, 4072 (4): 477-495.

*Addresses of the authors* — A.R. DI CERBO, Centro Studi Fauna Vertebrata “Luigi Cagnolaro”, Società Italiana di Scienze Naturali, C.so Venezia, 55 - 20121 Milano (I); e-mail: annarita.dicerbo@gmail.com; W. BIELLI, Via ai Prati di Oregina, 12 – Genova (I); D. SEGLIE, P. EUSEBIO BERGÒ, G. SOLDATO, ELEADE Società Cooperativa a r. l., C.le Montresco, 1 - 10010 Chiaverano (Torino, I); e-mail: info@eleade.it; A. AGAPITO LUDOVICI, WWF Italia, Via Po, 25/c - 00198 Roma (I); e-mail: a.agapito@wwf.it



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787175>

NICOLETTA DI FRANCESCO, ANGELO CAMELI, MARCO CARAFA, LUCA COPPARI,  
LUCIANO DI TIZIO, VINCENZO FERRI, DANIELE MARINI, MARIO PELLEGRINI,  
MARIO POSILLICO & CHRISTIANA SOCCINI

AGGIORNAMENTO SULLA PRESENZA IN ABRUZZO  
DI *HEMIDACTYLUS TURCICUS* (L., 1758) E *TARENTOLA*  
*MAURITANICA* (L., 1758): UN CASO DI CITIZEN SCIENCE

RIASSUNTO

Il presente lavoro illustra lo stato delle ricerche, aggiornato a gennaio 2021, sulla presenza in Abruzzo di *Hemidactylus turcicus* e di *Tarentola mauritanica*, sottostimata anche a causa di informazioni non sufficienti nell'Atlante regionale dei Rettili pubblicato nel 2008: allora sui 142 quadranti UTM 10x10 che interessano l'Abruzzo quelli coperti da segnalazioni erano 2 (1,4%) per *Hemidactylus turcicus* e 20 (14%) per *Tarentola mauritanica*. I lavori di ricerca sul campo e i riferimenti contenuti in ricerche nel frattempo portate a termine hanno consentito un notevole incremento di conoscenze, ulteriormente aumentato, tra aprile e settembre 2020, da una azione di *citizen sciences* portata avanti dalla sezione SHI Abruzzo e Molise in collaborazione con il WWF regionale. Ad oggi *Hemidactylus turcicus* risulta presente in 14 quadranti (+700% rispetto ai 2 noti nel 2008), *Tarentola mauritanica* in 57 quadranti (+285% rispetto ai 20 del 2008). Entrambe le specie sono classificate nella categoria LC, a minor preoccupazione, nel territorio regionale, così come in Italia.

*Parole chiave:* distribuzione, atlante, nuovi dati.

SUMMARY

*Updating the presence of Hemidactylus turcicus (L., 1758) and Tarentola mauritanica (L., 1758) in Abruzzo: a case of citizen science.* This work reports the presence, updated in January 2021, of *Hemidactylus turcicus* and *Tarentola mauritanica* in Abruzzo. In previous publications (including the regional Atlas of Reptiles published in 2008) the data related to these taxa were underestimated, likely due to lack of information: out of a total of 142 U.T.M. grids 10x10 km involving Abruzzo, only 2 (1.4%) were occupied by *Hemidactylus turcicus* and 20 (14%) by *Tarentola mauritanica*. Field work and new evidence, obtained through other research, have made it possible to significantly increase the data on the distribution of these species. In the period between April and September 2020, a citizen sciences action was promoted by the SHI section of Abruzzo and Molise in

collaboration with the regional WWF department. To date *Hemidactylus turcicus* has been found in 14 quadrants (+ 700% compared to the 2 known in 2008), while *Tarentola mauritanica* in 57 quadrants (+ 285% compared to 20 in 2008). Both species are classified in the LC (Least Concern) category of the regional territory, as well as nationally.

*Key words:* distribution, atlas, new data.

## INTRODUZIONE

L'infraordine Gekkota Cuvier, 1817 è rappresentato in Abruzzo da due generi: *Hemidactylus* Gray, 1825 (famiglia Gekkonidae Opperl, 1811) e *Tarentola* Gray, 1825 (famiglia Phyllodactylidae Gamble, Bauer, Greenbaum & Jackman, 2008) ciascuno con una unica specie, rispettivamente Geco verrucoso *Hemidactylus turcicus* (Linnaeus, 1758) e Tarantola o Geco comune *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758). Specie entrambe mediterranee: *locus typicus* Turchia asiatica per *Hemidactylus turcicus*, Africa settentrionale per *Tarentola mauritanica*.

*Hemidactylus turcicus* ha distribuzione circummediterranea e risulta acclimatato in vaste regioni dell'America settentrionale e centrale. In Italia è segnalato con continuità lungo il litorale tirrenico isole comprese (SACCHI & DELAUGERRE, 2011) mentre è considerato meno frequente lungo le coste adriatiche meridionali, sporadico nelle regioni adriatiche centrali e quasi certamente introdotto a nord del Conero e in varie località dell'interno in Italia settentrionale (SACCHI & DELAUGERRE, 2011). In Abruzzo, prima del presente lavoro, la diffusione del Geco verrucoso era accertata unicamente in due quadranti UTM 10x10 km, relativi rispettivamente alla Valle Peligna e alla parte più meridionale della costa teatina (DI TIZIO & D'AMICO, 2008).

*Tarentola mauritanica*, specie politipica di cui sono oggi riconosciute quattro sottospecie (APREA *et al.*, 2011), è diffusa in quasi tutte le regioni circummediterranee. È stata inoltre introdotta in alcune aree del Nord e del Sud America (APREA *et al.*, 2011). In Italia, dov'è presente la sottospecie nominale, risulta ubiquitaria, prevalentemente in ambienti aperti termo-xerici, nella fascia costiera e collinare della Penisola, in Sicilia, Sardegna e nella gran parte delle isole minori (APREA *et al.*, 2011). Nel territorio abruzzese il Geco comune nel 2008 era segnalato in 20 discreti, tutti concentrati nella parte meridionale della regione, con una diffusione prevalentemente legata alle aree litoranee e a quelle collinari prossime alla costa oltre che in alcuni centri storici del pescarese (Caramanico Terme, Popoli, Penne) e dell'aquilano (Sulmona, Raiano) e in aree naturali e seminaturali del Monte Morrone (Pratola Peligna) e sulla Majella. Risultava invece del tutto assente sulla costa adriatica a nord di Pescara (DI FRANCESCO & DI TIZIO, 2008).

Entrambe le specie sono considerate autoctone nella regione, pur in assenza di reperti fossili (VILLA & DELFINO, 2019) e di dati pregressi: nei cataloghi a stampa della “Raccolta Zoologica – Vertebrati del Molise e dell’Abruzzo” del naturalista molisano Giuseppe Altobello (1869-1931), unica collezione museale anche erpetologica a oggi repertata per questi territori, sono curiosamente citati 9 esemplari (più due vasi ciascuno con due individui senza coda) di *Hemidactylus turcicus* e nessuno di *Tarentola mauritanica* (GUACCI & DE IORIO, 2018).

La presenza nel territorio regionale risulta fortemente sottostimata nell’Atlante dei Rettili d’Abruzzo (DI TIZIO *et al.*, 2008), a causa soprattutto di carenza di ricerca. Report e informazioni acquisite in anni più recenti hanno consentito infatti di accertarne una diffusione notevolmente maggiore. Questo fa sì che nel Rapporto 2018 sullo stato dell’ambiente dell’Agenzia Regionale di Tutela Ambientale (ARTA) dell’Abruzzo entrambe le specie vengano classificate nella categoria LC (*Least Concern* = a minor preoccupazione) (DI TIZIO, 2018), in linea con quanto indicato per l’intero territorio nazionale nella Lista Rossa Italiana dell’IUCN (RONDININI *et al.*, 2013).

## MATERIALI E METODI

I report su cui è basato il presente lavoro sono stati raccolti grazie a diverse fonti: i) la ricerca di campo dei soci della Sezione Abruzzo Molise “Antonio Bellini” della *Societas Herpetologica Italica*, i cui risultati sono registrati in banche dati individuali e in quella del GERpAM (Gruppo Erpetologico Abruzzese e Molisano) di cui diversi soci SHI fanno parte; ii) gli studi compiuti in anni recenti in Abruzzo, su iniziativa della Regione e finanziati attraverso i fondi europei del Piano di Sviluppo Rurale (PSR), per la redazione dei Piani di Gestione dei SIC (Siti di Importanza Comunitaria) oggi designati in ZSC (Zone Speciali di Conservazione); iii) i dati raccolti per la redazione del IV Report Italiano della Direttiva Habitat, con l’aggiornamento delle mappe e dei formulari della Rete Natura 2000 della Regione Abruzzo; iv) le informazioni ottenute grazie a un’azione di *citizen science* ideata e portata avanti da aprile a fine settembre 2020 dalla Sezione Abruzzo e Molise SHI in collaborazione con il WWF: i cittadini (che all’inizio della ricerca erano chiusi in casa per il rigido *lockdown* disposto per contrastare la prima fase della pandemia da Covid-19) sono stati invitati, attraverso comunicati stampa rilanciati anche sui social, a fotografare i gechi presenti nelle e intorno alle loro abitazioni e a inviare foto e dati identificativi del sito di osservazione all’indirizzo mail del WWF Chieti-Pescara che ne ha curato la raccolta. I report acquisiti grazie a quest’ultima fonte hanno rappresentato il contributo quantitativamente maggiore.

## RISULTATI

Attualmente *Hemidactylus turcicus* risulta segnalato in 14 quadranti UTM sui 142 che interessano l'Abruzzo, pari a una percentuale del 9,9% con un netto incremento rispetto ai dati del 2008 quando la percentuale segnava l'1,4% (2 quadranti). Dei 12 quadranti nuovi 6 sono stati individuati tra il 2008 e il 2019, altrettanti (più 3 quadranti confermati) grazie al contributo dei cittadini (Fig. 1).

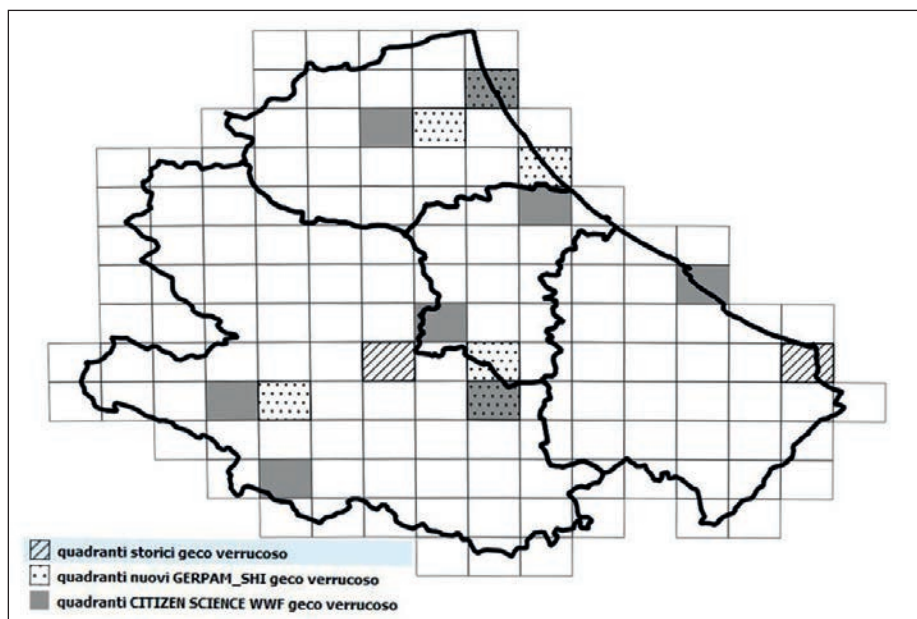


Fig. 1 — Quadranti di presenza oggi noti in Abruzzo per *Hemidactylus turcicus* suddivisi in segnalazioni “storiche” e nuove segnalazioni ottenute da soci SHI e/o GERPAM oppure attraverso la campagna di *citizen science*.

Più in dettaglio ne è stata confermata la presenza nelle località già note: i centri abitati di Pratola Peligna, Popoli e Raiano, nella Valle Peligna (AQ-PE), e il tratto di costa tra Vasto e San Salvo, in provincia di Chieti (DI TIZIO & D'AMICO, 2008). Le nuove segnalazioni riguardano invece il centro abitato e la periferia di Teramo, Giulianova (TE) e Avezzano (AQ); San Vincenzo Valle Roveto (AQ), la zona costiera da Pineto (TE) a Montesilvano (PE) con una presenza anche all'interno su Spoltore (PE); la costa teatina (Ortona) e la bassa vallata del Sangro nel territorio di Atessa (CH). In base alle conoscenze a oggi note la specie risulta diffusa in Abruzzo, con segnalazioni disconti-

nue, dal livello del mare sino a 699 m di altitudine nell'abitato di Avezzano (AQ) (Tiziano Collacciani, 15.09.2018). Il precedente limite altitudinale era a quota 390 m a Raiano (AQ).

La presenza in Abruzzo di *Tarentola mauritanica* interessa invece, a gennaio 2021, 57 quadranti UTM su 142, pari al 40,1%. Nel 2008 i quadranti di accertata presenza erano 20 (14%). Anche in questo caso il contributo ottenuto attraverso l'azione di *citizen science* è stato significativo: 22 quadranti nuovi (più 11 conferme) sono stati infatti individuati tra il 2008 e il 2019 e altri 15 (più 33 conferme) nel 2020 nei sei mesi di raccolta informazioni tra i cittadini (Fig. 2).

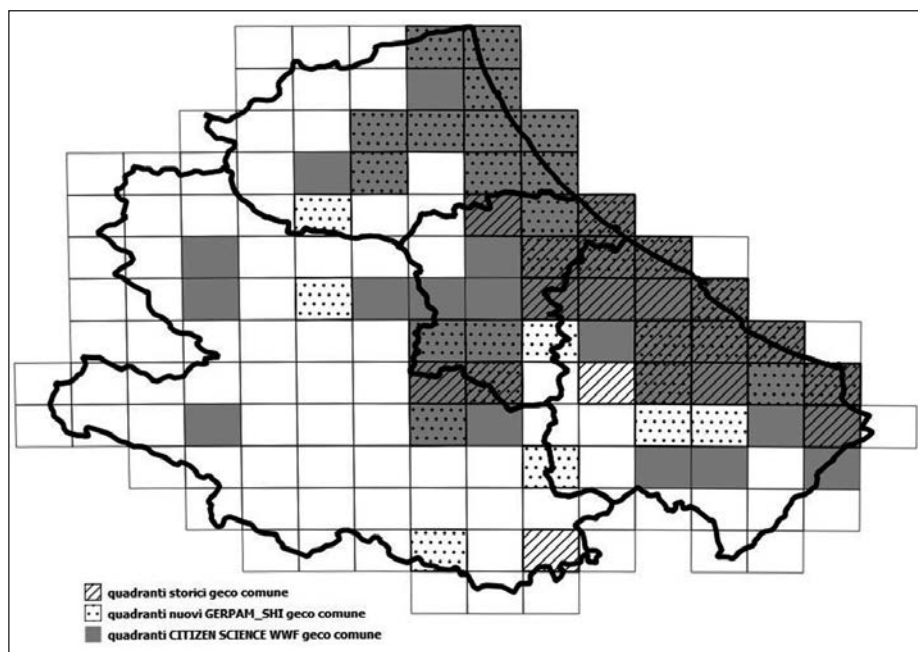


Fig. 2 — Quadranti di presenza oggi noti in Abruzzo per *Tarentola mauritanica* suddivisi in segnalazioni "storiche" e nuove segnalazioni ottenute da soci SHI e/o GERPAM oppure attraverso la campagna di *citizen science*.

In dettaglio le nuove segnalazioni riguardano soprattutto la fascia costiera teramana tra Martinsicuro, Giulianova, Roseto, Pineto e Silvi, arrivando anche nel pescarese a Montesilvano e Pescara. Più a sud nuovi dati di presenza si sono avuti per Torino di Sangro (CH) e alla foce del fiume Sangro, colmando precedenti lacune: allo stato attuale delle conoscenze *T. mau-*

*ritanica* è diffusa in modo continuo lungo l'intera fascia costiera regionale. La specie è inoltre presente in tutta la media e bassa vallata del Sangro-Aventino dalla costa sino ai centri abitati più interni di Atessa, Tornareccio, Bomba, Archi, Roccascalegna, Gessopalena, Torricella Peligna, Casoli, Fara San Martino e Civitella Messer Raimondo (CH). Diverse segnalazioni interessano anche la media e bassa vallata del fiume Sinello: Casalbordino, Polutri, Scerni, Monteodorisio, Gissi, Casalanguida, Guilmi e Carpineto Sinello (CH). Sempre nelle zone interne nuovi dati di presenza sono stati raccolti nell'aquilano ad Avezzano, Pacentro, Capestrano e nell'abitato della stessa L'Aquila; nel teramano nella città capoluogo (Teramo) e a Nereto, Atri, Basciano, Montorio al Vomano, Sant'Omero, Bellante e Mosciano Sant'Angelo; nel pescarese a Pianella, Carpineto della Nora, Bolognano, Corvara, Castiglione a Casauria e Serramonacesca; nel chietino a Rapino, Casacanditella, Filetto, Guardiagrele, Villa Santa Maria, Pietraferrazzana, Casalanguida, Scerni, Lentella e Palena.

*Tarentola mauritanica*, pur essendo prevalentemente diffusa dal livello del mare sino a quote collinari, in Abruzzo si spinge, probabilmente per involontaria introduzione antropica, anche in montagna. Il limite altitudinale precedentemente noto di 909 m s.l.m. registrato sulla Majella in un rudere della Valle Favorana (Capuzzi & Di Fulvio in DI FRANCESCO & DI TIZIO, 2008) viene superato dalla segnalazione (Lucia Eusepi, 14/12/2014) relativa alla Riserva Naturale di Feudo Intramonti nel Parco Nazionale d'Abruzzo Lazio e Molise dove il Geco comune è stato fotografato a quota 1032 m s.l.m. sul Casone Crugnale lungo la SS 83 Marsicana, nel territorio di Civitella Alfedena (AQ).

*Citizen science*. A questi risultati hanno offerto un importante contributo i cittadini che hanno inviato le proprie segnalazioni. Complessivamente il WWF Chieti-Pescara ne ha ricevute 286, delle quali 252 (88,1%) sono risultate conformi e inserite in banca dati. Sono state scartate invece 34 segnalazioni (11,9%), delle quali 18 (6,3%) perché prive di fotografie e 16 (5,6%) perché con dati carenti o inadeguati (cfr. Fig. 3). In dettaglio tra le 16 scartate 9 erano prive dei riferimenti geografici, 6 erano riferite a avvistamenti fuori regione, 1 riguardava altra specie.

Il contributo alla conoscenza dei dati di presenza ottenuto grazie all'azione di *citizen science* è stato dunque notevole (Fig. 4). Questo vale in particolare per *Tarentola mauritanica*: delle 380 segnalazioni oggi registrate nella banca dati Gerpam ben 243 (63,9%) sono state raccolte grazie al contributo dei cittadini contro le 137 (36,1%) arrivate da ricerche erpetologiche "tradizionali". Significativo anche l'incremento di report relativi a *Hemidactylus turcicus*: su 28 segnalazioni totali, 9 (32,1%) sono state originate dall'azione di *citizen science* (Fig. 5).



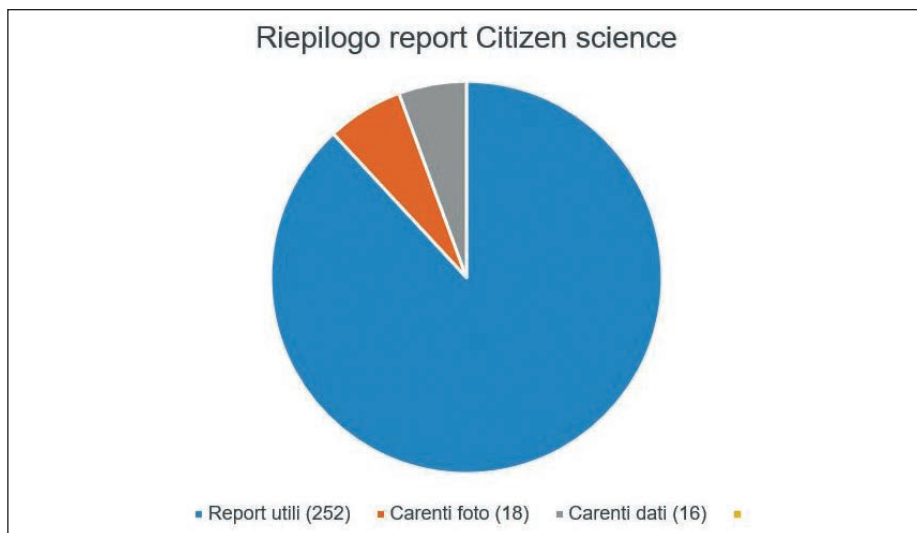


Fig. 3 — Report utilizzabili e non (perché privi di immagini o per carenza di dati) da *citizen science*.

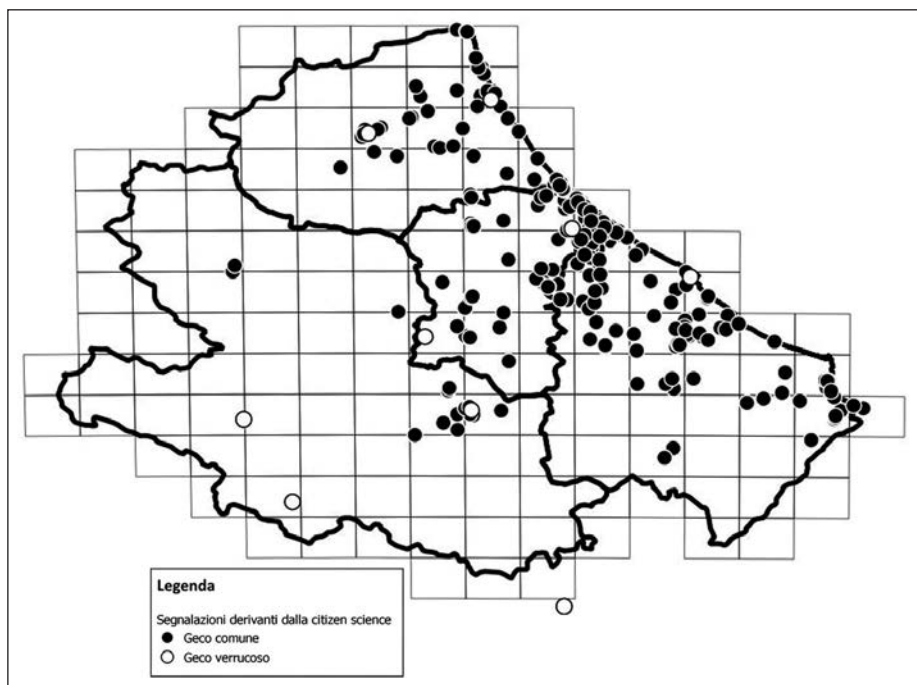


Fig. 4 — Carta di distribuzione con le sole segnalazioni derivate dalla campagna di *citizen science*.



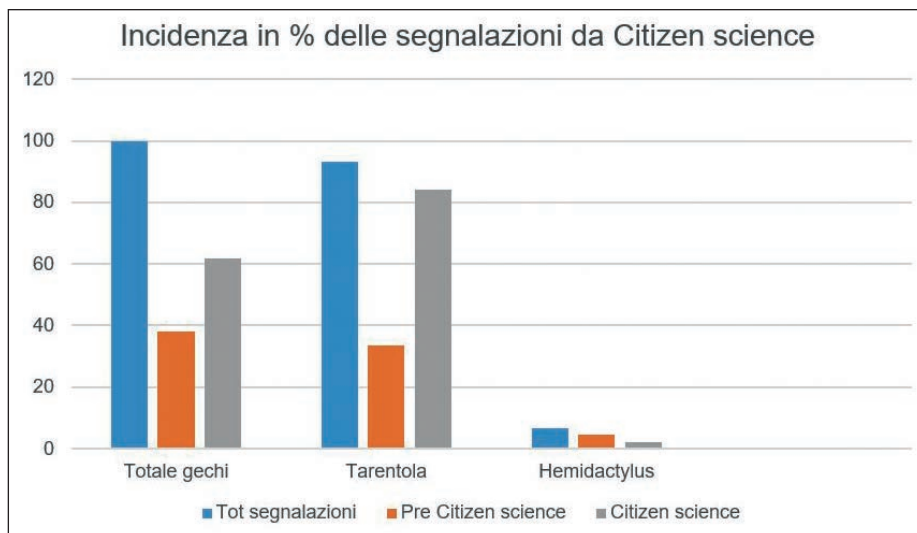


Fig. 5 — Percentuale delle segnalazioni dei cittadini sul totale dei report, totali e per singole specie.

## DISCUSSIONE

La diffusione dei gechi è favorita dal trasporto passivo da parte dell'uomo, tra l'altro nelle bancate o nelle cataste di legna, nelle cassette di frutta e nelle arnie utilizzate per la transumanza apiaria (DI FRANCESCO & DI TIZIO, 2018) con la successiva acclimatazione in aree favorevoli. Un percorso da *stowaways* (letteralmente “passeggeri clandestini”) comune nelle introduzioni involontarie anche per altre specie. Uno studio di cattura-marcaggio-ricattura condotto in Oklahoma (USA) lascia appunto ipotizzare che l'espansione dei gechi, nel caso specifico di *H. turcicus*, sia avvenuta a causa di eventi di dispersione puntiformi e veloci (dispersione passiva e assistita - *multiple jump dispersal events*) piuttosto che per dispersione graduale e lenta (dispersione attiva - *slow diffusion dispersal*) (LOCEY & STONE, 2006). I gechi sembrerebbero preadattati a eventi di “dispersione spaziale saltuaria” (*jump dispersal*) mediati dall'uomo in modo non intenzionale (LOCEY & STONE, 2006).

Il considerevole aumento dei dati di presenza in Abruzzo, qui segnalato, ha certamente una primaria spiegazione in un maggiore sforzo di ricerca, grazie anche al coinvolgimento di un gran numero di osservatori, ma dovrà essere comunque verificato il peso di un possibile progressivo ampliamento dell'areale favorito dai cambiamenti climatici in atto.

*Ringraziamenti* — Si ringraziano tutti coloro che, insieme agli autori, hanno fornito dati di presenza utilizzati per il presente lavoro, e in particolare Lucia Eusepi, Tiziano Collacciani e i 286 cittadini che hanno inviato il proprio personale contributo attraverso l'azione di *citizen science*.

BIBLIOGRAFIA

- APREA G., LO CASCIO P., CORTI C. & ZUFFI M.A.L., 2011. *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758). Pp. 277-285 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), Fauna d'Italia Vol. XLV Reptilia. *Calderini de Il Sole 24 Ore SpA*, Bologna.
- DI FRANCESCO N. & DI TIZIO L., 2008. Geco comune. Pp. 60-61 e 122-125 in: Di Tizio L., Pellegrini M., Di Francesco N. & Carafa M. (eds.), Atlante dei Rettili d'Abruzzo. *Ianieri-Talea Ed.*, Pescara.
- DI FRANCESCO N. & DI TIZIO L., 2018. *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758). Pp. 165-170 in: Capula M., Di Tizio L., De Lisio L., Carafa M. & Brugnola L. (eds.), Anfibi e Rettili del Molise. Atlante e Guida. *Ianieri Ed.*, Pescara.
- DI TIZIO L., 2018. Anfibi e rettili. Pp. 67-69 in: AA.VV., Abruzzo rapporto sullo stato dell'Ambiente 2018. Arta Abruzzo. *Carsa Ed.*, 256 pp. Versione estesa: pp. 282-294: [https://www.artaabruzzo.it/download/pubblicazioni/relaz\\_stato\\_ambiente\\_abruzzo\\_2018.pdf](https://www.artaabruzzo.it/download/pubblicazioni/relaz_stato_ambiente_abruzzo_2018.pdf), 914 pp.
- DI TIZIO L. & D'AMICO M., 2008. Geco verrucoso. Pp. 58-59 e 119-121 in: Di Tizio L., Pellegrini M., Di Francesco N. & Carafa, M. (eds.), Atlante dei Rettili d'Abruzzo. *Ianieri-Talea Ed.*, Pescara.
- DI TIZIO L., PELLEGRINI M., DI FRANCESCO N. & CARAFA M. (eds.), 2008. Atlante dei Rettili d'Abruzzo. *Ianieri-Talea Ed.*, Pescara.
- GUACCI C. & DE IORIO M.V., 2018. L'erpetofauna molisana nella raccolta zoologica di Giuseppe Altobello. Pp. 31-39 in: Capula M., Di Tizio L., De Lisio L., Carafa M. & Brugnola L. (eds.), Anfibi e Rettili del Molise atlante e guida. *Ianieri Ed.*, Pescara.
- LOCEY K. J. & STONE P.A., 2006. Factors affecting range expansion in the introduced Mediterranean gecko, *Hemidactylus turcicus*. *J. Herpetol.*, 40(4): 526-530.
- RONDININI C., BATTISTONI A., PERONACE V. & TEOFILI C. (compilatori), 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. *Comitato Ital. IUCN, Min. Amb. Tutela Terr. Mare*, Roma, 56 pp. [http://www.iucn.it/pdf/Comitato\\_IUCN\\_Lista\\_Rossa\\_dei\\_vertibrati\\_italiani.pdf](http://www.iucn.it/pdf/Comitato_IUCN_Lista_Rossa_dei_vertibrati_italiani.pdf)
- SACCHI R. & DELAUGERRE M., 2011. *Hemidactylus turcicus* (Linnaeus, 1758). Pp. 271-276 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), Fauna d'Italia Vol. XLV Reptilia. *Calderini de Il Sole 24 Ore SpA*, Bologna.
- VILLA A. & DELFINO M., 2019. Fossil lizards and worm lizards (Reptilia, Squamata) from the Neogene and Quaternary of Europe: an overview. *Swiss J. Palaeontol.*, 138: 177-211.

*Indirizzo degli autori* — N. DI FRANCESCO, *Societas Herpetologica Italica*, Sezione Abruzzo e Molise "Antonio Bellini", WWF Chieti-Pescara, via Federico Salomone, 112 - 66100 Chieti (I); corresponding author: [nicolettanivea@yahoo.it](mailto:nicolettanivea@yahoo.it); A. CAMELI, M. CARAFA, L. COPPARI, *Societas Herpetologica Italica*, Sezione Abruzzo e Molise "Antonio Bellini"; L. DI TIZIO, *Societas Herpetologica Italica*, Sezione Abruzzo e Molise "Antonio Bellini", WWF Chieti-Pescara, via Federico Salomone, 112 - 66100 Chieti (I); V. FERRI, D. MARINI, M. PELLEGRINI, M. POSILICO, C. SOCCINI, *Societas Herpetologica Italica*, Sezione Abruzzo e Molise "Antonio Bellini".



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787181>

NICOLETTA DI FRANCESCO & LUCIANO DI TIZIO

CENSIMENTO DELLA TESTUGGINE INVASIVA  
*TRACHEMYS SCRIPTA* NEL LAGHETTO  
DELLA VILLA COMUNALE DI CHIETI (ABRUZZO, ITALIA)

RIASSUNTO

Si riferiscono i dati del censimento sulla presenza della testuggine invasiva *Trachemys scripta* nei giardini pubblici di alcune città abruzzesi, in particolare Chieti, dai quali si nota che la sottospecie oggi più diffusa in ambiente urbano è quella nominale, la più comunemente in vendita negli ultimi anni nei negozi di animali.

*Parole chiave:* testuggini invasive, identificazione sottospecie, dati morfometrici.

SUMMARY

*Census of the invasive Pondslider Trachemys scripta in the lake of the Villa of the Municipality of Chieti (Abruzzo, Italy).* We report the data of a survey concerning the presence of the invasive Pondslider *Trachemys scripta* in the public gardens of some cities in Abruzzo (in particular in Chieti). Our results show that the most common subspecies in these urban environments today is the nominal one, as it has been easily found in pet stores in recent years.

*Keywords:* invasive pond turtle, subspecies identification, morphometric data.

INTRODUZIONE

Della Testuggine palustre americana *Trachemys scripta* (Thunberg in Schoepff, 1792), sono attualmente riconosciute tre sottospecie: quella nomi-

nale, *Trachemys scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1838) e *Trachemys scripta troostii* (Holbrook, 1836).

La specie, commercializzata a livello planetario nel secondo dopoguerra come animale da compagnia, è stata illecitamente immessa nelle acque libere di molte nazioni dove spesso si è naturalizzata (DI TIZIO & DI CERBO, 2010). Oggi è considerata tra le 100 specie invasive più dannose al mondo (LOWE *et al.*, 2000).

Va osservato che il commercio internazionale ha riguardato tutte le sottospecie, ma in tempi diversi: la Testuggine dalle orecchie rosse *Trachemys scripta elegans* lo ha dominato sino a quando il regolamento CE 2087/2001 ne ha definitivamente vietato l'importazione in Europa. Da allora la testuggine esotica più diffusa nei pet-shop è diventata *Trachemys scripta scripta* seguita, ma con numeri decisamente inferiori, da *Trachemys scripta troostii*. Attualmente sono vietati il commercio e la detenzione di tutte le sottospecie e dei loro ibridi.

L'immissione in natura ha seguito l'andamento del mercato, com'era stato ipotizzato (DI TIZIO & DI CERBO, 2010). In Abruzzo, l'area cui qui ci si riferisce, le segnalazioni utilizzate per l'Atlante regionale dei Rettili (DI TIZIO *et al.*, 2008), pubblicato 13 anni or sono, erano relative infatti quasi tutte a *T. s. elegans* salvo alcuni individui di *T. s. scripta* (SOCCINI & FERRI, 2008). I report successivi evidenziano invece un netto aumento della presenza della sottospecie nominale. Ad esempio nella Banca Dati GERpAM, Gruppo Erpetologico Abruzzese e Molisano, sulle 136 segnalazioni relative a questa specie raccolte dal 2008 al 31 dicembre 2019 a fronte di 75 report (55,2%) riferiti a *T. s. elegans* ci sono anche 46 dati di presenza di *T. s. scripta* (33,8%), mentre nelle vasche di raccolta nella Riserva Regionale "Lago di Serranella", censite otto anni fa, sui 67 individui complessivamente presenti sono stati registrati questi dati: *T. s. elegans* 13 (19,4%); *T. s. scripta* 38 (56,7%); *T. s. troostii* 3 (4,5%), oltre a 13 ibridi (CAMELI *et al.*, 2013). Per verificare tale tendenza occorrono tuttavia ulteriori dati. Si ritiene perciò utile, anche in presenza di un numero non elevato di individui, riferire gli esiti di un recente censimento sulla popolazione di *Trachemys scripta* presente nelle due vasche del laghetto della Villa Comunale di Chieti, effettuato in ossequio alle disposizioni del Regolamento (UE) n. 1143/2014 recepito in Italia con il Decreto Legislativo 230 del 15.12.2017, pubblicato il 30 gennaio 2018.

## MATERIALI E METODI

Il censimento è stato effettuato, previo svuotamento pressoché totale delle due vasche del laghetto, con la cattura, operata con robusti retini da operai del Comune, di tutti gli individui presenti e la loro momentanea sta-

bulazione in grandi recipienti in plastica. Ciascun individuo è stato sottoposto a controllo attraverso: i) identificazione della specie e della sottospecie di appartenenza; ii) determinazione del sesso per tutti gli individui adulti; iii) misurazioni (lunghezza e larghezza del carapace e del piastrone, altezza, lunghezza della coda, peso); iv) marcatura fotografica (carapace e piastrone). L'intera operazione, in collaborazione con il Nucleo CITES Abruzzo dei Carabinieri Forestali, si è svolta l'8.VII.2019, dalle 8.30 alle 13.30. Sono stati inoltre acquisiti dati meno approfonditi relativi ad analoghi censimenti svolti a Teramo, il 23.VII.2018, e a Vasto, in provincia di Chieti, il 27.IX.2018.

## RISULTATI

Nei laghetti dei giardini pubblici di Teramo, Chieti e Vasto (Chieti) sono state individuate complessivamente 188 *Trachemys scripta* (Fig. 1), un numero probabilmente inferiore a quello reale: a Teramo (75 testuggini) potrebbero essere sfuggiti alla cattura individui non in acqua al momento del censimento; a Vasto (dove le 65 testuggini individuate sono state trasferite in un attiguo laghetto a prova di fughe) non è stato invece possibile svuotare completamente la fontana che ospitava gli animali per cui non c'è la certezza di aver contattato tutti quelli presenti. Sia a Teramo sia a Vasto, inoltre, non sono state effettuate misurazioni né determinazioni a livello di sottospecie.

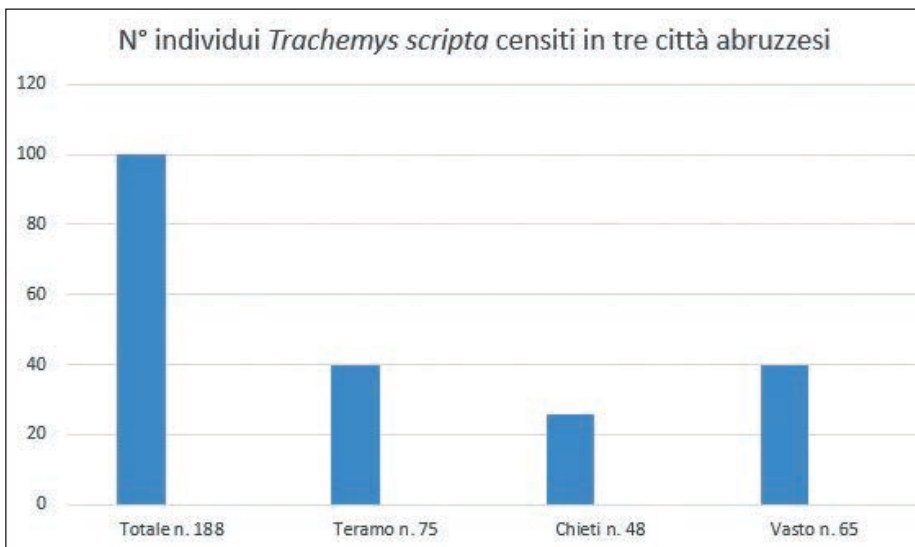


Fig. 1 — Numero di individui censiti nei tre centri urbani espressi in percentuale (totale 188).

I dati più completi riguardano il censimento effettuato personalmente dagli autori presso il laghetto della Villa Comunale di Chieti. Qui, alla data del controllo (le popolazioni insediate in ambienti urbani o peri-urbani possono essere instabili nella composizione, a causa di continui illeciti prelievi e/o immissioni), erano presenti 50 testuggini, tra cui 48 *Trachemys scripta*. Tra queste era nettissima la prevalenza delle due sottospecie a libera vendita in Italia sino al 2018 con un totale complessivo di 45 individui su 48 (93,7%), così suddiviso: *T. s. scripta* 41 (85,4%) e *T. s. troostii* 4 (8,3%). Come già sottolineato la sottospecie nominale è stata quella largamente più diffusa sul mercato nell'ultimo ventennio. *T. s. elegans*, non più commercializzata in Italia dalla fine degli anni '90 del secolo scorso è risultata presente soltanto con tre individui (6,3%), tutte femmine di grossa taglia, quindi presumibilmente di età avanzata.

Tra i 41 individui della sottospecie nominale 12 erano giovani dei quali non è stato possibile accertare il sesso; 12 anche i maschi con i seguenti valori medi (tra parentesi min-max): lunghezza carapace 137,6 mm (111-177); larghezza carapace 109,6 mm (95-120); peso 441,9 g (267-582); 17 invece le femmine per le quali sono stati registrati questi valori medi: lunghezza carapace 179,6 mm (142-218); larghezza carapace 138,7 mm (113-190); peso 985,5 g (578-1784). I dati relativi a *T. s. troostii* e a *T. s. elegans* non sono significativi per il basso numero di individui censiti (Fig. 2). La testuggine di maggiori dimensioni è risultata una femmina di *Trachemys scripta elegans* con lunghezza carapace 243 mm; larghezza 201 mm; peso 2155 g.

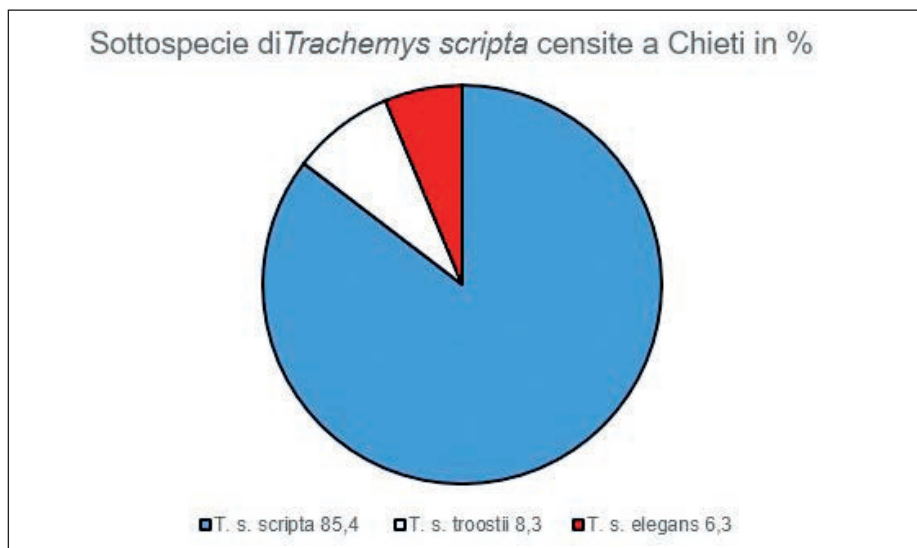


Fig. 2 — Le percentuali di presenza nel laghetto urbano di Chieti delle tre sottospecie di *T. scripta*



Non sono stati trovati né neonati né individui giovanissimi, il che lascia ipotizzare che la specie non si riproduca nel sito, probabilmente a causa delle sponde ripide e del terreno circostante inadatto per durezza ed esposizione. Gli unici due individui censiti non appartenenti alla specie interessata dalla recente normativa che ne vieta commercio e detenzione erano due maschi rispettivamente di *Mauremys sinensis* e di *Sacalia bealei*.

*Ringraziamenti* – Si ringraziano per la preziosa collaborazione i Carabinieri Forestali del Nucleo CITES Mar. Ord. Matteo Cameli e App. Sc. Q. S. Gisella Orsini.

#### BIBLIOGRAFIA

- CAMELI A., BRUGNOLA L., DI TORO F., DI FRANCESCO N., NATALE A.R., CAPUANI R. & PELLEGRINI M., 2013. Censimento delle testuggini palustri esotiche stabulate nella Riserva Naturale Regionale “Lago di Serranella”. Pp. 105-110 in: Di Tizio L., Brugnola L., Cameli A. & Di Francesco N. (eds), Atti II Congresso SHI Abruzzo e Molise “Testuggini e Tartarughe”. *Ianieri Ed.*, Pescara.
- DI TIZIO L. & DI CERBO A.R., 2010. *Trachemys scripta* (Thunberg in Schoepff, 1792). Pp. 170-179 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), Fauna d’Italia. Reptilia. *Calderini de Il Sole 24 ore S.p.A.*, Bologna.
- DI TIZIO L., PELLEGRINI M., DI FRANCESCO N. & CARAFA M. (eds.), 2008. Atlante dei Rettili d’Abruzzo. *Ianieri-Talea Ed.*, Pescara.
- LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. & DE POORTER M., 2000. 100 of the World’s Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database. *The Invasive Species Specialist Group (ISSG), specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN)*, 12pp.
- SOCCINI C. & FERRI V., 2008. Testuggini palustri americane. Pp. 52-53 e 98-103 in: Di Tizio L., Pellegrini M., Di Francesco N. & Carafa M. (eds.), Atlante dei Rettili d’Abruzzo. *Ianieri-Talea Ed.*, Pescara.

*Indirizzo degli autori* —WWF Chieti-Pescara, via Federico Salomone, 112 - 66100 Chieti (I); SHI Sezione Abruzzo e Molise “Antonio Bellini”; corresponding author: luciano.ditizio@virgilio.it.



STEFANO DOGLIO & MAURO GRANO

COME TI CHIAMI? I NOMI DELLE SALAMANDRE  
TRA SCIENZA E CULTURA POPOLARE

RIASSUNTO

Introduzione ai nomi vernacolari delle salamandre europee del genere *Salamandra*.

*Parole chiave:* Etimologia, nomi vernacolari, nomi scientifici, *Salamandra*.

SUMMARY

*What's your name? Salamanders names between science and popular culture.* An introduction to the vernacular names of the European salamanders of the genus *Salamandra*.

*Key words:* Etymology, vernacular names, scientific names, *Salamandra*.

INTRODUZIONE

“Datemi una salamandra e vi parlerò del mondo” (JOHANN PAUL WURFF-BAIN, 1683). “Il nome della specie è la specie” (DUCCIO CANESTRINI, 1985).

Secondo una utile definizione tradizionale, anche se oggi considerata troppo generica, un nome “è la parte del discorso specializzata per designare «persone, oggetti o cose» (in alcune definizioni scolastiche, a questa lista si aggiungono «gli animali»)” (da: [www.treccani.it](http://www.treccani.it)).

Esistono normalmente diversi nomi per indicare le stesse “persone, oggetti e cose”, in particolare in ambito naturalistico per designare le sala-

mandre si utilizzano sia i nomi scientifici sia quelli vernacolari, ed è sulla genesi e il significato dei nomi di 3 specie: Salamandra alpina *Salamandra atra* Laurenti, 1768; Salamandra di Lanza *Salamandra lanzai* Nascetti, Andreone, Capula & Bullini, 1988 e in particolare la Salamandra pezzata *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758), che si concentra questo contributo.

Alla caduta dell'Impero romano d'occidente in Italia arrivarono i cosiddetti "popoli barbarici"; una delle conseguenze principali fu che ogni regione, e quasi ogni vallata, cominciò a isolarsi ed a vivere una vita per proprio conto, perdendo per lungo tempo i contatti con le zone vicine. In questa condizione la lingua latina, che molti secoli prima si era affermata in tutta Italia e aveva unificato la penisola e le isole, si suddivise in numerose parlate diverse tra loro. Nacquero così i tanti dialetti italiani. Questi dialetti a quel tempo erano definiti volgari, termine che non voleva necessariamente significare "rozzi", ma semplicemente indicava la lingua parlata dal popolo (dal latino *vulgus*), una lingua che, col passare dei secoli, si era diversificata e allontanata considerevolmente dal latino classico. I dialetti italiani, vale a dire le varie parlate locali, sono ancora oggi una inequivocabile realtà linguistica: sono vere e proprie lingue con una loro struttura grammaticale, un loro lessico, una loro storia e una loro letteratura, in prosa e in versi, e costituiscono uno straordinario patrimonio linguistico e culturale di tutti gli italiani (GRANO & DI GIUSEPPE, 2019).

Se in ambito scientifico è universalmente adottato il sistema binomiale che consente di identificare con chiarezza ogni organismo, non si può non prendere in considerazione l'uso dei nomi dialettali e popolari, anche perché come rilevato da uno degli autori (DOGLIO, 2010) l'instabilità e l'inflazione tassonomica degli ultimi 20 anni hanno paradossalmente reso a volte i nomi delle lingue "nazionali" più conosciuti, stabili e a volte utili di quelli scientifici anche in contesti accademici.

I nomi popolari e dialettali degli animali hanno origine antichissima e presentano il grande vantaggio di esprimere con efficacia, semplicità e immediatezza ogni specie, e a volte ci dicono anche qualcosa in più su aspetti come ad es. l'ecologia o il comportamento, rispetto ai nomi scientifici.

Attualmente non esiste più una "parlata" puramente dialettale, in quanto il processo di italianizzazione dei dialetti ha fatto molti progressi e, seppur non sia ancora concluso, si è spinto molto avanti per ragioni dovute a diversi fattori. Allo studio dei nomi dialettali degli animali (tecnicamente definiti "zoonimi"), e in generale dei modi in cui un dialetto nomina il paesaggio, si è attribuita, da sempre, un'importanza particolare. Contrariamente a un'opinione ancora diffusa, secondo la quale i meccanismi di nomina popolare della fauna sarebbero di tipo emotivo e fantasioso, bisogna constatare che la classificazione dialettale del paesaggio e della vita naturale risponde a precise leggi, basate ad esempio su esigenze pratico-utilitarie, e in ogni caso su una concreta e dettagliata osservazione della realtà, conosciuta direttamente nei

suoi diversi aspetti. Uno dei principali interessi delle voci vernacolari relative agli animali risiede nel fatto che dietro ad esse e grazie ad esse è possibile ricostruire aspetti della storia di un territorio e, in alcuni casi, individuare modi di vita e credenze che si riferiscono, spesso, a un passato molto lontano. Il caso più interessante è rappresentato dai nomi di alcuni animali, nei quali si nascondono antiche concezioni che si possono far risalire a un periodo addirittura preistorico. Il caso del presente lavoro è costituito dai nomi vernacolari (dialettali italiani oppure in altre lingue europee) della salamandra, uno degli animali più misteriosi e affascinanti che ha dato origine a numerosi zoonimi.

## MATERIALI E METODI

I nomi vernacolari presenti in questo contributo provengono, per la maggior parte, da un grande database curato negli anni da uno degli autori (MG) e che comprende attualmente circa 10.000 vocaboli relativi agli anfibi ed ai rettili presenti in Italia. Una piccola parte di questa lista, specificatamente quella inerente i termini dialettali del Lazio, è stata pubblicata recentemente in un libro riguardante anfibi e rettili del Litorale Romano (GRANO & DI GIUSEPPE, 2019). I nomi sono stati raccolti attraverso la consultazione delle pubblicazioni specializzate e attraverso specifiche richieste in gruppi di discussione su rettili e anfibi e sullo studio dei gerghi vernacolari. L'elenco, pur essendo consistente, non può considerarsi completo a causa della moltitudine di dialetti presenti in Italia e che differiscono, a volte anche sensibilmente, tra località pur vicine tra loro. La trascrizione dei termini vernacolari non sempre segue delle regole specifiche di ortografia; quest'ultima è generalmente basata sul tentativo di riprodurre più o meno fedelmente l'effettiva pronuncia. Per questo motivo, a volte, si può incontrare un medesimo vocabolo scritto in modi leggermente diversi secondo i testi da dove è stato estrapolato, anche perché molti autori, purtroppo, tendono a semplificare l'ortografia a discapito della corretta pronuncia.

Sono state utilizzate diverse risorse online, sia linguistiche che naturalistiche, riportate in Sitografia. Infine, un modello per la nostra ricerca è il lavoro svolto da "The Ethno-ornithology World Atlas" guidato da Andrew Gosler (University of Oxford).

## DISCUSSIONE

La salamandra è sicuramente un animale che storicamente ha catalizzato l'attenzione dell'uomo a causa delle sue abitudini. Questo piccolo anfibio, infatti, ha delle precise connotazioni in tutti gli elementi naturali (terra, acqua,

aria e fuoco) da cui trarrebbe origine ogni sostanza di cui è composta la materia, secondo la “teoria dei quattro elementi”. L’elemento che sembra meno accostarsi alla salamandra, il fuoco, invece è quello che la mitologia ha più preso in considerazione per questo piccolo animale. PLINIO IL VECCHIO nella sua *Naturalis Historia* (Libro X, cap. LXXXVI) spiega: *La salamandra è tanto fredda che al suo contatto il fuoco si estingue non diversamente dall’effetto prodotto dal ghiaccio*. Il poeta BRUNETTO LATINI (1220-1294) nel *Li Livres dou Tresor* (Libro I, cap. CXLVI) recita a proposito: *E sappiate che la salamandra vive in mezzo alla fiamma del fuoco senza dolore e senza danni al suo corpo, ma spegne il fuoco grazie alla sua natura*. L’emblema della salamandra nel fuoco fu adottato come stemma dal re di Francia Francesco I, associata al motto *Nutrisco et extinguo* e dal duca di Mantova Federico II Gonzaga, accompagnata dal motto *Quod huic deest me torquet*. Infine il medico e alchimista PARACELSO (1493-1541) nella sua opera postuma del 1566 *Liber de nymphis, sylphis, pygmaeis et salamandris* descrive le salamandre come abitanti delle profondità dei crateri dei vulcani. Questa apparentemente strana convivenza con il fuoco trae forse origine da qualche fatto reale ma interpretato con una certa dose di fantasia. Forse qualcuno accendendo un fuoco vicino alle radici di un albero o alla fenditura di una roccia, rifugi naturali di questo anfibio, vide uscire una salamandra dalle fiamme divampanti e invece di pensare, come era logico, che questa fosse scappata per il forte e improvviso calore, credette che fosse nata dal fuoco stesso (HYATT VERRILL, 1949). Nondimeno, sono note le proprietà velenose di questo animale. Ancora Plinio il Vecchio: *La salamandra salendo su un albero ne avvelena i frutti, rendendoli letali come l’aconito. Ugualmente fatale è il pane cotto sul fuoco di legna contagiata dal suo umore, e morirebbe anche chi osasse bere l’acqua di un pozzo in cui fosse caduta una salamandra*. Un articolo del Codice Romano comminava durissime sanzioni a chi, con fini delittuosi, avesse subdolamente somministrato al consorte, in pasto, pezzi di questo animale (CANESTRINI, 1985).

## RISULTATI

Pur avendo fatto una distinzione, dove possibile, tra le tre specie di salamandre, va considerato che molti dei vocaboli vernacolari vanno attribuiti a livello generico di *Salamandra* sp., data la difficoltà di riconoscimento a livello specifico da parte dei non addetti ai lavori.

I nomi che designano *S. salamandra* derivano spesso da una “volgarizzazione” del termine greco antico σαλαμάνδρα. Ad esempio Salamàndria (Lombardia), Zacaramàndla (Emilia Romagna), Saramandora (Siena), Sarramân-

dra (Lucania), Tulisalamander (finlandese), سمندر ناري (samandar nari, arabo) o Lekeli semender (turco).

Molti altri nomi però si rifanno all'ecologia o all'aspetto delle salamandre, e particolarmente interessante è un altro nome greco della salamandra: βροχαλόρα (pelle della pioggia). La pioggia infatti, e di conseguenza lo stretto rapporto che le salamandre hanno con le precipitazioni, compare spesso in questa tassonomia "popolare": Bissa de la pioa (biscia della pioggia, Veneto), Piovana o Piuvana (Piemonte), Mazaròch (Friuli Venezia Giulia, termine che deriva dallo sloveno močerad, letteralmente "amante della pioggia"), Pjegavi daždevnjak (croato, dove daždevnjak deriva da dažd, termine raro/arcaico per pioggia, mentre pjegavi significa macchiato).

Il nome croato fa anche parte del gruppo di nomi che descrivono la colorazione di questi anfibi: ad es. Píntega común (galiziano, ossia dipinta/macchiata comune), Arrabio (basco, ghisa, anche se stranamente la locale *S. salamandra fastuosa* non è particolarmente nera), Rogne (Vallone, dalle macchie che la scabbia/rogna lascia sulla pelle), Salamàndra negra e giàlda (Cremona), Salamandra zala e negra (Modena) e Lucirtuni macchiatu (Sicilia).

Un caso interessante è quello ceco: Mlok skvrnitý, dove skvrnitý significa macchiato o maculato, ma Mlok è derivato dal tedesco Molch (=tritone), ossia letteralmente in ceco la salamandra pezzata si chiama "tritone macchiato".

Quello ceco non è certo l'unico esempio di nomenclatura che associa la salamandra ad altri anfibi o rettili, più o meno vicini filogeneticamente: ad es. Biscia bàggiu (biscia-rospo, Pietra Ligure), Tarantula (intesa come il gecko, Lodi e Piacenza), Tarantola (Toscana), Taràntola d'ê tēra (Lazio), Bissamandra (biscia-salamandra, Cansiglio), Lasèrtla di fàgg (Emilia Romagna), oltre al già riportato Lucirtuni macchiatu (Sicilia).

Anche nel caso della Salamandra alpina (*Salamandra atra*) la maggior parte dei nomi sono derivati dal greco σαλαμάνδρα: ad es. Salamàndrie nere (Friuli Venezia Giulia). Ci sono anche nomi che uniscono comportamento e colore, come Piovàna nera (Lombardia) o il croato Crni daždevnjak (con "crni" nero, che sostituisce "pjegavi", macchiato del nome croato di *S. salamandra*), oppure associano le salamandre alpine ad altri animali: Bissa de munte e Bissa n ire (Trentino Alto Adige) o Bissamàndola (biscia-salamandra, Veneto).

La Salamandra di Lanza (*Salamandra lanzai*) a causa del suo ridotto areale (le Alpi Cozie tra Piemonte e Queyras) è la specie con meno nomi vernacolari: Laserta bibianda, Piuvana, Svestru neir e poche altre minime variazioni.

Complessivamente sono stati censiti in totale 252 vocaboli vernacolari italiani, 228 dei quali riferiti a *S. salamandra*, 13 a *S. atra* e 11 a *S. lanzai*. La regione più rappresentata è la Lombardia con ben 58 vocaboli che si riferiscono a *S. salamandra*. Segue una lista per regione, quando il nome vernaco-



lare non è riferito all'intero territorio regionale ma ad una località specifica questa viene indicata tra parentesi.

*Salamandra salamandra*

*Liguria:* Biscia bàggiu [Pietra Ligure (SV)]; Biscia càn sinistru [Soldano (IM)]; Bisciabàggiu (Savona); Can sinistru [Soldano (IM)]; Canfenèstra [San Remo (IM)]; Cans'nestr (Imperia); Cans'nestr; Fenèstru [Pietra Ligure (SV)]; Ginèstru (Savona); Lajaza (Savona); Nèspuru surdu (Savona); Nespusùrdu (Savona); Salamàndra; Salanèstra; Senèstra; Sevèstra; Sevestro (Genova); Sevestru (Genova); Sírvestru (Savona); Snèstr (Savona); Vaca variéa (La Spezia).

*Piemonte:* Alabèrna; Arabren; Barcàila [Valgrande del Sesia (VC)]; Barcàla (Alta Valsesia); Bèrnà; Buté la sal; Cicia gaja; Erabren; Fübiana; Galabèrna; Laberna; Labrèno (Valle Grana); Lavabren (Roero); Lavabren (Langhe); Nino nano (Val Chiusella); Pibianüsci (Val Soana); Piovana; Piovàna (Cuneo); Piovàna; Piovana (Valli di Lanzo); Piovana [Viù (TO)]; Piuvàna (Cuneo); Piuvàna; Piuvana (Canavese); Piuvan-a; Piuvan-a d'eva; Püpiana; Ranabot; Sala; Salamàndra; Salamàndra (Cuneo); Salamant'lola; Salassa; Salé; Slester; Slestr (Roero); Slestr (Langhe); Sübian-a; Svestru; Tarantula.

*Valle d'Aosta:* Lèisarda; Peyana; Piovana.

*Lombardia:* Besgiabò [Crema (CR)]; Besgiabò (Cremona); Bés giabò (Cremona); Bilicarda (Lago Maggiore); Bisacàgna (Cremona); Bisacàgna [Soncino (CR)]; Bissa rosa (Varese); Bissaroeusa (Milano); Bissaroeusa (Varese); Cagnöla (Bergamo); Cagnöla; Cercaria (Brianza); Cercaria (Milano); Cercaria [Monte di Brianza (LC)]; Cercaria (Brianza); Cercaria; Cerchiaria (Brianza); Corùzzola (Como); Malalisàndra (Cremona); Malesandra; Malesandra (Brescia); Malisàndra (Cremona); Marisàndula (Cremona); Marisàndula [Casalmaggiore (CR)]; Piovana (Milano); Rasa; Roesascia (Varese); Salamandra (Valli Bergamasche); Salamàndra; Salamàndra (Cremona); Salamàndra (Valtellina); Salamàndra negra e gialda (Cremona); Salamàndra de cràp; Salamàndra de cràp (Valtellina); Salmandra; Samalàndra (Cremona); Salamàndria; Salamàndria [Grosio (SO)]; Sarmàgula (Cremona); Scinquilina; Scinquilina (Bergamo); Scirquilina (Valli Bergamasche); Ser (Valli Bergamasche); Sercafalie (Bergamo); Sercafalie; Sercanéa (Bergamo); Sercanéa; Sercarèa (Valli Bergamasche); Sincarlina (Bergamo); Sincarlina (Valli Bergamasche); Sincalía (Bergamo); Sincalía; Sincalna; Sincalna (Bergamo); Sincarlina; Tarantula (Como); Tarantula (Lodi); Tarantula (Piacenza).

*Trentino Alto Adige:* Bissa de piöva; Salamàndra; Sarmàndol; Sarmàndol (Trento); Tottermandl (Bolzano).

*Veneto:* Bissamandra (Cansiglio); Malisandra (Cansiglio); Salamàndola; Salamàndola (Verona); Marasàndola (Verona); Salamàndola (Vicenza); Salamàndola de tèra; Salamàndola de tèra (Verona); Salamàndola de tèra

(Vicenza); Salamandra; Saremàndola; Sarmàndola (Treviso); Sarmàndola; Sermàndola (Belluno); Sermàndola; Bissa de la pioa (su [www.eol.org](http://www.eol.org)).

*Friuli Venezia Giulia*: Mandràule; Mandràule (Trieste); Mandràule (Udine); Mazaròch; Mazaròch (Udine); Mazaròch (Trieste); Salamandra [Val Tramontina (PN)]; Salamàndre; Salamàndre (Udine); Salamandria [Val Tramontina (PN)]; Salamandria [Val Tramontina (PN)]; Salamandrie; Salamàndrie; Salamàndrie (Trieste); Salamàndrie (Udine); Salmandrie; San Zuàn; San Zuàn (Trieste); San Zuàn (Udine); Saramandula.

*Emilia Romagna*: Lasèrtla di fâgg; Salamandra (Modena); Salamàndra; Salamàndra [Pianaccio (BO)]; Salamandra zala e negra (Modena); Zacaramàndia; Zacaramàndla.

*Toscana*: Calamàndra; Calamàndra (Alpi Apuane); Salamàndola (Alpi Apuane); Salamandola (Siena); Salamàndola; Salamandora (Siena); Salamàndra (Alpi Apuane); Salamandra (Siena); Salamàndra; Salamàndria; Salamàndria (Alpi Apuane); Saramandola (Firenze); Saramandora (Siena); Saramandora (Firenze); Scalamandrìna; Scalamandrìna (Alpi Apuane); Seramàndola [Treppio (PT)]; Tarantola (Chianti); Tarantola (Monte Amiata); Tarantola (Val d'Elsa).

*Marche*: Salamandra gialla e nera (Ancona).

*Umbria*: Calamàndra; Salamàndra.

*Lazio*: Ciaramàndola (Viterbo); Salamandola (Viterbo); Salamandra (Viterbo); Salamandra (Roma); Salamàndra; Salamàndra d'è bòsco; Salamandra giallo-nera (Roma); Salamandra pezzata (Roma); Saramàndola (Viterbo); Saràntola; Saréntola; Taràntola d'è têra.

*Abruzzo*: A'ssàlamandra; Sàlamandra.

*Molise*: Salamàndla; Salandrèa.

*Campania*: Salamàndola; Salimandr (Gagnano (NA)); Salamàndra; Salamàntra.

*Basilicata*: Salamântro; Sarramàndra; Sarramàntra; Sarrumàntru; Surromântro.

*Calabria*: Calimàndola; Salamàndra; Salamàntra; Salamìda [Gioiosa Ionica (RC)]; Salilàndra; Salimàndra.

*Sicilia*: Celilanda; Celilànda (Etna); Lucirtuni macchiatu; Zazzamita.

*Salamandra atra*

*Piemonte*: Salamàndra nêir.

*Lombardia*: Cercarià; Cercarià nera; Piovàna nera; Sincarlina (Bergamo).

*Trentino Alto Adige*: Bìssa de munte; Bìssa n ire.

*Veneto*: Bissamàndola.

*Friuli Venezia Giulia*: Salamandra [Val Tramontina (PN)]; Salamandria

[Val Tramontina (PN)]; Salamandre (Friuli Venezia Giulia); Salamandrie nere; Salmandria [Val Tramontina (PN)].

*Salamandra lanzai*

*Piemonte*: Laserta bibianda (Val Chisone); Laserta bibianda (Val Sangone); Laserta bibianda (Valle Susa); Laserta bibianda (Valle Po); Piuvan-a nèira (Piemonte); Piuvana (Val Chisone); Piuvana (Val Sangone); Piuvana (Valle Po); Piuvana (Valle Susa); Svestru nèir (Piemonte); Galaberna (Valle Po).

BIBLIOGRAFIA

- CANESTRINI D., 1985. La Salamandra. *Rizzoli Editore*, Milano, 154 pp.  
 DOGLIO S., 2010. Unexpected consequences of taxonomic instability, or how to survive the current “Age of Splitters”. *II Int. Symp. Conserv. Amphibians*.  
 GRANO M. & DI GIUSEPPE R., 2019. Anfibi e Rettili del Litorale Romano. Aspetti naturalistici, storici e folcloristici. *Editore Il Formichiere*, Foligno, 212 pp.  
 HYATT VERRILL A., 1949. Strani rettili, anfibi e loro storie. *Alberto Corticelli Editore*, Milano, 203 pp.  
 LATINI B., 1260-1267. Li Livres des Tresor. Libro I, 298 pp.  
 PARACELSO, 1566. Liber de Nymphis, Sylphis, Pygmaeis et Salamandris.  
 PLINIO IL VECCHIO, *Naturalis Historia*, Libro X, Cap. LXXXVI.  
 WURFFBAIN J.P., 1683. Salamandrologia, Norimberga, 172 pp.

SITOGRAFIA

- <https://en.wiktionary.org>  
<https://www.eol.org>  
<https://www.treccani.it>  
 THE ETHNO-ORNITHOLOGY WORLD ATLAS. <https://ewatlas.net/>  
 LIDDELL, SCOTT, JONES' A GREEK-ENGLISH LEXICON. [https://lsj.gr/wiki/Main\\_Page](https://lsj.gr/wiki/Main_Page)  
 ŠTREKELJ K., 1913 (1962 reprint). *Archiv für slavische Philologie*, Vol. 34, 238-239 <https://archiv.org/details/archivfrslavis34berluoft/page/292/mode/2up>

*Indirizzo degli autori* — S. DOGLIO, Società Romana di Scienze Naturali, Campus di “Villa Esmeralda” Via Fratelli Maristi, 43 - 00137 Roma (I); e-mail: [finrod\\_s@libero.it](mailto:finrod_s@libero.it); M. GRANO, Via Valcenischia, 24 - 00141 Roma (I); e-mail: [elaphe58@yahoo.it](mailto:elaphe58@yahoo.it)

LORENZO DONDERO, GIORGIA ALLARIA, GIACOMO ROSA,  
PARCO NAZIONALE DEL CIRCEO, MARCO MAGGESI, FEDERICO CROVETTO,  
MATTEO PERRONE, ANTONIO ROMANO, PARCO NAZIONALE DEL POLLINO,  
MARCO CARAFA, MARCO ZUFFI, GIULIO PETRONI, SEBASTIANO SALVIDIO,  
ANDREA COSTA & ELENA GRASSELLI

## MONITORING *BATRACHOCHYTRIUM DENDROBATIDIS* IN ITALY

### SUMMARY

Amphibian declines is a paradigmatic example in the context of the current sixth mass extinction. Drivers of these declines include the fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*). The skin disease caused by this fungus is named chytridiomycosis and affects the vital function of amphibian skin. In this study we analysed by means of real-time PCR the abundance of *Bd* in more than 1300 Italian amphibian swabs. Preliminary results show a diffusion of *Bd* in 11 out of the 17 species tested and a prevalence of the fungus in 6% of the individual infestation rate was relatively low, not overpassing 150 genome equivalents of *Bd*.

*Key words:* amphibian decline, chytridiomycosis, *Bd* individual load.

### RIASSUNTO

*Il Monitoraggio di Batrachochytrium dendrobatidis in Italia.* La diffusione del fungo patogeno *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) è una delle cause del declino delle popolazioni delle popolazioni di anfibi. Questo fungo causa una infezione della pelle degli anfibi chiamata chitridiomicosi. In questo studio abbiamo analizzato tramite PCR quantitativa oltre 1300 tamponi di pelle di anfibio appartenenti a 17 specie. La percentuale di individui infetti è risultata del 6% a livello nazionale, mentre il tasso di prevalenza individuale è risultato relativamente basso, non superando i 150 equivalenti genomici di *Bd*.

*Parole chiave:* declino degli anfibi, chitridiomicosi, carico individuale di *Bd*.

### INTRODUCTION

The widespread chytridiomycosis is caused by the fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) that affects, often with lethal consequences,

the skin of many amphibian species. Its origin is still unknown, but recent hypotheses suggest that it could come from Asia (SCHEELE *et al.*, 2019). This fungus is dangerous for amphibians because it is able to colonize host's epidermis, compromising the integrity of the keratin of the skin. Skin infection occurs in the water, through the mobile zoospore penetrating the amphibian skin and forming the sessile, reproductive zoosporangium, from where, the unflagellated zoospore are released to reinfect the same individual or others nearby. It has been documented that amphibian skin is able to exert a sort of chemotaxis, thus attracting *Bd* zoospores thanks to the presence of specific molecules such as sugars, proteins and amino acids (MOSS *et al.*, 2008). Amphibians affected by the pathogen can be lethargic and the most obvious clinical signs, including ulcers and small hemorrhages, are observed on the epidermis.

These lesions have consequences on skin respiration and osmoregulation. Thus, leading to loss of muscle contraction force and eventually to death by heart failure. However, the sensitivity to this fungal agent in amphibian species may vary: while some die quickly as a result of infection, others manage to survive, contributing to the spread of the agent through water contamination. Italy is the European country with the highest number of endemic amphibian species, thus monitoring *Bd* spread in Italy can be a useful tool to preserve amphibian diversity. A previous study by COSTA *et al.* (2021), focused on the modeling the spread of *Bd* on the basis of presence/absence data, whereas in this study we aimed to determine the species-associated individual load of *Bd* in amphibians all over peninsular Italy.

## MATERIALS AND METHODS

Starting from 2013, we analyzed more than 1000 amphibian swabs from several Italian national parks and nearby regions, in the framework of the national project "Monitoraggio delle specie di ambiente umido acquatico" coordinated by Cinque Terre National Park. Sampling permits were issued by the Italian Ministry of Environment (PNM-2013-00424466; PNM-2015-0016824; PNM-2016-0013862; PNM-2017-005370; PNM-2019-00004038). The ITS region of *Bd* DNA was quantified by Real-Time PCR (RT-PCR) (Fig. 1).

DNA was extracted from the swabs minced in PrepMan Ultra extractant solution then were subjected to mechanic shock by using microspheres of silica and a bead beater ant then centrifuged at 13'000xg for 3 minutes. The steps above were performed twice. The samples were then incubated at 100°C for 10 minutes. After centrifugation at 13'000xg for 3 minutes, samples were diluted in molecular biology grade water 1:10 and 1:100 for further

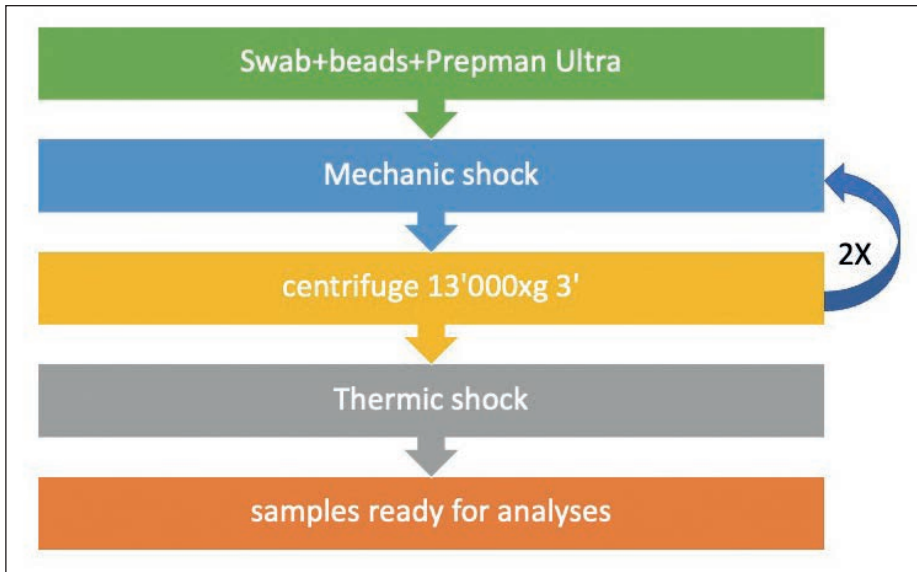


Fig. 1 — Steps performed for DNA extraction from swabs as published online (<https://savethefrogs.com/chytrid-fungus-detection-qpcr/>)

analyses. Samples were analyzed through RT-PCR, using SYBR green as a method for detecting the presence of *Bd*. A standard curve was also performed by running samples with known amount of *Bd* genome zoospores: 100, 10, 1 and 0.1 (Fig. 2A). The resulting standard curve (Fig. 2B) allowed us to determine the amount of *Bd* genome equivalents (*Bd* GE) in the analysed samples CANESSA *et al.* (2017).

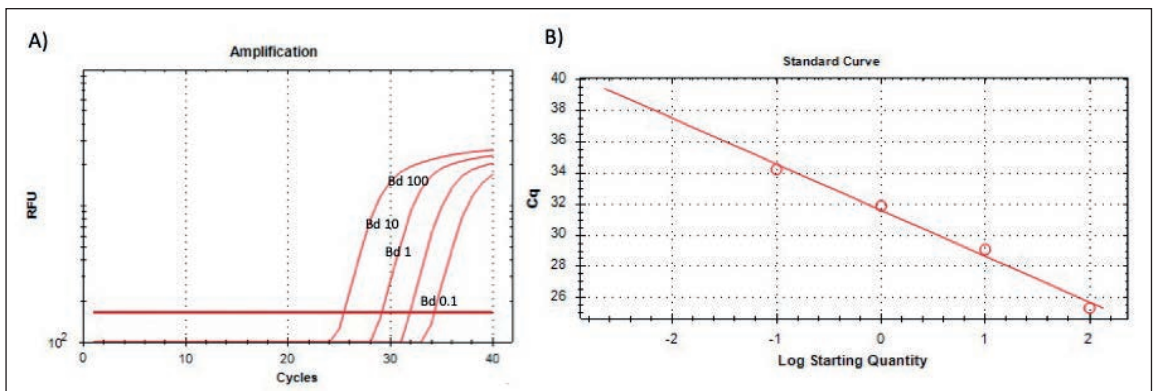


Fig. 2 — A) Amplification curves of *Bd* standards and B) standard curve.

## RESULTS AND CONCLUSIONS

The mean individual *Bd* load per species expressed in GE is given in Table 1. Infected individuals were found in 11 out of 17 species and all over the Apennines, from Liguria to Calabria, where *Bd* seems relatively frequent (see Fig. 2 in COSTA *et al.*, 2021). We did not observe any associated mass mortality and GE were generally low, ranging from 1 to 148, in comparison with BALÁZ *et al.* (2013), who reported up to 4000 GEs. The overall *Bd* prevalence in Italian amphibian species was 6%. Further sampling in particular in the Alps should clarify the distribution of *Bd* prevalence and the ecological correlates that may concur in spreading this pathogen in Italian amphibian populations.

Table 1

Prevalence of *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*) in Italian amphibians. The mean infestation load and the range are provided in genome equivalents (GE).

Species	N	<i>Bd</i> +	<i>Bd</i> Prevalence (%)	GE Mean	GE Range
<i>Bombina pachyopus</i>	410	9	0.02	64	21 - 148
<i>Bufo bufo</i>	84	8	10	9	3 - 21
<i>Bufoles balearicus</i>	46	0	0	/	/
<i>Hyla intermedia</i>	1	1	100	/	30
<i>Hyla meridionalis</i>	5	0	0	/	/
<i>Pelophylax</i> sp.	159	9	6	23	1-127
<i>Rana italic</i>	97	13	13	9	3-25
<i>Rana dalmatina</i>	74	0	0	/	/
<i>Euproctus platycephalus</i>	3	0	0	/	/
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	124	4	3	2	2-3
<i>Lissotriton italicus</i>	77	15	19	26	2-57
<i>Lissotriton vulgaris</i>	53	5	9	14	3-30
<i>Salamandra atra aurorae</i>	3	0	0	/	/
<i>Salamandra salamandra</i>	50	1	2	/	6
<i>Salamandra lanzai</i>	1	0	0	/	/
<i>Salamandrina terdigitata</i>	31	7	23	12	4-20
<i>Triturus carnifex</i>	90	2	2	22	15-29



## REFERENCES

- BALÁZ V., VÖRÖS J., CIVIŠ P., VOJAR J., HETTYEY A., SÓS A., DANKOVICS R., JEHLE R., CHRISTIANSEN D.G., CLARE F., FISHER M.C., GARNER T.W.J. & BIELBY J., 2013. Assessing risk and guidance on monitoring of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Europe through identification of taxonomic selectivity of infection. *Conserv. Biol.*, 28: 213–223.
- CANESSA S., MAGGESI M., SALVIDIO S. & GRASSELLI E., 2017. Validation and cost-effectiveness of an alternative method to quantify *Batrachochytrium dendrobatidis* infection in amphibian samples using real-time PCR. *Rend Lincei Sci. Fis. Nat.*, 28: 687–692.
- COSTA A., DONDERO L., ALLARIA G., MORALES SANCHEZ B.N., ROSA G., SALVIDIO S. & GRASSELLI E., 2021. Modelling the amphibian chytrid fungus spread by connectivity analysis: towards a national monitoring network in Italy. *Biodiv. Cons.*, 30: 2807–2825.
- MOSS A.S., REDDY N.S., DORTAJ I.M. & SAN FRANCISCO M.J., 2008. Chemotaxis of the amphibian pathogen *Batrachichytrium dendrobatidis* and its response to a variety of attractants. *Mycologia*, 100: 1–5.
- SCHEELE B.C., PASMANS F., SKERRATT L.F., BERGER A., MARTEL V., BEUKEMA A., ACEVEDO A.A., BURROWS P.A., CARVALHO T., CATENAZZI A., DE LA RIVA I., FISHER M.C., FLECHAS S.V., FOSTER C.N., FRIAS-ALVAREZ P., GARNER T.W.J., GRATWICKE B., GUAYASAMIN J.M., HIRSCHFLED M., KOLBY J.E., KOSCH T.A., LA MARCA E., LINDENMAYER D.B., LIPS K.R., LONGO A.V., MANEYRO R., McDONALD C.A., MENDELSON J.III, PALACIOS-RODRIGUEZ P., PARRA-OLEA G., RICHARDS-ZAWACKI C.L., RÖDEL M.-O., ROVITO S.M., SOTO-AZAT C., TOLEDO L.F., VOYLES J., WELDON C., WHITFIELD S.M., WILKINSON M., ZAMUDIO K.R. & CANESSA S., 2019. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. *Science*, 363: 1459–1463.

*Address of the authors* — L. DONDERO, G. ALLARIA, G. ROSA, M. MAGGESI, F. CROVETTO, S. SALVIDIO, A. COSTA, E. GRASSELLI, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università degli Studi di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova (I); PARCO NAZIONALE DEL CIRCEO, Servizio Biodiversità e Reti Ecologiche dell'Ente, Via Carlo Alberto, 188 - 04016 Sabaudia (Latina, I); M. PERRONE, Parco Nazionale delle Cinque Terre, Via Discovolo snc, c/o Stazione Manarola - 19017 Riomaggiore (La Spezia, I); A. ROMANO, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto per la BioEconomia (IBE), Via dei Taurini, 19 - 00100 Roma (I); PARCO NAZIONALE DEL POLLINO, Servizio Conservazione della Natura, Italy; M. CARAFA, Parco Nazionale della Majella, Italy. M. ZUFFI, M. PETRONI, Museo di Storia Naturale, Università di Pisa, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I). \*Corresponding author: elena.grasselli@gmail.com





DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784715>

FRANCESCO PAOLO FARAONE, SALVATORE RUSSOTTO,  
AGOSTINO CANTAVENERA, GABRIELE GIACALONE,  
SALVATORE ALESSANDRO BARRA, ROBERTO CHIARA & MARIO LO VALVO

ANNUAL ACTIVITY CYCLE OF THE JAVELIN SAND  
BOA *ERYX JACULUS* (LINNAEUS, 1758) IN SICILY

SUMMARY

The Javelin sand Boa *Eryx jaculus* is a snake little known from an eco-ethological point of view. Here, some aspects of its phenology are described for the first time. 229 observations were collected in Sicily, with the aim of describing the annual activity of this population. The activity of adult males and juveniles presents a similar trend, with a sharp peak between May and July. Juveniles sharply declined in the following months. Adult females have three peaks of activity of similar amplitude. The activity cycle of the Javelin sand Boa could be modulated by some aspects of his trophic behaviour. In fact, juveniles and adult males prefer prey types highly available only during their maximum activity period. Adult females exploit prey with more constant availability over time and this could cause smaller fluctuations in the activity. Juveniles' observations had a peak in the first half of their annual activity cycle, contrary to what might be expected in a species that gives birth mainly in late summer. This could indicate that the newborns have extremely elusive habits in the first months of life or, alternatively, the occurrence of births in spring has been rarely observed in other studies.

*Key words:* Phenology, mobility, adults and young.

RIASSUNTO

*Attività annuale del Boa delle sabbie Eryx jaculus (Linnaeus, 1758) in Sicilia.* Il Boa delle sabbie *Eryx jaculus* è un ofide poco conosciuto dal punto di vista eco etologico. In questo contributo vengono descritti per la prima volta alcuni aspetti della sua fenologia. Sono state raccolte 229 osservazioni in Sicilia, con lo scopo di descrivere l'attività annuale di questa popolazione. L'attività di maschi adulti e giovani presenta un andamento sovrapponibile, con un prominente picco fra maggio e luglio. I giovani hanno subito un brusco decremento nei mesi successivi. Le femmine adulte presentano invece tre picchi di attività di ampiezza paragonabile. Il ciclo di attività del Boa delle sabbie potrebbe essere modulato da alcuni aspetti del suo comportamento trofico. È noto che giovani

e maschi adulti sfruttano soprattutto prede disponibili principalmente durante il loro periodo di massima attività. Le femmine adulte sfruttano prede con disponibilità più costante nel tempo, questo potrebbe contribuire a un ciclo di attività con oscillazioni meno ampie. Le osservazioni di giovani hanno un picco nella prima metà del ciclo annuale di attività, al contrario di quanto ci si possa aspettare in una specie con nascite prevalentemente tardo estive. Questo potrebbe indicare che i nuovi nati abbiano delle abitudini estremamente elusive nei primi mesi di vita o, in alternativa, la prevalenza di nascite primaverili, come già rilevato altrove in singoli casi.

*Parole chiave:* Fenologia, mobilità, adulti e giovani.

## INTRODUCTION

The Javelin sand Boa *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) is a snake belonging to the Erycidae family, is found in North Africa, Middle East and in the southern Balkans (SINDACO *et al.*, 2013). Recently, the presence of this species has been confirmed in a small area of southern Sicily, in Italy (INSACCO *et al.*, 2015; FARAONE *et al.*, 2017a). The origin of the Italian population of Javelin sand Boa is not yet clear due to the absence of genetic studies, currently it is hypothesized that it can be attributed to an ancient introduction (INSACCO *et al.*, 2015). FARAONE *et al.* (2019) found a phenotypic resemblance between the Sicilian sand Boas and those of North Africa, attributable to the nominal subspecies (TOKAR, 1991).

Knowledge of the Javelin sand Boa in Sicily is currently limited to the feeding habits (FARAONE *et al.*, 2017b, 2021), morphology (FARAONE *et al.*, 2019) and population's distribution (INSACCO *et al.*, 2015; FARAONE *et al.*, 2017a). *E. jaculus* is known as a difficult species to observe in the field due to its nocturnal and fossorial habits (TOKAR & OBST, 1993; GHERGHEL *et al.*, 2009); for this reason the knowledge on its biology is overall poor and fragmentary (TOKAR & OBST, 1993; GHERGHEL *et al.*, 2009; CATTANEO, 1984, 2005, 2010).

This paper describes for the first time the annual activity cycle of *E. jaculus* in Sicily and some eco-ethological traits of this species.

## MATERIALS AND METHODS

Sampling was carried out within the geographic range of the Javelin sand Boa in South Central Sicily, within an area between Palma di Montechiaro (province of Agrigento) and Butera (province of Caltanissetta) (INSACCO *et al.*, 2015; FARAONE *et al.*, 2017a).

The snakes were collected during active searches at night, both by car and on foot. Some observations outside the sampling sessions were also considered, such as the snakes rescued from two small abandoned cisterns checked daily during the period of activity of the Javelin sand boas. The data

were collected between August 2014 and February 2021. The samplings were carried out regularly, on an almost daily basis, between April 2018 and October 2020. During this period, we got 93.4% of the observations. A total of 229 individuals (80 males, 67 females, 82 juveniles) were examined, 78 of which (28 males, 28 females, 22 juveniles) were roadkilled.

Sex was determined by examination of external sexual features (spurs, tail shape), by cloacal popping and by cloacal probing (FARAONE *et al.*, 2019). Snout to vent length (SVL) was measured with a mm ruler on all live juveniles, and freshly dead and little damaged individuals. *E. jaculus* with a snout-vent length < 270 mm were considered as juveniles (see FARAONE *et al.*, 2019)". All the snakes examined, after the measurements, has been released at the point where they were found.

The activity rate of *E. jaculus* was expressed separately for juveniles and adult males and females as a percentage of the total observations of each category. Two monthly values were calculated, from the 1st to the 15th and from the 16th to the end of the month. The mean, standard error (SE), minimum and maximum (min-max) values were calculated on SVL.

## RESULTS

During the sampling period, snakes were found in activity in the range between the beginning of March and the end of October (Fig. 1). A peak of activity was observed in June for all categories. During this month, the activity seems to have a prominent increase in adult males and juveniles with, respectively, 44.3% and 35.0% of the total observations. For adult females, in June the peak of observations appears to be of lesser amplitude, thus females have two other peaks of comparable amplitude in the first half of August and in the second half of September, during which the observations of adult males and juveniles drop dramatically.

Figure 2 shows the variation in the mean size (SVL) of juveniles over time. There is a general increase in the size of this category, with minimum values in May and June and a sharp increase (18.8%) between June and July. In August and September, the number of juvenile records collapses.

## DISCUSSION

The observations trend indicates possible differences between sexes and ages. The activity rates of adult males and juveniles tend to be comparable, with a prevailing peak between May and July, in which there are

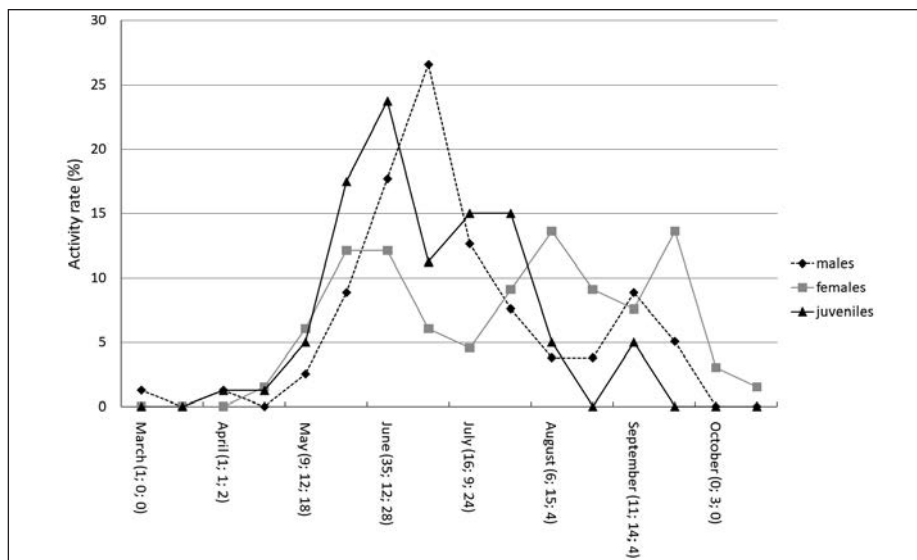


Fig. 1 — Annual variation in the activity rate of adults (males and females) and juveniles of *E. jaculus* in Sicily. In brackets, the number of monthly observations of males, females and juveniles is indicated in order.

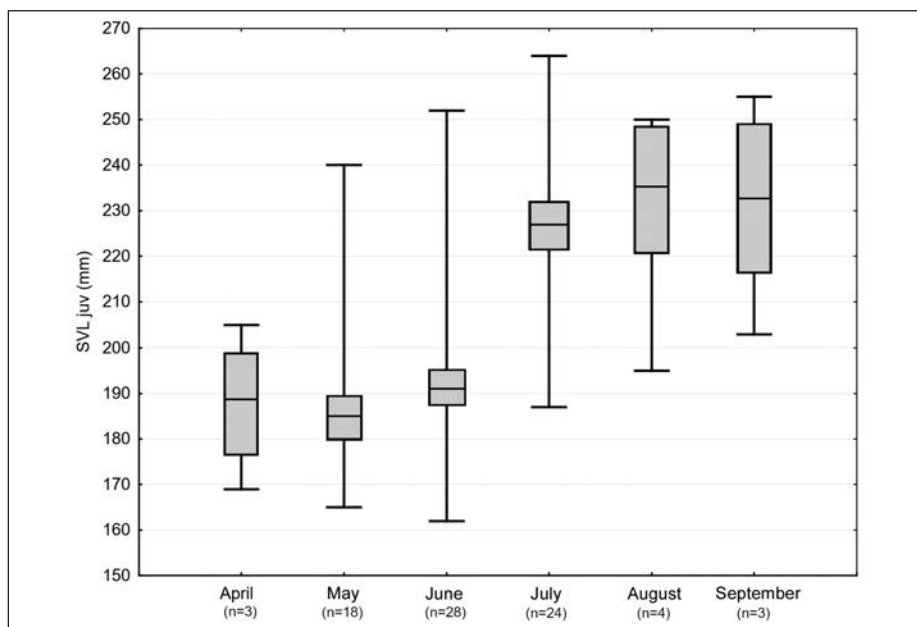


Fig. 2 — Annual variation of the body size, expressed as SVL, of the juveniles. Box = Mean  $\pm$  SE; Whisker = min-max.

respectively 75.9% and 87.5% of the observations. In both classes a similar trophic behavior is observed, with the dominant or consistent exploitation of saurian eggs (FARAONE *et al.*, 2021), a resource mainly available in late spring and early summer (CORTI & LO CASCIO, 1999). The peak of observations in this case appears to be actually associated with that of maximum feeding activity recorded for the same area in juveniles and adult males (FARAONE *et al.*, 2021). The increasing activity of adult males could also be associated with greater mobility during the breeding period, which is known for this species in spring (TOKAR & OBST, 1993). The annual activity of males and juveniles seems to have a tendentially unimodal pattern, very similar to that observed for another Mediterranean species with crepuscular and nocturnal habits such as *Coronella girondica* (AGRIMI & LUISELLI, 1994). The activity of adult females, on the other hand, has three almost equivalent seasonal peaks and less pronounced amplitude intervals than those observed in the other two classes. This trend could be also linked to trophic reasons: the main prey exploited by females are micromammals (FARAONE *et al.*, 2021), that presumably have a more constant availability over time than the prey exploited by adult males and juveniles. The late summer/autumn peak in females appears wider than that observed in males and juveniles. Also in this case, the increase in observations appears to be simultaneous with an increase in feeding activity (FARAONE *et al.*, 2021). As reported for several viviparous snakes, females often enhance their food activity after juveniles to increase body reserves before hibernation (ZUFFI *et al.*, 1999; BRITO, 2004; SANTOS *et al.*, 2007).

According to the little information available on *E. jaculus*, the mating period takes place mainly in spring and births in late summer (TOKAR & OBST, 1993). Our results indicate a peak in the number of juvenile observations and smaller body sizes in spring compared to subsequent months, contrary to what might be expected in a species with late summer births (Fig. 2). These results could be influenced by the extremely secretive behavior of the offspring before winter latency, which for this reason could have a very low detectability in the first months of life. Alternatively, this population could have a different reproductive phenology from that dominant elsewhere, with spring births, as in the case described by CATTANEO (1984) for the island of Antiparos (central Cyclades). Unfortunately, mating activity and females in the final stages of pregnancy have not yet been observed in Sicily, and this does not allow to accurately describe the reproductive phenology of this population.

*Acknowledgment* — We are grateful to Simone Costa, Giuseppe Mascarello, Calogero Muscarella, Angelica Rallo and Alex Venutelli for their help in fieldwork. The temporary capture of ani-

mals and their handling were carried out with the permits required by law (MATT prot. N.2766 /T-A31,12/01/2018 and Regione Siciliana Prot. N, 1637, 24/01/2018).

## BIBLIOGRAFIA

- AGRIMI U. & LUISELLI L., 1994. Ecology of the snake *Coronella girondica* (Reptilia, Colubridae) in central Italy. *Vie Milieu*, 44: 203-210.
- BRITO J.C., 2004. Feeding ecology of *Vipera latastei* in northern Portugal: ontogenetic shifts, prey size and seasonal differences. *Herpetol. J.*, 14: 13-19.
- CATTANEO A., 1984. *Podarcis erbardii naxensis* ad Antiparos (Cicliadi centrali) e note di campagna sull'erpetocenosi dell'isola (Reptilia). *Atti Soc. ital. Sci. nat. Mus. civ. Stor. nat.*, Milano, 125: 245-254.
- CATTANEO A., 2005. Osservazioni sull'erpeto fauna dell'isola greca di Kos (Sporadi meridionali) con un inedito caso di simpatria microinsulare fra due specie affini di Colubridi: *Hierophis caspius* (Gmelin) e *Hierophis jugularis* (L.). *Atti Mus. Stor. nat. Maremma*, Grosseto, 21: 79-91.
- CATTANEO A., 2010. Note eco-morfologiche su alcune specie ofidiche egee, con particolare riferimento alle popolazioni delle Cicliadi centro-orientali (Reptilia). *Naturalista sicil.*, 34: 319-350.
- CORTI C. & LO CASCIO P., 1999. I lacertidi italiani. *L'Epos*, Palermo.
- FARAONE F.P., CHIARA R., BARRA S.A., GIACALONE G. & LO VALVO M., 2017a. Nuovi dati sulla presenza di *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) in Sicilia. Pp. 75-79 in: Menegon M., Rodriguez-Prieto A. & Deflorian M.C. (eds.), *Atti XI Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. Ianieri Ed.*, Pescara.
- FARAONE F.P., BARRA S.A., GIACALONE G., CHIARA R., RUSSOTTO S. & LO VALVO M., 2017b. First observations of oophagy in a wild population of the sand boa (*Eryx jaculus*). *Herpetol. Bull.*, 142: 48-49.
- FARAONE F.P., RUSSOTTO S., BARRA S.A., CHIARA R., GIACALONE G. & LO VALVO M., 2019. Morphological variation of the newly confirmed population of the Javelin sand boa, *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) (Serpentes, Erycidae) in Sicily, Italy. *Acta Herpetol.*, 14: 135-139.
- FARAONE F.P., RUSSOTTO S., GIACALONE G., LO VALVO M., BELARDI I. & MORI E., 2021. Food habits of the Javelin sand boa *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758; Serpentes, Erycidae) in Sicily, Italy. *J. Herpetol.*, 55: 452-458.
- GHERGHEL I., STRUGARIU A. & ZAMFIRESCU S., 2009. Using maximum entropy to predict the distribution of a critically endangered reptile species (*Eryx jaculus*, Reptilia: Boidae) at its Northern range limit. *AES Bioflux*, 1: 65-71.
- INSACCO G., SPADOLA F., RUSSOTTO S. & SCARAVELLI D., 2015. *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758): A new species for the Italian herpetofauna (Squamata: Erycidae). *Acta Herpetol.*, 10: 149-153.
- SANTOS X., LLORENTE G., JUAN M., PLEGUEZUELOS J., BRITO J., FAHD S. & PARELLADA X., 2007. Variation in the diet of the Lataste's viper *Vipera latastei* in the Iberian Peninsula: seasonal, sexual and size related effects. *Anim. Biol.*, 57: 49-61.
- SINDACO R., VENCHI A. & GRIECO C., 2013. The Reptiles of the Western Palearctic. 2. Annotated checklist and distributional atlas of the snakes of Europe, North Africa. Middle East and Central Asia, with an update to the Vol 1. *Edizioni Belvedere*, Latina.
- TOKAR A.A., 1991. A revision of the subspecies structure of Javelin sand boa, *Eryx jaculus* (Linnaeus, 1758) (Reptilia, Boidae). *Herpetol. Res.*, 1: 18-41.
- TOKAR A. & OBST F.J., 1993. *Eryx jaculus* - Westliche Sandboa. Pp. 35-54 in: Böhme W. (Ed.), *Hand-*

buch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 3/I., Schlangen (Serpentes) I.  
*Aula-Verlag*, Wiesbaden.

ZUFFI M.A.L., GUIDICI F. & IOALÈ P., 1999. Frequency and effort of reproduction in female *Vipera aspis* from a southern population. *Acta Oecol.*, 20: 633-638.

*Addresses of the authors* — F.P. FARAONE, Viale Regione Siciliana S.E. - 90129 Palermo (I); e-mail: paolofaraone@libero.it; S. RUSSOTTO, Contrada Grassura Mollaka Faia, s.n. - 912027 Licata (Agrigento, I); A. CANTAVENERA, Via della Salvia, 16 - 92027 Licata (Agrigento, I); G. GIACALONE, Cooperativa Silene, Via D'Ondes Reggio, 8/a - 90127 Palermo (I); S.A. BARRA, R. CHIARA & M. LO VALVO, Dipartimento Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche, University of Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo (I).





DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787208>

GENTILE FRANCESCO FICETOLA, ALESSIA GUERRIERI, ELIA LO PARRINO,  
MATTIA FALASCHI, MARTINA MURARO, BENEDETTA BARZAGHI,  
RAOUL MANENTI & SILVIO MARTA

LACK OF DATA ON THE COLONIZATION BY AMPHIBIANS  
AND REPTILES OF THE ECOSYSTEMS DEVELOPING  
AFTER THE RETREAT OF GLACIERS

SUMMARY

Glaciers show a pattern of retreat at the global scale. As a consequence, increasing surfaces are exposed and colonized by multiple organisms. Deglaciating areas provide a great opportunity to understand species responses to climate change. A growing number of studies is assessing how the organisms colonize recently deglaciating terrains. By performing a literature review, we showed that in the period 1990-2020 about 900 studies have analysed the dynamics of biotic communities after glacier retreat, 20% of which focused on animals. Some species of both amphibians and reptiles have adaptations for cold environments that allow them exploiting high-altitude environments, and a few studies described their presence in recently deglaciating terrains. For instance, in the Alps *Rana temporaria* is able to breed in small lakes a few decades after the retreat of glaciers, nevertheless information on the topic remains anecdotal. In order to evaluate the status of research, we performed a systematic review on the ISI Web of Science. The literature search returned very few studies (0.1% of the total) performing quantitative analyses on the recent dynamics of colonization of deglaciating terrains by amphibians or reptiles. Deglaciating terrains will soon constitute a major component of high-mountain ecosystems. Focused studies are urgently needed to understand how and at which rate amphibians and reptiles respond to these major environmental modifications.

*Key words:* Global warming, meta-analysis, glacier retreat, primary succession.

RIASSUNTO

*Assenza di informazione sulla colonizzazione da parte di anfibi e rettili degli ecosistemi che si sviluppano dopo il ritiro dei ghiacciai.* I ghiacciai stanno ritirandosi a scala globale a causa del riscaldamento climatico: ampie superfici sono quindi esposte e colonizzate dagli organismi. Lo studio delle aree recentemente deglacciate è estremamente utile per comprendere la risposta degli animali ai cambiamenti globali e sempre più studi stanno analizzando lo sviluppo delle comunità dopo il ritiro dei

ghiacciai. Diverse specie di anfibi e rettili hanno adattamenti che permettono di vivere in alta montagna, ed esistono numerose osservazioni di anfibi e rettili in aree recentemente deglacciate. Per esempio *Rana temporaria* si riproduce in alcuni laghetti proglaciali pochi decenni dopo il ritiro dei ghiacciai. Abbiamo effettuato una rassegna bibliografica tramite ISI Web of Science per valutare le conoscenze su questo tema. Nel periodo 1990-2020 circa 900 studi hanno analizzato la colonizzazione delle aree lasciate libere dai ghiacciai (aree proglaciali), il 20% dei quali hanno considerato animali. Pochissimi studi (0.1% del totale) hanno però effettuato analisi quantitative su anfibi e rettili. Le aree deglacciate saranno presto una componente rilevante degli ambienti di alta montagna. Sottolineiamo l'importanza di più studi sull'argomento, per capire meglio come anfibi e rettili risponderanno ai cambiamenti ambientali causati dal riscaldamento globale.

*Parole chiave:* cambiamento climatico, meta-analisi, ritiro dei ghiacciai, successione primaria.

## INTRODUCTION

Glaciers show a pattern of retreat at the global scale at a rate that is accelerating in recent decades (HOCK *et al.*, 2019; ZEMP *et al.*, 2019). As a consequence, increasing surfaces are exposed and colonized by multiple organisms. Ice-free areas provide a great experimental system for understanding species responses to climate change, colonization patterns, community formation and dynamics. The last 30 years have seen crucial advances in our understanding of biotic colonization after glacier retreats, resulting from the integration of methodological innovations and ecological theories (FICETOLA *et al.*, 2021). A growing number of studies is assessing how the different organisms colonize recently deglaciaded terrains (ERSCHBAMER & CACCIANIGA, 2016; DONHAUSER & FREY, 2018; CAUVY-FRAUNIE & DANGLES, 2019; HÅGVAR *et al.*, 2020). Some species of both amphibians and reptiles have adaptations for cold environments that allow them exploiting high-altitude environments. For instance, in the Alps there are several records of *Rana temporaria* breeding in small lakes a few decades after the retreat of glaciers, nevertheless information on the topic remains anecdotal, and a global analysis of the colonization patterns of deglaciaded terrains in amphibians and reptiles is still lacking.

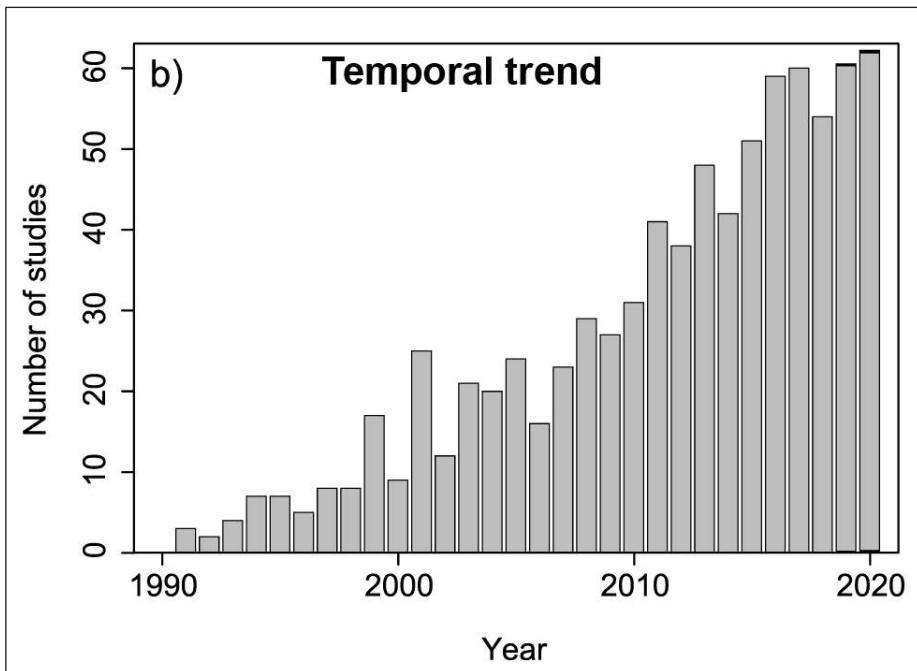
## METHODS

In order to evaluate the status of research on this topic, we performed a systematic review on the ISI Web of Science using the following search terms: TS = {glacier\* AND [colonization OR biotic OR succession OR (ecosystem dynamic\*)]} without temporal constraints. We only retained studies describing patterns of biotic colonization; retained studies were complemented with the ones in the meta-analysis by CAUVY-FRAUNIE & DANGLES (2019).

## RESULTS AND DISCUSSION

This search showed that in the period 1990-2020 about 900 studies have analysed the recent dynamics of biotic communities after glacier retreat (Fig. 1), 20% of which focused on animals. However, for amphibians and reptiles the literature searches mostly returned studies focusing on the colonization routes after the end of Quaternary glaciations. Just 0.1% of retained studies performed quantitative analyses on the recent dynamics of colonization of deglaciated terrains by amphibians and no one on reptiles, hampering any quantitative synthesis of patterns and processes in these organisms. Global change models consistently indicate that deglaciated terrains will soon constitute a growing component of high-mountain ecosystems (HOCK *et al.*, 2019). Focused studies are urgently needed to understand how and at which rate amphibians and reptiles respond to these major environmental modifications triggered by climate change, and how colonization dynamics occur.

*Acknowledgements* — This study was supported by the European Research Council under the European Community's Horizon 2020 Programme, Grant Agreement no. 772284 (IceCommunities).



*Fig. 1* — Temporal trend in research on community dynamics after glacier retreat. Studies covered a very broad range of organisms, but just 0.1% focused on amphibians, and none on reptiles.

## REFERENCES

- CAUVY-FRAUINIÉ S. & DANGLES O., 2019. A global synthesis of biodiversity responses to glacier retreat. *Nature Ecol. & Evol.*, 3: 1675-1685.
- DONHAUSER J. & FREY B., 2018. Alpine soil microbial ecology in a changing world. *Fems Microbiol. Ecol.*, 94: doi:10.1093/femsec/fiy099
- ERSCHBAMER B. & CACCIANIGA M., 2016. Glacier Forelands: Lessons of Plant Population and Community Development. *Progress in Botany*, 78: 259-284.
- FICETOLA G.F., MARTA S., GUERRIERI A., GOBBI M., AMBROSINI R., FONTANETO D., ZERBONI A., POULENARD J., CACCIANIGA M. & THUILLER W., 2021. Dynamics of ecological communities following current retreat of glaciers. *Ann. Review Ecol. Evol. Systematics*, 52: 405-426.
- HÄGVAR S., GOBBI M., KAUFMANN R., INGIMARSDOTTIR M., CACCIANIGA M., VALLE B., PANTINI P., FANCIULLI P.P. & VATER A. 2020. Ecosystem Birth near Melting Glaciers: A Review on the Pioneer Role of Ground-Dwelling Arthropods. *Insects*, 11 (9): 644.
- HOCK R., RASUL G., ADLER C., CACERES B., GRUBER S., HIRABAYASHI Y., JACKSON M., KÄÄB A., KANG S., KUTUZOV S., MILNER A., MOLAU U., MORIN S., ORLOVE B., STELTZER H., ALLEN S., ARENSON L., BANEERJEE S., BARR I., BÓRQUEZ R., BROWN L., CAO B., CAREY M., COGLEY G., FISCHLIN A., DE SHERBININ A., ECKERT N., GEERTSEMA M., HAGENSTAD M., HONSBURG M., HOOD E., HUSS M., JIMENEZ ZAMORA E., KOTLARSKI S., LEFEUVRE P.M., LÓPEZ MORENO J.I., LUNDQUIST J., MCDOWELL G., MILLS S., MOU C., NEPAL S., NOETZLI J., PALAZZI E., PEPIN N., RIXEN C., SHAHGEDANOVA M., MCKENZIE SKILES S., VINCENT C., VIVIROLI D., WEYHENMEYER G.A., YANGJIE SHERPA P., WEYER N., WOUTERS B., YASUNARI T., YOU Q. & ZHANG Y., 2019. High Mountain Areas. Pp. 131-202 in: Pörtner H.-O., Roberts D.C., Masson-Delmotte V., Zhai P., Tignor M., Poloczanska E., Mintenbeck K., Alegría A., Nicolai M., Okem A., Petzold J., Rama B. & Weyer N.M. (eds.), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- ZEMP M., HUSS M., THIBERT E., ECKERT N., MCNABB R., HUBER J., BARANDUN M., MACHGUTH H., NUSSBAUMER S.U., GÄRTNER-ROER I., THOMSON L., PAUL F., MAUSSION F., KUTUZOV S. & COGLEY J.G., 2019. Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*, 568: 382-386.

*Addresses of the authors* — G.F. FICETOLA, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 10 - 20133 Milano (I); Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc, CNRS, LECA, Laboratoire d'Ecologie Alpine, F-38000 Grenoble (France); A. GUERRIERI, E. LO PARRINO, M. FALASCHI, M. MURARO, B. BARZAGHI, R. MANENTI, S. MARTA, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 10 - 20133 Milano (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787234>

MICHELE GENERALI, DANIELE DELLE MONACHE, ANDREA BARBI,  
LUCA PEDROTTI & DANIELE PELLITTERI-ROSA

UTILIZZO DI *SHELTERS* IN RELAZIONE AL SESSO  
IN *VIPERA BERUS* E VALIDAZIONE DI UN MODELLO  
DI IDONEITÀ AMBIENTALE

RIASSUNTO

In questo studio, tramite monitoraggio del Marasso (*Vipera berus*) mediante *Visual Encounter Surveys* (VES) e utilizzo di rifugi artificiali (*shelters*), abbiamo indagato eventuali differenze tra i sessi nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio. Gli *shelters* si rivelano una metodologia efficace e vengono evidenziati un picco di *occurrence* per la specie in relazione all'altitudine e una maggiore *detectability* per i maschi osservati sotto *shelter*. È stato poi realizzato un modello di idoneità ambientale sull'intero areale del Parco, nel quale isothermicità, stagionalità delle precipitazioni e presenza di aree con poca o senza vegetazione emergono come variabili di maggior contributo per la presenza del Marasso. Il confronto del modello ottenuto con dati di presenza precedentemente raccolti nelle altre sezioni del Parco sembra confermare la bontà del modello.

*Parole chiave.* Marasso, *occupancy models*, *shelters*, modelli di idoneità ambientale.

SUMMARY

*Sex-dependent utilization of shelters in Vipera berus and validation of a habitat suitability model.* In this study, through monitoring of the Adder (*Vipera berus*) carried out through visual encounter surveys (VES) and utilization of artificial refuges (*shelters*), we investigated possible differences between sexes in the Lombard section of the Stelvio National Park. Shelters proved to be an effective methodology, and both a peak in occurrence of the species relative to altitudes and a higher detectability for males during VES were highlighted. An environmental suitability model was run over the entire area of the Park, which highlighted isothermality, precipitation seasonality and the presence of areas with little or without vegetation as the variables that contribute most to explain the presence of the Adder. The comparison of the obtained model with presence data previously collected in the other sections of the Park seems to confirm a good quality of the model.

*Keywords.* Adder, *occupancy models*, *shelters*, environmental suitability models.

## INTRODUZIONE

Il monitoraggio della fauna è uno strumento utile per la conservazione ma, in ambiente alpino e per animali elusivi come i Rettili, può essere di difficile esecuzione. Una pratica comune è l'utilizzo di rifugi artificiali o *shelters* (HALLIDAY *et al.*, 2015). Questi possono fornire protezione da eventuali predatori e sono un ottimo luogo per termoregolare (LELIÈVRE *et al.*, 2010). Tramite i modelli di occupancy si possono stimare l'*occurrence* (probabilità di presenza di una specie in una determinata area) e la *detectability* (probabilità di osservare la specie se presente) e, in studi pluriennali, osservare i tassi di estinzione e colonizzazione. Con l'ausilio di modelli di distribuzione si possono poi osservare potenziali aree idonee alla presenza della specie in relazione ad una serie di variabili ecogeografiche ed evidenziare quali di queste contribuiscano maggiormente alle necessità ecologiche della specie studiata.

In questo studio abbiamo verificato l'efficacia degli *shelter* nel monitoraggio del Marasso (*Vipera berus*) e osservato la presenza di differenze nel loro utilizzo tra i sessi. È stato poi realizzato un modello di idoneità ambientale, proiettato sulle aree circostanti all'area di studio e comparato con osservazioni precedentemente raccolte, che ha indicato la presenza di potenziali aree idonee alla specie.

## MATERIALI E METODI

Questo studio fa parte del progetto di monitoraggio dell'erpetofauna nel Parco Nazionale dello Stelvio (PELLITTERI-ROSA *et al.*, 2019), iniziato nel 2014. Sono stati posizionati diversi gruppi di *shelters* (per un totale di 84) in alcune valli del Parco per rappresentarne adeguatamente l'intero areale. Il monitoraggio è solitamente effettuato da maggio a settembre ed è condotto tramite controllo degli *shelters* e *Visual Encounter Surveys* (VES), ossia transesti in cui si ricerca attivamente la specie. Le osservazioni raccolte sono state divise in quattro sottogruppi: femmine o maschi osservati durante VES o sotto *shelters*. È stato realizzato un modello di *occupancy* di tipo dinamico per evidenziare l'efficacia degli *shelters* nel monitoraggio del Marasso e le differenze nell'utilizzo degli stessi tra i sessi. È stato poi creato un modello di idoneità ambientale, nel quale sono state scelte sette variabili ecogeografiche, divise in topografiche, climatiche e di uso del suolo, in accordo con l'ecologia del Marasso. Il modello è stato proiettato sulle altre sezioni del parco, ossia Trentino e Alto Adige, ed è stato confrontato con osservazioni precedentemente raccolte in queste due sezioni.

## RISULTATI

Durante i sette anni di monitoraggio sono stati contattati in totale 130 individui di *Vipera berus*, di cui 68 classificati come femmine e 28 come maschi. Attraverso l'utilizzo degli *shelters*, il numero delle osservazioni è raddoppiato rispetto alla sola ricerca attiva; il dato ribadisce l'utilità dei rifugi artificiali per monitorare questi animali. Il modello di *occupancy* mostra un picco di *occurrence* tra 1600-1900 m di altitudine, in accordo con il *range* altitudinale delle popolazioni italiane di Marasso (LUISELLI, 2010). È evidente la presenza di un picco nella *detectability* per i maschi osservati sotto *shelters* in luglio e agosto. In questo periodo gli *shelters* potrebbero essere utilizzati maggiormente dai maschi per supporto alle loro attività di foraggiamento e protezione da eventuali predatori.

Il modello di idoneità ambientale fornisce come variabili di maggior contributo per la presenza del Marasso l'isotermicità, la stagionalità delle precipitazioni e la presenza di aree con poca o senza vegetazione. Queste ultime due variabili sono in accordo con l'ecologia della specie, essendo il Marasso un Viperide che si può trovare anche in ambienti umidi e freddi; e che predilige spazi aperti in cui termoregolare ma in cui siano presenti eventuali ripari, come massi o arbusti. L'isotermicità invece, ossia la differenza di temperatura giorno/notte relativa a estate/inverno, potrebbe spiegare la sensibilità termica di questo animale. Se negli anni futuri queste oscillazioni di temperatura diverranno troppo ampie, il Marasso potrebbe non riuscire a adattarsi alle variazioni delle condizioni della sua nicchia ecologica (MAHTANI-WILLIAMS *et al.*, 2020). La comparazione del modello con le osservazioni precedentemente raccolte, considerando l'elusività della specie, sembra indicare una buona accuratezza del modello. In Trentino le osservazioni sono avvenute prevalentemente in zone di media idoneità, mentre in Alto Adige in zone a bassa idoneità, ma sempre vicino ad aree potenzialmente più idonee.

## BIBLIOGRAFIA

- LUISELLI L., 2010. *Vipera berus* (Linnaeus 1758). Pp. 617-623 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E., Sindaco R. (eds), 2010. Fauna d'Italia. Reptilia, vol. XLV. *Calderini, Edizioni Calderini de Il Sole 24 ORE*, Bologna. XII+869 pp.
- HALLIDAY W. & BLOUIN-DEMERS G., 2015. Efficacy of coverboards for sampling small northern snakes. *Herpetol. Notes*, 8: 309-314.
- LELIEVRE H., BLOUIN-DEMERS G., BONNET X. & LOURDAIS O., 2010. Thermal benefits of artificial shelters in snakes: A radiotelemetric study of two sympatric colubrids. *J. Therm. Biol.*, 35: 324-331.
- MAHTANI-WILLIAMS S., FULTON W., DESVARIS-LARRIVE A., LADO S., PIERRE ELBERS J., HALPERN B., HERCZEG D., BABOCSAY G., LAUS B., TAMAS NAGY Z., JABLONSKI D., KUKUSHKIN O.,



OROZCO-TERWINGEL P., VOROS J. & BURGER P.A., 2020. Landscape Genomics of a Widely Distributed Snake, *Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789) across Eastern Europe and Western Asia. *Genes*, 11(10): 1218

PELLITTERI-ROSA D., DONELLI O., DELLE MONACHE D., BARBI A., 2019. Progetto di Monitoraggio della Biodiversità Alpina. Monitoraggio dell'erpeto fauna. Relazione 2019 per il Parco Nazionale dello Stelvio. Università di Pavia. 58 pp.

*Indirizzo degli Autori* — M. GENERALI, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italy; D. Delle Monache, Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche, Università della Tuscia di Viterbo, Viterbo, Italy; A. BARBI, Department of Pathology, Bacteriology and Avian Diseases, Ghent University, Gand, Belgium; L. PEDROTTI, Parco Nazionale dello Stelvio, Bormio, Italy; D. PELLITTERI-ROSA, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via Adolfo Ferrata 7, 27100 Pavia, Italy.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787238>

ELENA GRASSELLI, MATTEO ZANOTTI-RUSSO, GIORGIA ALLARIA,  
LORENZO DONDERO, ALESSANDRO CATENAZZI, SEBASTIANO SALVIDIO,  
EMANUELE BIGGI & ILARIA DEMORI

## SKIN AMPHIBIANS PEPTIDES: MORE THAN SHORT PROTEINS

### SUMMARY

In Amphibians, the skin does not play the physiological role of mere integument, but it has a plethora of functions related to respiration, osmoregulation and thermoregulation, thus allowing individuals to survive and thrive in the terrestrial environment. For this purpose, Amphibians have developed some defence strategies that include the production and secretion of mucus with protective activities for skin, often accompanied by behavioural strategies. Amphibians' skin secretions contain several molecules, including peptides able to exert beneficial effects since they are involved in the defence against environmental and pathogenic insults. The study of amphibian peptides can contribute to the understanding of why some species resist to various environmental insults and can also help to limit the decline of Amphibians by developing appropriate strategies particularly against diseases such as viral and fungal infections.

*Key words:* Keratinized tegument, wound healing, skin defences, eco-physiology, animal physiology, *Batrachochytrium dendrobatidis*

### RIASSUNTO

*Peptidi cutanei di anfibi: molto di più che corte proteine.* Negli Anfibi, la pelle non svolge il ruolo fisiologico di mero tegumento, ma presenta una moltitudine di funzioni legate alla respirazione, all'osmoregolazione e alla termoregolazione, consentendo così agli individui di sopravvivere e prosperare nell'ambiente terrestre. A tale scopo gli Anfibi hanno sviluppato alcune strategie di difesa che prevedono la produzione e secrezione di muco con attività protettive per la cute, che è spesso accompagnata da strategie comportamentali. Le secrezioni cutanee degli Anfibi contengono diverse molecole, tra cui i peptidi in grado di esercitare effetti benefici poiché sono coinvolti nella difesa contro gli insulti ambientali e di patogeni. Lo studio dei peptidi anfibi può contribuire alla comprensione del motivo per cui alcune specie resistono a vari insulti ambientali e può anche aiutare

a limitare il declino degli anfibi sviluppando strategie appropriate in particolare contro malattie come infezioni virali e fungine.

*Parole chiave:* Tegumento cheratinizzato, cicatrizzazione, difese della pelle, eco-fisiologia, fisiologia animale, *Batrachochytrium dendrobatidis*.

## INTRODUCTION

Amphibian skin is not a mere protective tegument: it has a multitude of functions related to respiration, osmoregulation, and thermoregulation, thus allowing the individuals to survive and thrive in the terrestrial environment (HASLAM *et al.*, 2014). The central role of this organ in Amphibians points out that any kind of insult can exert adverse effects on individual fitness. Skin antimicrobial peptides secreted by granular glands contribute to the survival of the amphibians suffering several insults such as bacteria and/or fungi infections, skin ruptures, UV irradiation etc. In this scenario, the production of different peptides in different species can ensure the survival of some species rather than others when environmental conditions become more adverse.

One of the most widely diffused death causes in amphibians is chytridiomycosis, a skin disease caused by the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd).

The life cycle of Bd includes invasion of amphibian skin with motile zoospores and forms a spherical thallus, which matures and produces new zoospores by dividing asexually, renewing the cycle of infection when zoospores are released to the skin surface (BERGER *et al.*, 2005; DASZAK *et al.*, 2010), thus causing the onset of chytridiomycosis, loss of the integument functionality, skin ulcers, and eventually animal death (VOYLES *et al.*, 2009).

Wound healing (WH) is an evolutionarily conserved process leading to tissue restoration that occurs in Amphibians without scar formation. Skin antimicrobial peptides secreted by granular glands contribute to speed up WH process thus increasing individual fitness.

A better understanding of why some species seem to resist several environmental insults can help to limit the ongoing amphibian decline through the development of appropriate strategies, particularly against pathologies such as viral and fungal infections.

## MATERIALS AND METHODS

Two frog species *Gastrotheca nebulanastes* (GN) and *Gastrotheca excubitor* (GE), were collected in montane scrub, cloud forest and high elevation

grassland habitats near Manu National Park in southeastern Peru (permits to prof. Alessandro Catenazzi: Protocol approval: IACUC-19-042-CR02, Topaz reference: 200867, approval date: 04/06/21, expiration date: 05/13/22; Protocol approval: IACUC-19-042-CR01, Topaz reference: 200867, approval date: 04/24/2020, expiration date: 05/13/2021; Protocol approval: IACUC-19-042, Topaz reference: 200867, approval date: 05/13/2019, expiration date: 05/13/2020). Peptides secretion was stimulated by injection of norepinephrine into the dorsal lymph sacks. Peptides were then purified by chromatographic techniques. The human endothelial cell line HECV was treated with Peptide concentrations ranging from 0.005 to 50  $\mu\text{g/mL}$ . Cell viability was verified by MTT test. Wound Healing properties were analyzed by scratch wound assay. Briefly, the cells were seeded on 12 multiwell plates and cultured until confluence. Cell monolayers were scraped with a yellow tip making one line to create a “scratch” (POZZOLINI *et al.*, 2016; VERGANI *et al.*, 2018). After washing, scratch images were recorded under the microscope at time 0 (T0). Then the medium was replaced with fresh medium containing different concentrations of peptide mixtures. After 24 h, scratch images were acquired again (T24). Distance between edges was measured and compared with the value obtained before treatment (Fig. 1).

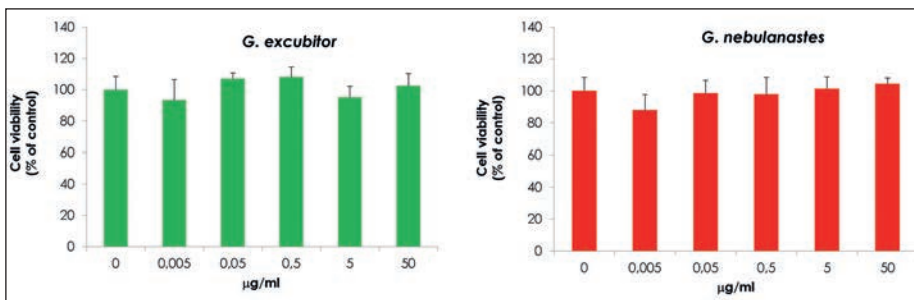


Fig. 1 — Assay performed in this work.

## RESULTS

Peptide secretions derived from several individuals of *Gastrotheca nebulanastes* and *Gastrotheca excubitor* were tested at a concentration ranging 0.005-50  $\mu\text{g/ml}$  with tenfold dilutions. Results showed no statistical differences in cell viability for any of the three peptide mixtures at any concentrations tested (Fig. 2). These results allowed us to evaluate other biological activities of peptide mixtures without any interference given by putative peptides cytotoxicity.

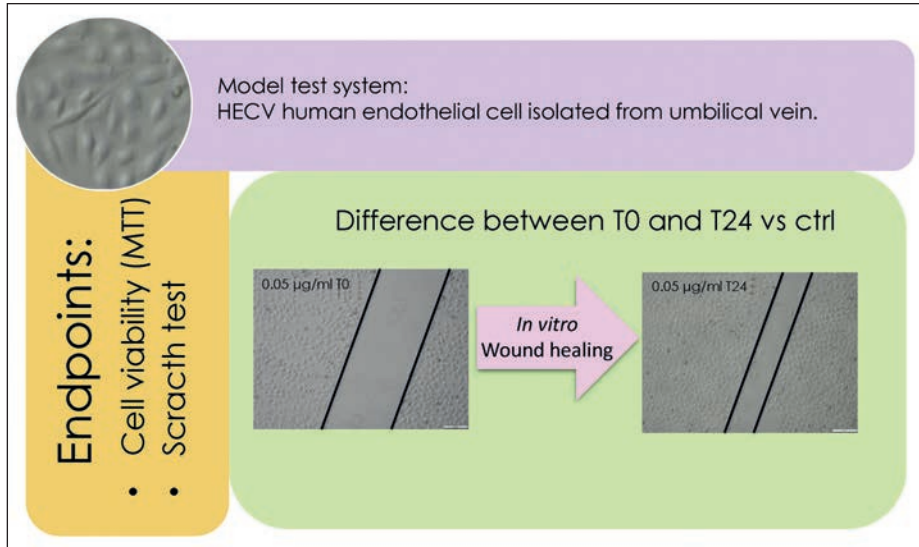


Fig. 2 — Cell viability of peptide secretions derived from several individuals of *Gastrotheca nebulanastes* and *Gastrotheca excubitor*.

Wound healing assay performed on human endothelial cells (HECV) is a two-dimensional simulation of a tissue rupture achieved by scratching cell monolayer with a yellow tip. Then the peptide mixture isolated from *Gastrotheca nebulanastes* or *Gastrotheca excubitor* were administered to the scratched monolayer for 24 h. The difference between T0 and T24 allowed us to establish if peptide mixture was able to increase velocity of heal. Unexpectedly, none of the two peptide mixtures at none of the concentrations tested differed from the controls.

## CONCLUSIONS

The capability to speed up wound healing process can be viewed as a possible mechanism of defence against *Batrachochytrium dendrobatidis* (LOGCORE *et al.*, 1999). To this aim, we tested WH capability of peptide mixtures isolated from *Gastrotheca excubitor* and *G. nebulanastes* of displaying different susceptibility. The working hypothesis was to assess the presence of some correlation among WH capability and Bd susceptibility. However, we failed to demonstrate healing properties for peptide mixtures from *G. excubitor* and *G. nebulanastes* in an *in vitro* cellular model of WH.

All these observations confirm that defence mechanisms of amphibian skin

are complex and species-specific, involving different pathways that still need to be elucidated.

## REFERENCES

- BERGER L., HYATT A.D., SPEARE R. & LONGCORE J.E., 2005. Life cycle stages of the amphibian chytrid *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Dis. Aquat. Organ.*, 68, 51–63.
- HASLAM I.S., ROUBOS E.W., MANGONI M.L., YOSHIKATO K., VAUDRY H., KLOEPFER J.E., PATTWELL D.M., MADERSON P.F. & PAUS R., 2014. From frog integument to human skin: dermatological perspectives from frog skin biology. *Biol. Rev.*, 89: 618-655.
- KILPATRICK A.M., BRIGGS C.J. & DASZAK P., 2010. The ecology and impact of chytridiomycosis: An emerging disease of amphibians. *Trends Ecol. Evol.*, 25: 109-118.
- VOYLES J., YOUNG S., BERGER L., CAMPBELL C., VOYLES W.F., DINUDOM A., COOK D., WEBB R., ALFORD R.A., SKERRATT L.F. & SPEARE R., 2009. Pathogenesis of chytridiomycosis, a cause of catastrophic amphibian declines. *Science*, 326: 582-585.
- LONGCORE J.E., PESSIER A.P. & NICHOLS D.K., 1999. *Batrachochytrium dendrobatidis* gen. et sp. nov., a chytrid pathogenic to Amphibians. *Mycologia*, 91: 219-227.
- POZZOLINI M., VERGANI L., RAGAZZONI M., DELPIANO L., GRASSELLI E., VOCI A., GIOVINE M. & SCARFI S., 2016. Different reactivity of primary fibroblasts and endothelial cells towards crystalline silica: A surface radical matter. *Toxicology*, 361-362: 12-23.
- VERGANI L., VECCHIONE G., BALDINI F., GRASSELLI E., VOCI A., PORTINCASA P., FERRARI P.F., ALIAKBARIAN B., CASAZZA A.A. & PEREGO P., 2018. Polyphenolic extract attenuates fatty acid-induced steatosis and oxidative stress in hepatic and endothelial cells. *Eur. J. Nutr.*, 57: 1793-1805.

*Indirizzo degli autori* — E. GRASSELLI, G. ALLARIA, L. DONDERO, S. SALVIDIO, I. DEMORI, Dipartimento Scienze della Terra dell’Ambiente e della Vita-DISTAV, Università degli Studi di Genova, - 16132 Genova (I); E. BIGGI, International League of Conservation Photographers, Arlington - VA 22203 (USA); M. ZANOTTI-RUSSO, Angel Consulting, via San Senatore, 14 - 20122 Milano (I); A. CATENAZZI, Department of Biological Sciences, Florida International University, Miami - FL 33199 (USA).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787248>

SARA LEFOSSE, GALILEO ZECCHIN, VALENTINA PIGATO,  
ALESSANDRO RIGA & LUCIO BONATO

COSA È SUCCESSO ALL'HABITAT DI *SALAMANDRA*  
*ATRA AURORAE* DOPO LA “TEMPESTA VAIA” DEL 2018?  
PRIME VALUTAZIONI IN UNO DEI SITI PIÙ NOTI

RIASSUNTO

Un evento meteorologico eccezionale (tempesta Vaia) ha causato nel 2018 l'abbattimento di oltre 40000 ettari di foresta nel Nord Italia. Sono state coinvolte anche parti dell'Altopiano dei Sette Comuni dove vive *Salamandra atra aurorae*, già minacciata dalle pratiche moderne di utilizzazione selvicolturale. Per comprendere gli effetti della tempesta Vaia sull'habitat occupato da *S. a. aurorae*, è stata fatta una prima valutazione nell'area dove la presenza di questo endemita è maggiormente documentata, con 148 punti di rinvenimento sparsi su 258 ha precedentemente coperti da foresta continua. Circa il 23% dell'intera superficie ha subito l'abbattimento di quasi il 100% degli alberi presenti. Gli alberi sono stati poi quasi completamente rimossi ed è prevedibile che queste zone non saranno più adatte alle esigenze microclimatiche di *S. a. aurorae* per il prossimo futuro. Invece, in un'area dove sono stati abbattuti solo alberi sparsi e dove 47 plot di 30 m<sup>2</sup> sono stati monitorati sia prima della tempesta Vaia (anni 2014-2015) sia nell'anno immediatamente successivo (2019), la maggior parte dei plot occupati da salamandre prima della tempesta sono risultati occupati anche dopo e i plot occupati prima di Vaia sono stati perturbati in modo simile agli altri. Gli schianti hanno interessato anche altre aree dell'Altopiano occupate da *S. a. aurorae* e la rimozione del legname è stata svolta in maggior parte senza adottare misure idonee a mitigare l'impatto sull'habitat e sulle salamandre.

*Parole chiave:* Salamandra di Aurora, endemismo, tempesta di vento, selvicoltura, perdita di habitat.

SUMMARY

*What's happened to the habitat of Salamandra atra aurorae after the 2018 "Vaia storm"? A preliminary assessment in one of the most known sites of occurrence.* In 2018, an extreme weather event (the Vaia windstorm) razed more than 40,000 ha of woods in northern Italy. The event also hit those parts of the Sette Comuni Plateau inhabited by the narrow endemic *Salamandra atra aurorae*, which



is already threatened by modern tree harvesting practices. To evaluate how the Vaia storm affected the habitat of *S. a. aurorae*, we carried out a first assessment in the area where the presence of this endemite is most documented (recorded in 148 sites within 258 ha previously covered with forest). We estimated that 23% of the entire area suffered the downfall of almost 100% of the trees. Those trees have been completely removed, changing the microhabitat conditions, which likely will not be suitable for *S. a. aurorae* in the next future. Instead, in a narrower area where only sparse trees were downed and where we monitored 47 plots of 30 m<sup>2</sup> both before (years 2014-2015) and after (2019) the Vaia storm, most of the plots previously occupied by salamanders were still occupied after the storm, and the plots previously occupied were perturbed as much as the others. Tree falls occurred also in other areas occupied by *S. a. aurorae*, and log removal has been often carried out without adequate measures to mitigate the impact on the habitat and the salamanders.

*Key words:* Golden Alpine Salamander, endemism, windstorm, forestry, habitat loss.

## INTRODUZIONE

Nell'ottobre 2018 la cosiddetta “tempesta Vaia” ha colpito il Nord Italia distruggendo oltre 40000 ha di foresta (CHIRICI *et al.*, 2019). Danni consistenti si sono verificati anche nel ristretto areale di *Salamandra atra aurorae* (area of occupancy  $\sim$  30 km<sup>2</sup>), sull'Altopiano dei Sette Comuni, tra Veneto e Trentino (ROMANAZZI & BONATO, 2014).

*Salamandra atra aurorae* è di interesse comunitario prioritario ed è stata giudicata in cattivo stato di conservazione, con prospettive future sfavorevoli. È in pericolo di estinzione per l'areale ridotto e il declino dell'habitat (COMITATO ITALIANO I.U.C.N., 2013).

Le maggiori densità si registrano in boschi maturi, soprattutto di abete bianco e faggio, rispetto alle peccete più fitte e ai margini forestali (BONATO & FRACASSO, 2015; ROMANO *et al.*, 2018). Tuttavia, dopo la Prima Guerra Mondiale i rimboschimenti sull'Altopiano sono stati realizzati soprattutto con abete rosso (CORONA *et al.*, 2010), sostituendo in gran parte abete bianco e faggio. Inoltre, in quasi tutto l'areale di *S. atra aurorae* la gestione forestale è ancor oggi orientata alla produzione di legno e le moderne modalità di esbosco causano spesso notevoli impatti sull'habitat: i mezzi pesanti compattano il suolo e ne modificano il microclima (AA.VV., 2012). Tali operazioni dovrebbero essere limitate al periodo invernale nelle aree di presenza di *S. atra aurorae* (DGR Veneto 786/2016), ma l'effettiva distribuzione di questo endemita non è ancora conosciuta in modo adeguato. A questo quadro sfavorevole si sommano gli effetti di Vaia.

In collaborazione con il Comune di Asiago, è stata avviata una ricerca per valutare gli effetti di Vaia nella località tipica della sottospecie. Questo articolo riporta una prima valutazione degli effetti sull'habitat, nel primo anno successivo all'evento, per contribuire a individuare nuovi elementi critici per la sopravvivenza di questo endemita.

## MATERIALI E METODI

L'area di studio si trova nella parte nord-occidentale dell'Altopiano dei Sette Comuni e comprende la Val Remaloch e il Bosco del Dosso (Fig. 1). Quest'area ospita una densa popolazione di *S. atra aurorae* (BONATO & FRACASSO, 2003) e prima di Vaia era quasi interamente coperta da una foresta continua e matura di *Abies alba*, *Fagus sylvatica* e *Picea abies*.

Per stimare gli effetti di Vaia sull'habitat a livello di popolazione (macrohabitat), è stata considerata un'area di 258 ha (Fig. 1), corrispondente alle particelle forestali con almeno un record di *S. atra aurorae* (secondo un database inedito di 148 record distanziati almeno 20 m) e in cui sono state mappate le zone con 80-100% di alberi abbattuti (fonte: Comune di Asiago).

Per valutare gli effetti ad una scala di *home range* individuale (microhabitat), sono stati considerati 47 plot di 30 m<sup>2</sup> in una sottoarea di 3 ha dove erano stati abbattuti per lo più alberi isolati (Fig. 1). Ciascun plot era costituito da 2 aree rettangolari (3 × 5 m) distanti 1 m, su due lati opposti di un albero di diametro > 35 cm. L'albero centrale di un plot distava almeno 10 m dall'albero di un altro plot.

I plot sono stati controllati per cercare salamandre sia prima di Vaia (4 volte nel 2014, 10 nel 2015) sia dopo Vaia (11 volte nel 2019). Le ricerche sono state condotte durante il dì, nella stagione di maggiore attività degli individui (maggio-settembre), controllando ogni volta tutti i potenziali rifugi ispezionabili in modo non distruttivo. Ogni individuo è stato fotografato e identificato tramite le macchie dorsali. Gli individui con lunghezza > 90 mm sono stati considerati adulti (BONATO *et al.*, 2007).

Inoltre, gli effetti di Vaia in ciascun plot sono stati valutati nel 2019 con le seguenti variabili: presenza/assenza di alberi abbattuti di diametro > 20 cm ("alberi abbattuti"); area coperta da rami di diametro ≤ 20 cm e da fronde rimovibili ("ramaglie"); area coperta da tronchi non rimovibili, rami e fronde attaccati ("tronchi"); area delle buche causate dallo sradicamento di alberi ("sradicamento"). La variabile "alberi abbattuti" è stata valutata entro 5 m dai margini dei plot, mentre le altre variabili entro 2 m.

Per valutare se la presenza di *S. atra aurorae* nei plot fosse stata condizionata dagli effetti di Vaia, è stato costruito un modello lineare generalizzato (GLM) per spiegare la presenza/assenza nel 2019 (dopo Vaia) in funzione di: presenza/assenza nel 2014-15 (prima di Vaia), "alberi abbattuti", "ramaglie", "tronchi" e "sradicamento". Le variabili quantitative sono state standardizzate ed è stato verificato che non fossero fortemente correlate ( $r$  di Spearman, 0,18,  $p = 0,57$ ). È stata utilizzata la funzione glm del pacchetto "stats" di R (R CORE TEAM, 2021), assumendo una distribuzione binomiale e funzione link logit. Poiché gli adulti tendono a rimanere sedentari in *home range* di poche decine di m<sup>2</sup>, mentre i giovani si disperdono maggiormente (BONATO & FRACASSO, 2003), è stato costruito un secondo modello considerando la presenza/assenza dei soli adulti.

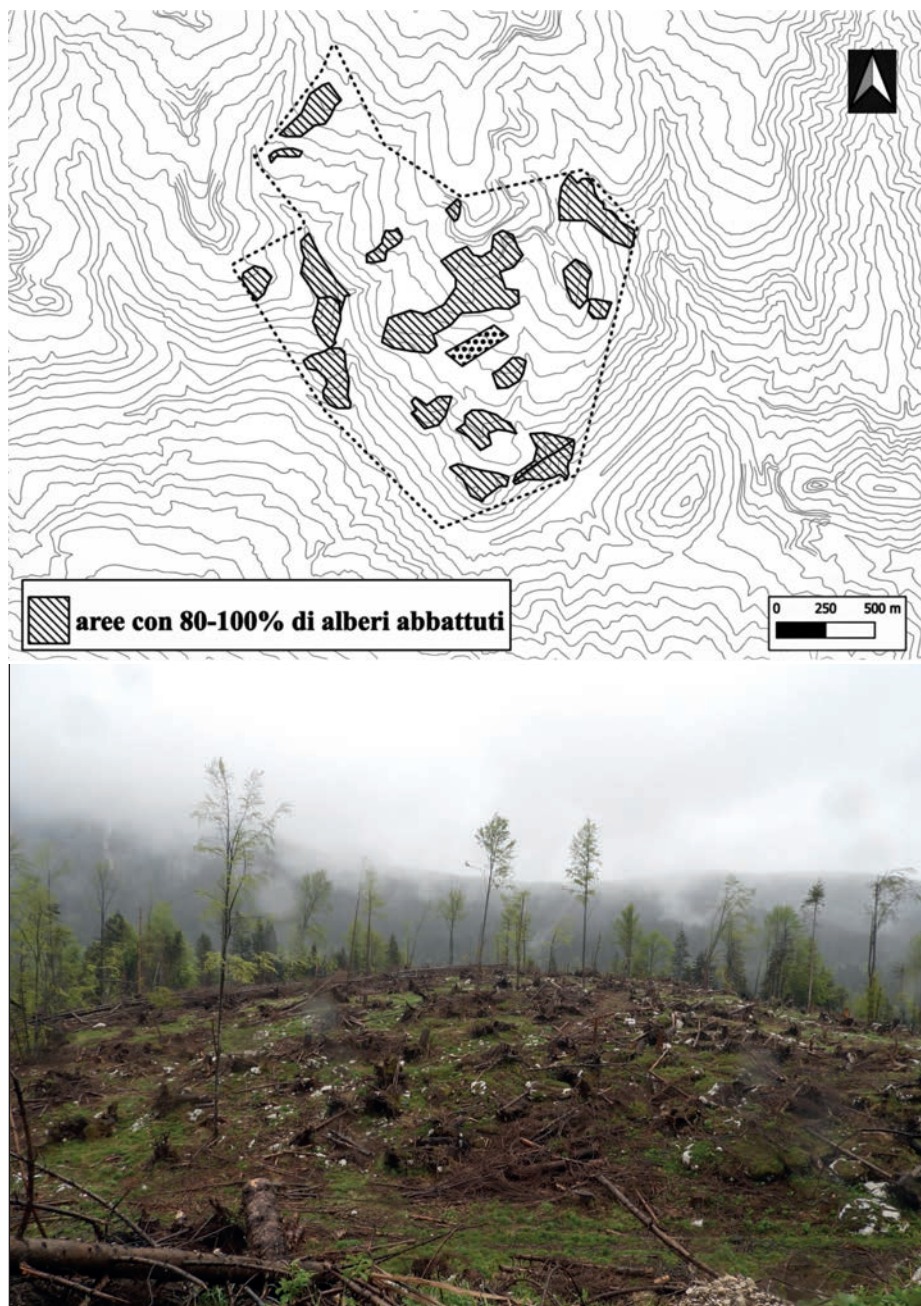


Fig. 1 — Area di studio (sopra) ed esempio di zona con 80-100% di alberi abbattuti (sotto). Gli effetti della tempesta sull'habitat a livello di popolazione sono stati stimati nell'area circoscritta dalla linea tratteggiata, mentre quelli a livello di *home range* in 47 plot (area puntinata).

## RISULTATI

*Effetti sul macrohabitat*

L'abbattimento di quasi tutti gli alberi (80-100%) è avvenuto in aree discontinue di estensione compresa tra 0,5 e 16,5 ha, per un totale di 59 ha su 258 ha, ossia il 23% dell'area considerata (Fig. 1). In queste aree abbattute ricadono 37 dei 148 record pregressi di *S. a. aurorae*, ovvero il 25%.

*Effetti sul microhabitat*

Nonostante lo sforzo di ricerca sia stato maggiore nel 2014-2015 rispetto al 2019 (14 ripetizioni vs 11), le ricerche condotte nei 47 plot prima di Vaia hanno accertato la presenza di almeno un individuo di *S. atra aurorae* in 18 plot (almeno un adulto in 16 plot), mentre quelle condotte nel 2019 in 26 plot (almeno un adulto in 21 plot). La presenza di *S. atra aurorae* è stata confermata in 14 dei 18 plot sicuramente occupati prima di Vaia (10 su 16 considerando i soli adulti) e in altri 12 plot dove la presenza non era stata accertata (altri 11 plot con adulti).

Il GLM che mette in relazione la distribuzione di *S. atra aurorae* tra i plot dopo Vaia con quella pregressa non evidenzia un effetto statisticamente significativo delle perturbazioni del microhabitat (Tabella 1). Gli stessi risultati sono stati ottenuti considerando solo gli adulti.

**Tab. 1**

GLM della presenza di *S. atra aurorae* dopo la tempesta Vaia in funzione della presenza precedente e delle perturbazioni dell'habitat determinate dalla tempesta.

	coefficiente	errore standard	z	p
<b>(intercetta)</b>	-0,38	0,60	-0,64	0,523
<b>Presenza prima della tempesta</b>	20,41	2174,30	0,009	0,992
<b>Alberi abbattuti</b>	1,32	1,39	0,95	0,343
<b>Ramaglie</b>	2,70	1,47	1,84	0,066
<b>Tronchi</b>	-0,85	0,62	-1,35	0,176
<b>Sradicamento</b>	-0,33	0,71	-0,47	0,637

I plot occupati da *S. atra aurorae* prima di Vaia presentano più spesso alberi abbattuti rispetto agli altri (50% vs 28%), ma tale differenza non emerge se si considerano solo gli adulti (44% vs 56%). Inoltre, la distribuzione delle altre variabili risulta simile tra i plot occupati prima di Vaia e quelli non occupati; gli stessi risultati emergono se si considerano i soli adulti.

## DISCUSSIONE

Nel primo anno dopo la tempesta Vaia, la presenza di alberi abbattuti ha reso difficoltoso l'accesso all'area di studio e per ragioni di sicurezza non è stato possibile impiegare metodi di monitoraggio delle salamandre più efficaci della ricerca diurna nei rifugi (LEFOSSE *et al.*, 2016). Nonostante ciò, i dati pregressi disponibili e il monitoraggio di un'area rappresentativa ha permesso di fare alcune valutazioni preliminari degli effetti di Vaia sull'habitat di *S. atra aurorae*.

Considerando l'area di presenza più nota e finora più indagata (ROMANAZZI & BONATO, 2014), 1/4 della superficie ha completamente perso la copertura arborea e, dopo la rimozione di quasi tutti gli alberi caduti, è ora esposta all'insolazione diretta. Il suolo è maggiormente soggetto a dilavamento e sono prevedibili cambiamenti delle fitocenosi, della struttura e del microclima del terreno e, conseguentemente, delle risorse trofiche per le salamandre. Considerando le esigenze ecologiche di *S. atra aurorae* (BONATO & FRACASSO, 2015; ROMANO *et al.*, 2018), è probabile quindi che queste aree saranno inadatte per diversi decenni.

Anche se nel primo anno dopo la tempesta non è emerso un effetto significativo sulla presenza delle salamandre, è plausibile che cambiamenti demografici possano manifestarsi nei prossimi anni. In tutti gli anni abbiamo accertato, almeno per qualche individuo, la frequentazione di più plot. Questo aspetto è sicuramente da approfondire, ma gli spostamenti potrebbero parzialmente compensare le alterazioni dell'habitat.

A causa dalla bassa *detection probability* (BONATO & FRACASSO, 2003; LEFOSSE *et al.*, 2016; ROMANO *et al.*, 2018), non si può escludere una sottostima della presenza delle salamandre nei plot e quindi i risultati devono essere interpretati con cautela. Per una valutazione più rigorosa bisognerebbe applicare modelli che considerino una *detection* imperfetta (SCHMIDT & PELLET, 2010; ROMANO *et al.*, 2018). Ancora, l'aumento di ramaglie nei plot potrebbe aver aumentato i rifugi potenziali e quindi la *detection probability*; ciò spiegherebbe l'incremento del numero di plot occupati dopo Vaia (almeno + 30%), nonostante un minore sforzo di ricerca (circa - 20%).

Infine, i record disponibili potrebbero non rappresentare adeguatamente la reale distribuzione della specie nell'area di studio, dato che derivano soprattutto da monitoraggi concentrati in poche aree e da ricerche occasionali (ROMANAZZI & BONATO, 2014; BONATO *et al.*, 2017).

Oltre alle zone deforestate (Fig. 1), nell'area di studio si sono verificati anche schianti di minore entità, non quantificati perché di scarso interesse economico, ma che comunque frammentano l'habitat. Inoltre, situazioni paragonabili sono presenti in altre aree occupate da *S. atra aurorae*. Anche qui



gli esboschi vengono condotti rimuovendo quasi tutto il legname, senza diversificare gli interventi. Da alcuni studi è emerso che il *salvage logging*, praticato per contrastare insetti xilofagi potenzialmente dannosi per gli alberi vivi, può avere conseguenze più negative sulla biodiversità rispetto all'assenza di interventi (THORN *et al.*, 2014). Proprio per ridurre il rischio di proliferazione di scolitidi, gli esboschi sono avvenuti anche durante la stagione di attività di *S. atra aurorae*, in deroga alle misure di conservazione della ZSC "Altopiano dei Sette Comuni". Il passaggio di mezzi pesanti comporta un rischio di mortalità diretta e altera l'habitat compattando il terreno e distruggendo la copertura erbacea. Inoltre, poiché la distribuzione di *S. atra aurorae* non è ancora completamente conosciuta, non si possono escludere danni simili in zone dove la presenza non è ancora stata accertata.

Alla luce di queste prime valutazioni degli effetti di Vaia, *S. atra aurorae* necessita di urgenti misure di conservazione. Inoltre, eventi meteorologici estremi come Vaia potrebbero ripetersi con maggiore frequenza per i cambiamenti climatici (MOTTA *et al.*, 2018) ed è quindi necessario riorientare la gestione dei boschi per conservarne la biodiversità nel lungo periodo.

*Ringraziamenti* — Vogliamo ricordare Enrico Romanazzi, indimenticato amico e collega, parte del gruppo di ricerca. Le ricerche del 2014 e 2015 sono state svolte dai Dipartimenti di Biologia e TESAF dell'Università di Padova con il supporto della Regione Veneto. Le ricerche del 2019 sono state condotte grazie a una convenzione tra Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova e Comune di Asiago. I rilevamenti su *S. atra aurorae* sono stati autorizzati da MATTM (1758 - 3128 - 21236/PNM).

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2012. The golden Alpine salamander (*Salamandra atra aurorae*) in conservation peril: open petition for the conservation of the golden Alpine salamander in Italy. *Amphibia Reptilia*, 33: 541-543.
- BONATO L. & FRACASSO G., 2003. Movements, distribution pattern and density in a population of *Salamandra atra aurorae* (Caudata: Salamandridae). *Amphibia Reptilia*, 24: 251-260.
- BONATO L. & FRACASSO G., 2015. Epigeal habitat of a population of *Salamandra atra aurorae*: a preliminary analysis. Pp. 47-55 in: Doria G., Poggi R., Salvidio S. & Tavano M. (eds.), Atti X Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- BONATO L., FRACASSO G. & LUISELLI L., 2007. *Salamandra atra* Laurenti, 1768. Pp. 197-211 in: Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C., Razzetti E. (eds.), Amphibia, Fauna d'Italia 42. *Calderini*, Bologna.
- BONATO L., ROMANAZZI E., LEFOSSE S., BEUKEMA W. & GROSSENBACHER K., 2017. Population structure in *Salamandra atra aurorae* and *S. atra pasubiensis*: a preliminary evaluation of spatial and temporal variation. Pp. 153-159 in: Menegon M., Rodriguez-Prieto A., Deflorian M.C. (eds), Atti XI Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- CHIRICI, G., GIANNETTI, F., TRAVAGLINI, D., NOCENTINI, S., FRANCINI, S., D'AMICO, G., CALVO E., FASOLINI D., BROLL M. MAI-STRELLI F., TONNER J., PIETROGIOVANNA M., OBERLECHNER K., ANDRIOLO A., COMINO R., FAIDIGA A., PASUTTO I., CARRARO G., ZEN S.,

- CONTARIN F., ALFONSI L., WOLYN-SKI A., ZANIN M., GAGLIANO C., TONOLLI S., ZOA-NETTI R., TONETTI R., CAVALLI R., LINGUA E., PIROTTI F., GRIGOLATO S., BELLINGE-RI D., ZINI E., GIANELLE D., DALPONTE M., POMPEI E., STEFANI A., MOTTA R., MOR-RESI D., GARBARINO M., ALBERTI G., VALDEVIT F., TOMELLERI E., TORRESANI M., TONON G., MARCHI M., CORONA P. & MARCHETTI, M., 2019. Forest damage inven-tory after the “Vaia” storm in Italy. *Forest@*, 16: 3–9.
- COMITATO ITALIANO I.U.C.N., 2013. Liste Rosse Italiane. <http://www.iucn.it/scheda.php?id=1114608844> (consultato 28 aprile 2021)
- CORONA P., CARRARO G., PORTOGHESI L., BERTANI R., DISSEGNA M., FERRARI B., MARCHETTI M., FINCATI G. & ALIVERNINI A., 2010. Pianificazione forestale di indirizzo territoriale. Metodologia e applicazione sperimentale all’altopiano di Asiago. Regione del Vene-to, Università degli Studi della Tuscia. *Piccoli Giganti Edizioni*, Castrovillari.
- LEFOSSE S., ROMANAZZI E., PEDRON V. & BONATO L., 2016. Efficacia di diversi metodi di rileva-mento della salamandra di Aurora, *Salamandra atra aurorae*, nell’Altopiano dei Sette Comuni (Caudata). Pp. 76-81 in: Bonato L., Trabucco R. & Bon M. (eds), Atti 7° Conv. Faunisti Veneti. *Boll. Mus. St. Nat. Venezia*, suppl. 66.
- MOTTA R., ASCOLI D., CORONA P., MARCHETTI M. & VACCHIANO G., 2018. Selvicoltura e schianti da vento. Il caso della “tempesta Vaia”. *Forest@*, 15: 94-98.
- R CORE TEAM, 2021. R: a language and environment for statistical computing. *Rfoundation for Sta-tistical Computing*, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- ROMANAZZI E. & BONATO L., 2014. Updating the range of the narrowly distributed endemites *Sala-mandra atra aurorae* and *S. atra pasubiensis*. *Amphibia Reptilia*, 35: 123-128.
- ROMANO A., COSTA A., SALVIDIO S., MENEGON M., GAROLLO E., TABARELLI DE FATIS K., MISEROC-CHI D., MATTEUCCI G. & PEDRINI P., 2018. Forest management and conservation of an elusive amphibian in the Alps: Habitat selection by Golden Alpine Salamander reveals the importance of fine woody debris. *Forest Ecol. Manage.*, 424: 338-344.
- SCHMIDT B.R. & PELLET J., 2010. Quantifying abundance: counts, detection probabilities, and esti-mates. Pp. 465-479 in: Dodd C.K. jr. (ed.), *Amphibian ecology and conservation, a handbook of techniques*. *Oxford University Press*, New York.
- THORN S., BÄSSLER C., GOTTSCHALK T., HOTHORN T., BUSSLER H., RAFFA K. & MÜLLER J., 2014. New insights into the consequences of post-windthrow salvage logging revealed by functional structure of saproxylic beetles assemblages. *PLoS ONE*, 9(7): e101757.

*Indirizzi degli autori* — S. LEFOSSE, G. ZECCHIN, L. BONATO, Dipartimento di Biologia, Uni-versità di Padova, via Ugo Bassi, 58b - 35131 Padova (I); e-mail: selfsdue@gmail.com; V. PIGATO, Via Santa Anastasia, 2 - 36030 Sarcedo (I); A. RIGA, Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, via del Proconsolo, 12 - 50122 Firenze (I).

FRANCESCO L. LEONETTI, ANTONIO G. ADAMO, GIANNI GIGLIO,  
CHIARA ROMANO, ILARIA BERNABÒ, SANDRO TRIPEPI & EMILIO SPERONE

## SHORT-TERM POST-FIRE MONITORING ON A CALABRIAN POPULATION OF *TESTUDO HERMANNI*: PRELIMINARY DATA

### SUMMARY

A population of *Testudo hermanni* from southern Italy (Calabria), localized following a fire, was investigated for two years (2019-2020). The population is characterized by small-sized adults, if compared with those of other Italian populations, by the occurrence of all age categories with a percentage of juveniles of 24.5%.

*Keywords:* Tortoise, census, Calabria, fires.

### RIASSUNTO

*Monitoraggio post-incendio a breve termine su una popolazione calabrese di Testudo hermanni: dati preliminari.* Una popolazione calabrese di *Testudo hermanni*, localizzata in seguito ad un incendio, è stata studiata per due anni (2019-2020). La popolazione è caratterizzata da adulti di piccole dimensioni, se comparati con altre popolazioni italiane, dalla presenza di tutte le categorie di età e da una percentuale di giovani del 24,5%.

*Parole chiave:* Testuggine, censimento, Calabria, incendi.

### INTRODUZIONE

Tortoises (family Testudinidae) are one of the most threatened groups of vertebrates in the world (STANFORD *et al.*, 2018). Fire is a process that plays a key role in ecosystems' functioning especially in the Mediterranean region



(PAUSAS & KEELEY, 2009); but when its frequency is high it becomes a major threat to wild tortoises and their habitats. Despite the importance of fire as a driving force for the decline of Hermann's tortoise populations, few studies were carried out in Italy and no one in Calabria. The populations of *Testudo hermanni* that occur in this area belong to a unique genetic cluster (BIELLO *et al.*, 2021), different from all other populations within the distribution range of the nominal subspecies *T. b. hermanni*. In this context, we report preliminary information on the presence of free-ranging Hermann's tortoises from Calabria (Southern Italy), in a site impacted by a bush fire on the northern Ionian coast.

## MATERIALS AND METHODS

Field activity was carried out in a hilly area near Catanzaro (38°91' N, 16°59' E) in Calabria (Southern Italy). The surveyed area is approximately 3 ha, and the altitude ranges from about 100 to 135 m a.s.l.; it is characterized by an open uncultivated area within a small valley, periodically affected by fires of anthropogenic origin, probably to keep the area suitable for grazing.

The tortoise population was localized in July 2019, after a fire devastated the area. Nineteen sampling sessions were carried out from July to September 2019 (thirteen sampling sessions), in May 2020 and from September to October 2020 (six sampling sessions), with an effort of one person per two hours per session. Field activities were carried out under clear sky conditions with weak or no wind. Surveys took place during the first or last hours of the day in Summer and during the central hours of the day in Spring and Autumn. Tortoises were spotted using the "visual encounter survey" technique by random walking (CRUMP & SCOTT, 1994). For each tortoise the following data were recorded: date and time of capture, coordinates, weather conditions, sex, straight carapace length, carapace width, carapace height, plastron length, plastron width, pectoral plate length, femoral plate length, tail length and body mass. All individuals found measuring at least 10 cm in straight carapace length, were considered adults according to STUBBS *et al.* (1984) and STUBBS & SWINGLAND (1985). Recaptures were verified by comparing the dorsal and ventral photos of the shells.

## RESULTS

During the monitoring activities a total of 65 tortoises were detected: 15 were dead (burned corpses, empty shells or parts of shells), 22 were females, 15 males, 12 juveniles and 1 undetermined (hidden in a large and dense bush

of *Rubus* sp.). In 2019, we found 14 dead tortoises and 39 living tortoises: 1 undetermined, 11 juveniles, 11 males and 16 females. In 2020, we found 1 dead tortoise and 11 living tortoises: 1 juvenile, 4 male and 6 females. There were three re-captures (1 juvenile captured 2 times, 1 male 3 times and 1 female 2 times). The percentage of observed juvenile individuals was 24.5% (not considering the undetermined tortoise). Carapace length averaged  $118.14 \pm 9.23$  mm in males, and  $140.5 \pm 14.36$  mm in females. Body mass averaged  $346.58 \pm 61.76$  g in males, and  $618.3 \pm 144.47$  g in females. As well known for the species males were smaller than females in all considered parameters (except for the total tail length); as a rule in the subspecies *T. h. hermanni* the length of pectoral plate was found to be less than the length of the femoral plate in 94% of cases (only in two females the lengths were the same).

## DISCUSSION

Considering tortoises' size, the population target of this survey results to be among the smallest in Italy (CORTI *et al.*, 2005; LOY *et al.*, 2007; GIACALONE *et al.*, 2008; FILIPPI *et al.*, 2010; DI TIZIO *et al.*, 2013; LEONETTI *et al.*, 2016). The relatively high percentage (24.5%) of juveniles found in our survey is related to the alteration of the vegetation due to the fire. In several studies carried out in the Italian Peninsula, the percentage of juveniles found was below 7% (TOMMASETTI & BOSSUTO, 2000; CORTI & ZUFFI, 2003; LOY *et al.*, 2007; CUTULI *et al.*, 2013). Considering that fires are among the most catastrophic events that can affect the habitats of tortoises and negatively affect juveniles much more than adults (HAILEY, 2000), their occurrence is quite high in the surveyed area. Although the dead tortoises belonged to all age and size categories, the juvenile's category was the most affected (40%). In previous years the site had probably been hit by other fires, as evidenced by the burns of varying degrees of healing observed on the shells of some adult tortoises during the first sessions of the survey.

The low number of recaptures (3), the homogeneous vegetation cover (secondary grassland) for several hectares and the presence in the nearby hills of portions of well-preserved Mediterranean scrub could identify the study area like a transit area suitable for grazing, due to the high number of herbaceous species, and for laying, due to the presence of a sandy soil.

Preliminary results suggest that this is an open and well-structured population. Its vitality is demonstrated not only by the high frequency of tortoise's observations in the surveyed area and by the percentage of juveniles, but also by the occurrence of all age categories, from newborns to old tortoises. Further studies aimed at detailing the population dynamics are necessary to

implement proper conservation measures for a population that is part of a unique genetic cluster (BIELLO *et al.*, 2021).

*Acknowledgements* — Handling and capture permits have been obtained by Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Permit No. U.0015288. 10-07-2018).

## REFERENCES

- BIELLO R., ZAMPIGLIA M., CORTI C., DELI G., BIAGGINI M., CRESTANELLO B., DELAUGERRE M., DI TIZIO L., LEONETTI F.L., CASARI S., OLIVIERI O., PELLEGRINO F., ROMANO A., SPERONE E., HAUFFE H.C., TRABALZA-MARINUCCI M., BERTORELLE G. & CANESTRELLI D., 2021. Mapping the geographic origin of captive and confiscated Hermann’s tortoises: a genetic toolkit for conservation and forensic analyses. *Forensic Sci. Int. Genet.*, 51: 102447.
- CORTI C. & ZUFFI M.A.L., 2003. Aspects of population ecology of *Testudo hermanni hermanni* from Asinara Island, NW Sardinia (Italy, Western Mediterranean Sea): preliminary data. *Amphibia Reptilia*, 24: 441-447.
- CORTI C., ZUFFI M.A.L., BASSU L., FRESI C. & SATTÀ M.G., 2005. Preliminary data on body size differences in adults of *Testudo hermanni hermanni* Gmelin, 1789: Comparison between two western Mediterranean insular populations and the continental population of southern Tuscany. Pp. 27-28 in: Ananjeva N. & Tsinenko O. (eds), *Herpetologia Petropolitana. Proc. 12<sup>th</sup> Ord. Gen. Meet. Soc. Eur. Herpetol.*, Saint Petersburg, Russia.
- CRUMP M. & SCOTT N.J., 1994. Visual encounter surveys. Pp 84-92 in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C. & Foster M.S. (eds.), *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians. Smithsonian Inst. Press*, Washington & London.
- CUTULI G., VANNINI M. & FRATINI S., 2013. Demographic structure and genetic variability of a population of *Testudo hermanni hermanni* (Reptilia: Testudines: Testudinidae) from Southern Tuscany (Central Italy): a case of “happy-ending” uncontrolled reintroduction. *Ital. J. Zool.*, 80: 552-559.
- DI TIZIO L., DI FRANCESCO N., ALESSANDRELLI R., BRUGNOLA L., CAMELI A., DI CERBO A.R. & FERRI V., 2013. Action Plan per la conservazione di *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 in Abruzzo. Pp: 177-185 in: Ottonello D., Oneto F., Piccardo P. & Salvidio S. (eds.), *Atti II Congresso SHI Abruzzo e Molise “Testuggini e Tartarughe”*. *Ianieri Ed.*, Pescara.
- FILIPPI E., RUGIERO L., CAPULA M., BURKE R.L. & LUISELLI L., 2010. Population and thermal ecology of *Testudo hermanni hermanni* in the Tolfa mountains of central Italy. *Chelonian Conserv. Biol.*, 9: 54-60.
- GIACALONE G., ABBATE M., FRITZ U. & LO VALVO M., 2008. Preliminary data on distribution, morphometric and genetic characterization of Hermann’s tortoise in Sicily. Pp. 282-286 in: Corti C. (ed.), *Herpetologia Sardiniae, Le Scienze. Ed. Belvedere*, Latina.
- HAILEY A. & WILLEMSEN R.E., 2000. Population density and adult sex ratio of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: evidence for intrinsic population regulation. *J. Zool.*, 251: 325-338.
- LEONETTI F.L., GIGLIO G., TRIPEPI S., CORTI C. & SPERONE E., 2016. Caratterizzazione fenotipica delle popolazioni calabresi di *Testudo hermanni*. Pp. 311-317 in: Menegon M., Rodriguez-Prieto A. & Deflorian M.C. (eds.), *Atti XI Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. Ianieri Ed.*, Pescara.
- LOY A., RAMACCIATO V., CAPULA M. & GENTILOTTI F., 2007. Demography of *Eurotestudo hermanni* in a mesic area of Central Italy. *Amphibia Reptilia*, 28: 87-95.

- PAUSAS J.G. & KEELEY J.E., 2009. A burning story: the role of fire in the history of life. *Bioscience*, 59: 593-601.
- STUBBS D., HAILEY A., PULFORD E. & TYLER W., 1984. Population ecology of European tortoises: review of field techniques. *Amphibia Reptilia*, 5: 57-68.
- STUBBS D., SWINGLAND I.R. & HAILEY A., 1985. The ecology of the Mediterranean tortoise *Testudo hermanni* in northern Greece: the effects of a catastrophe on population structure and density. *Biol. Conserv.*, 31:125-152.
- TOMASETTI G. & BOSSUTO P., 2000. Dati preliminari sulla struttura di una popolazione di *Testudo hermanni hermanni* dei Monti Nebrodi di Sicilia. Pp. 553-558 in: Giacoma C. (ed.), *Atti I Congr. Naz. Soc. Herpetol. Ital. Mus. reg. Sc. nat.*, Torino.

*Indirizzo degli autori* — F.L. LEONETTI, G. GIGLIO, C. ROMANO, I. BERNABÒ, S. TRIPEPI, E. SPERONE, Department of Biology, Ecology and Earth Science, University of Calabria - 87036 Rende (Cosenza, I); e-mail: francescoluigi.leonetti@unical.it; A.G. ADAMO, Via G. Patari, 6 - 88100 Catanzaro (I).



ENRICO LUNGI, MARTA BIAGGINI & CLAUDIA CORTI

RELIABILITY OF THE POST-HOC MEASUREMENT  
ON *SALAMANDRA SALAMANDRA*

SUMMARY

The reliability of the post hoc measurement, a non-invasive method for measuring wild animals, was tested on *Salamandra salamandra*. Our results show that SVL measured in the field was lower than SVL estimated from images by three operators and that the estimates were highly consistent. In addition to the potential greater accuracy of this method in estimating SVL compared to the measurements obtained in the field, it allows to significantly reduce the handling times of the animals, thus reducing the stress caused to the salamanders.

*Key words:* Digital images, Fire salamander.

RIASSUNTO

*L'affidabilità della misurazione post-hoc in Salamandra salamandra.* L'affidabilità della misurazione post-hoc, un metodo non invasivo per misurare gli animali selvatici, è stata testata su *Salamandra salamandra*. I nostri risultati mostrano che la SVL misurata sul campo è inferiore rispetto alla SVL stimata a partire dalle immagini da tre operatori e che le stime sono risultate altamente coerenti. Oltre alla potenziale maggiore accuratezza nella stima della SVL rispetto alle misurazioni ottenute sul campo, questo metodo consente di ridurre notevolmente i tempi di manipolazione degli animali, riducendo così lo stress causato alle salamandre.

*Parole chiave:* Immagini digitali, Salamandra pezzata.

INTRODUZIONE

Morphometric measurements are crucial data in zoological research. They are needed to assess age classes, individual and population health status (when

used together with individual weight through the calculation of body condition) and morphological characterization (LANZA *et al.*, 2006; BĂNCILĂ *et al.*, 2010). These measurements are critical in studies dealing, for instance, with demography, ecology, phenotypic plasticity, and adaptation. Therefore, obtaining accurate morphological measurements is of primary importance. This can be particularly problematic in field studies, when dealing with species that usually do not maintain linear body orientation. A further goal in studies on wildlife is to reduce handling and decrease both animal stress and the probability of pathogens' transmission, a particularly high risk for amphibians (PHILLOTT *et al.*, 2010; LUNGI *et al.*, 2016). Digital image-based measurements are a useful tool that allows to obtain data on living individuals significantly more accurate than caliper measures (MOTT *et al.*, 2010). This method has been successfully used to measure different salamander species (e.g., MOTT *et al.*, 2010; LUNGI *et al.*, 2020a) but, to our knowledge, it has been never tested on the Fire salamander, *Salamandra salamandra*.

In this study, we test the accuracy of digital image-based measurements in *S. salamandra*, considering SVL (snout–vent length), one of the most common morphometric measures.

## MATERIALS AND METHODS

On 11 April 2021 at night, we surveyed a portion of a population of *Salamandra salamandra* from the northern Apennines (Province of Bologna; Emilia-Romagna, Italy); we focused on an area of about 2,500 m<sup>2</sup>.

Captured salamanders were sexed based on the cloaca swelling; we considered as adults individuals with a total length  $\geq 120$  mm (LANZA *et al.*, 2009). The snout-vent length (SVL) was measured placing and stretching the individuals on a transparent plastic ruler. Prior to release, the salamanders were photographed dorsally to provide high-quality images allowing for estimation of both SVL and total length (TL) with ImageJ software (imagej.nih.gov) (LUNGI *et al.*, 2020a, 2020b) (Fig. 1A).

We used analysis of variance (ANOVA) to assess the potential divergence between SVL measurements in the field and those estimated from images. Using ANOVA we also evaluated the potential divergence in the SVL estimation performed by three operators. We used a linear regression model (GLM) to evaluate whether the divergence between measured and estimated SVL changes with the size of the salamanders; we used the absolute value of the difference between real and estimated SVL as the dependent variable, TL of salamanders and sex (F, M, J) as independent variables and the identity of the operator as the random factor.

## RESULTS

We captured and measured 16 Fire salamanders (7 males, 8 females and 1 juvenile). SVL measurements in the field differed significantly from images estimates ( $df = 1$ ,  $F = 355.1$ ,  $P < 0.001$ ); the estimated SVL was on average ( $\pm SD$ ) 8.75 ( $\pm 5.30$ ) mm greater (Fig. 1B). No difference in SVL estimation occurred between the three operators ( $df = 2$ ,  $F = 0.169$ ,  $P = 0.845$ ) (Fig. 1B). The difference between measured and estimated SVL was significantly affected by the size ( $F_{1, 42} = 5.52$ ,  $P = 0.024$ ) and sex ( $F_{1, 42} = 8.67$ ,  $P < 0.001$ ) of the salamanders; the difference increased in larger individuals and in females.

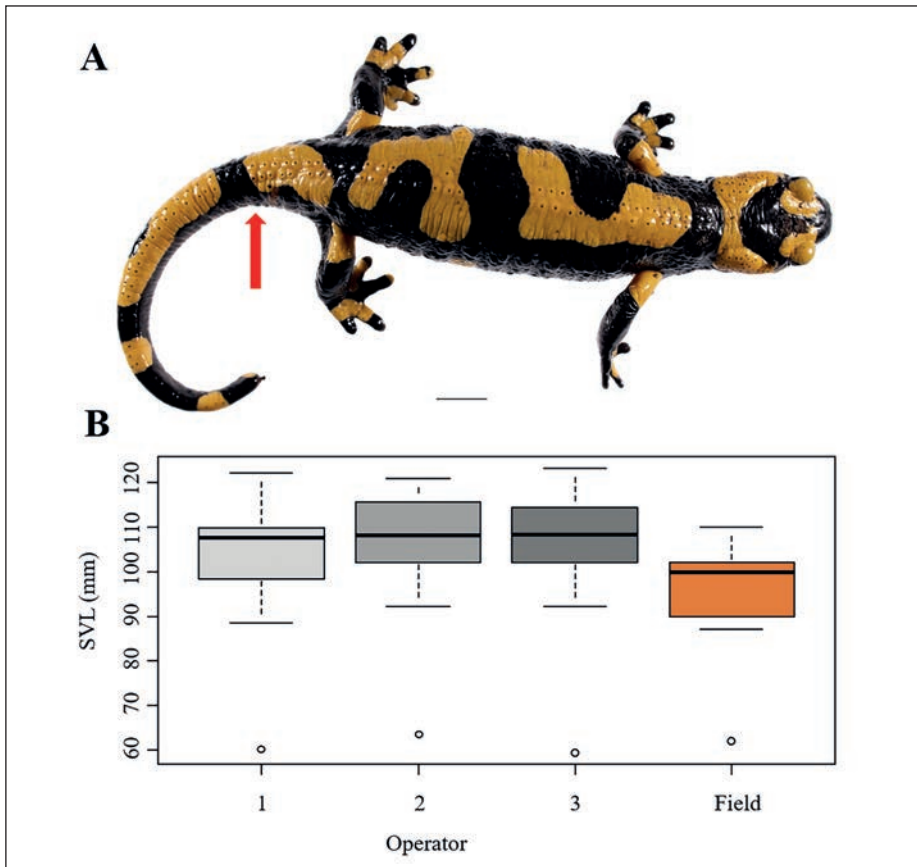


Fig. 1 — A) An example of high-quality image used in this study. The red arrow indicates the area where the opening of the cloaca ends, approximately corresponding to the point where the tail begins. Barr = 10 mm. B) The boxplots indicate the SVL estimates performed by the three operators and the measurements made in the field.



## DISCUSSION

The estimated measurements of the three operators were highly consistent, highlighting the reliability, also for *Salamandra salamandra*, of the measurements obtained with this method (LUNGI *et al.*, 2020a). SVL measurements performed in the field produced different data, always lower than estimates. Fire salamanders get very agitated when handling, so it is difficult to stretch their body and thus obtain accurate measurements. As expected, the divergence between measured and estimated SVL increased in larger individuals, possibly due to the greater muscle power of larger individuals preventing the operator from adequately stretching their body. This divergence was more pronounced in females; females are usually larger and thus, more difficult to handle. It should be noted that the relatively low number of salamanders sampled (16) is not due to potential difficulties in applying of our method, but represents the total number of individuals observed within the study area. In our study, a single operator measured SVL in the field, but this was sufficient to obtain reliable comparison with the estimated SVL. When this method was tested on European cave salamanders (genus *Speleomantes*) a photo of the ventral side was taken as a reference of the real SVL (LUNGI *et al.*, 2020a). In this study we could not do the same because it was impossible to hold the salamanders still as well as to keep them in supine position. Therefore, further evaluations that include multiple field replicates and museum specimens can strengthen our results and provide more accurate information. The post-hoc method has an additional advantage: it significantly limits handling times of individuals, reducing potential stress (LUNGI *et al.*, 2016) and limiting spread of pathogens.

## LITERATURE

- BĂNCILĂ R.I., HARTEL T., PLĂIAȘU R., SMETS J. & COGĂLNICEANU D., 2010. Comparing three body condition indices in amphibians: a case study of yellow-bellied toad *Bombina variegata*. *Amphibia Reptilia*, 31: 558-562.
- LANZA B., NISTRI A. & VANNI S., 2009. Anfibi d'Italia. Quaderni di conservazione della Natura, 29. Min. Amb. Tutela Terr. Mare, I.S.P.R.A. *Grandi & Grandi Ed.*, 456 pp.
- LANZA B., PASTORELLI C., LAGHI P. & CIMMARUTA R., 2006. A review of systematics, taxonomy, genetics, biogeography and natural history of the genus *Speleomantes* Dubois, 1984 (Amphibia Caudata Plethodontidae). *Atti Mus. civ. Stor. Trieste*, 52: 5-135.
- LUNGI E., GIACHELLO S., MANENTI R., ZHAO Y., CORTI C., FICETOLA F.G. & BRADLEY G., 2020a. The post hoc measurement as a safe and reliable method to age and size plethodontid salamanders. *Ecol. and Evol.*, 10: 11111-11116.
- LUNGI E., GIACHELLO S., ZHAO Y., CORTI C., FICETOLA F.G. & MANENTI R., 2020b. Photographic

- database of the European cave salamanders, genus *Hydromantes*. *Scientific Data*, 7: 171.
- LUNGI E., MANENTI R., CANCIANI G., SCARÌ G., PENNATI R. & FICETOLA F.G., 2016. Thermal equilibrium and temperature differences among body regions in European plethodontid salamanders. *J. thermal Biol.*, 60: 79-85.
- MOTT C.L., ALBERT S.E., STEFFEN M.A. & UZZARDO J.M., 2010. Assessment of digital image analyses for use in wildlife research. *Wildl. Biol.*, 16: 93-100.
- NAJBAR A., KONOWALIK A., HALUPKA K., NAJBAR B. & OGIELSKA M., 2020. Body size and life history traits of the fire salamander *Salamandra salamandra* from Poland. *Amphibia Reptilia*, 41: 63-74.
- PHILLOTT A. D., SPEARE R., HINES H.B., SKERRATT L.F., MEYER E., MCDONALD K.R., CASHINS S.D., MENDEZ D. & BERGER L., 2010. Minimising exposure of amphibians to pathogens during field studies. *Dis. Aquat. Org.*, 92: 175-185.

*Addresses of the authors* — E. LUNGI, Division of Molecular Biology Ruđer Bošković Institute, Zagreb (Croatia); Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, Museo "La Specola", Firenze (I); Natural Oasis, Prato (I); e-mail: enrico.arti@gmail.com; M. BIAGGINI, C. CORTI, Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, Museo "La Specola", Firenze (I).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787259>

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 urodéli 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 urodéli, 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*.

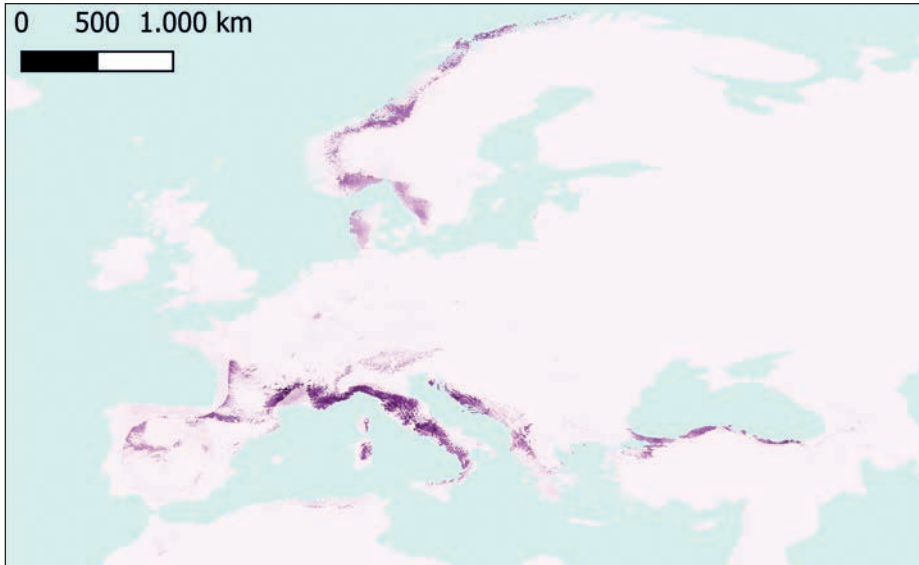


Fig. 1 — Modellizzazione della nicchia climatica di *Speleomantes* ottenuta tramite dati di presenza e variabili bioclimatiche attuali. Un colore più scuro indica la presenza nella relativa area di un clima maggiormente adatto al genere in esame. La nicchia climatica di *Salamandrina* è ampiamente congruente 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).





DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787261>

RAOUL MANENTI, BENEDETTA BARZAGHI, EDGARDO MAURI,  
MARCO RESTAINO, VERONICA NANNI, MATTEO RICCARDO DI NICOLA  
& GENTILE FRANCESCO FICETOLA

FATTORI CHE FAVORISCONO LA PRESENZA DEL PROTEO  
*PROTEUS ANGUINUS* LAURENTI, 1768 IN AMBIENTE EPIGEO

RIASSUNTO

Per quanto riguarda le popolazioni di Proteo della Venezia Giulia è noto come alcuni individui si possano trovare in ambiente di risorgiva. Tale presenza è già stata ipotizzata come attiva, sebbene non vi siano ricerche di dettaglio che verifichino tale ipotesi. L'obiettivo di questo contributo è verificare se la presenza del Proteo in ambiente epigeo sia effettivamente non casuale e fornire una prima caratterizzazione degli eventuali fattori che la favoriscono. Da giugno 2020 a maggio 2021 abbiamo effettuato da 16 a 4 sopralluoghi, sia di giorno che di notte, in 36 sorgenti in provincia di Gorizia e Trieste verificando l'eventuale presenza di individui di Proteo. Ciascuna sorgente è stata caratterizzata sulla base di diverse variabili abiotiche e biotiche. Il Proteo è stato osservato almeno una volta in 7 delle sorgenti monitorate, con un massimo di 8 individui osservati contemporaneamente. Anche se non sono mancate osservazioni diurne, il numero di protei contattato è significativamente più alto di notte. La presenza del Proteo non è risultata casuale, ma significativamente legata a sorgenti con elevata presenza di rifugi, assenza di macrofite acquatiche e che seppur situate in un contesto soggetto ad allagamento, mostrano un andamento temporaneo. I risultati di questo studio mostrano un'ulteriore conferma del fatto che gli ambienti esterni, o quantomeno di confine con l'ambiente esterno, possano essere importanti anche per organismi considerati puramente troglobi. Inoltre, tali risultati evidenziano come anche gli ambienti sorgentizi possano essere importanti per la conservazione e gestione del Proteo.

SUMMARY

*Determinants of the epigeal activity of the olm *Proteus anguinus Laurenti* 1768 in Italian karst.* The olm is reported for some spring habitats of Venetia Giulia. In some texts, these observations have been hypothesised to be linked to an active behaviour; however, no studies confirming this hypothesis have ever been carried out. The aim of this work is to verify the existence of a non-random active exploitation of surface habitats by the olm, and to characterise the factors allowing it. From June 2020 to May 2021 we performed multiple surveys, both during day and during night to

detect olm occurrence in 36 springs of Gorizia and Trieste districts. We also characterised the abiotic and biotic features of each spring. We detected the Olm at least once in 7 springs, with a maximum of 8 individuals occurring together. We observed olms also during the day, but the number of individuals was significantly higher during the night. Olm's occurrence was not random but linked to springs with higher shelters' availability, absence of macrophytes, and that, although being subject to periodic flooding, have also a temporary hydroperiod.

Our results evidence that epigean habitats and borders with surface may have an overlooked importance for animals adapted to subterranean environments. Moreover, we underline that springs' habitats should be more considered in management and conservation of the Olm.

## INTRODUZIONE

Tra gli anfibi della fauna italiana una delle specie dalle abitudini più peculiari è il Proteo *Proteus anguinus* Laurenti, 1768. Fatta eccezione per *Proteus anguinus parkelj* Sket & Arntzen, 1994, che abita un limitato numero di sorgenti in una ristretta porzione della Slovenia meridionale, il Proteo popola i corsi idrici sotterranei del Carso dinarico dal basso Isonzo (in sloveno So a), nella Venezia Giulia, Italia, fino al fiume Trebišnjica in Bosnia Erzegovina. In Italia, inoltre, una popolazione, la cui densità è ignota, si è naturalizzata in Veneto sin dal 1850 dopo una introduzione artificiale in corrispondenza delle grotte dell'Oliero (FITZINGER, 1850).

Uno dei primi segnali di attenzione verso il Proteo da parte della comunità scientifica tra Trieste e l'Isontino, si ha in un testo monografico del 1819 dove si evidenziava la presenza di protei nel mercato di Trieste (CONFIGLIACHI & RUSCONI, 1819): «...quando la stagione è propizia, i contadini di Adelsberg senza essere eccitati da persona niuna, vanno di sé medesimi alla pesca de'protei ch'essi chiamano "bela riba" (pesce bianco), e li serbano vivi entro vasi onde venderli di poi ai curiosi delle cose naturali, che capitano in Carniola, ovvero li portano a Trieste come al mercato, dove sono da essi venduti per poco prezzo...». Non si esclude che anticamente i protei venissero venduti anche a scopo alimentare (SHAW, 2005; MATTES, 2018).

Il primo ritrovamento documentato di protei in territorio italiano risale al 1826 nel Pozzo dei Frari a Gradisca (BERINI, 1826); presenza confermata nel 1875 durante studi idro-geologici (MARCHESETTI, 1875). Successivamente, la presenza del Proteo è accertata in pozzi, grotte, cisterne che da Gradisca vanno lungo il margine del Carso seguendo la piana alluvionale fino a Monfalcone (CANU, 1965; COMAR, 1987). Sovente il Proteo, grazie ai suoi caratteri spiccatamente troglomorfici, quali cecità e depigmentazione, è stato e viene considerato uno degli esempi di organismi troglobi per eccellenza (ROMERO, 2009; CULVER & PIPAN, 2009).

Tuttavia, oltre che in *Proteus anguinus parkelj*, i cui individui non mostrano troglomorfismo, essendo pigmentati e con occhi ben funzionanti, anche

nel caso delle popolazioni della Venezia Giulia è noto come alcuni individui si possano trovare in risorgive ed estavelle, aperture nel suolo che costituiscono un ambiente acquatico di transizione tra acque sotterranee ed ambiente epigeo e che in base alle condizioni climatiche e alla stagione possono essere delle sorgenti emittenti le acque ipogee o dei punti di infiltrazione delle acque epigee (BRESSI *et al.*, 1999; LANZA *et al.*, 2007; MAURI *et al.*, 2018).

La presenza del Proteo in questi ambienti superficiali è già stata ipotizzata essere legata ad un comportamento attivo che possa coinvolgere intere sub-popolazioni (BRESSI *et al.*, 1999; LANZA *et al.*, 2007), sebbene non vi siano ricerche di dettaglio che verifichino tale ipotesi.

L'obiettivo di questo contributo è verificare se la presenza del Proteo in ambiente epigeo sia effettivamente non casuale e fornire una prima caratterizzazione degli eventuali fattori che la favoriscono.

## MATERIALI E METODI

Da giugno 2020 a maggio 2021 abbiamo effettuato da 16 a 4 sopralluoghi, sia di giorno che di notte, in 36 sorgenti in provincia di Gorizia e Trieste attorno all'area di Doberdò del Lago verificando l'eventuale presenza di individui di Proteo. Ad ogni sopralluogo è stata rilevata la temperatura dell'acqua, l'illuminazione incidente, la profondità e l'estensione raggiunta dalla sorgente e, oltre ai protei presenti, sono stati contati alcuni pesci come ghiozzi, vaironi e lucci, considerando che questi ultimi ne potrebbero essere potenzialmente predatori. Inoltre sono stati contati anche alcuni invertebrati target per gli ambienti sorgivi quali il mollusco gasteropode *Emmericia patula* (Brumati, 1838), il crostaceo isopode *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758), il crostaceo decapode *Troglocaris planinensis* Birštejn, 1948, anch'esso sovente considerato come esclusivamente troglobio, e le planarie *Dendrocoelum lacteum* (Müller, 1774) e *Polycelis nigra* (Müller, 1774).

Nel corso del periodo di indagine, ciascuna sorgente è stata caratterizzata sulla base di diverse variabili abiotiche quali il fatto che nel corso del periodo di indagine sia risultata perenne o meno e che il punto di risorgenza sia stato soggetto o meno a periodi di allagamento, la forma della tazza sorgentizia, la disponibilità di rifugi, le caratteristiche del substrato prevalente, il livello di corrente massimo osservato, la profondità massima raggiunta in condizioni di non allagamento. Inoltre come variabile biotica è stata considerata la presenza o meno di macrofite acquatiche.

Dopo aver stimato la *detection probability* della presenza del Proteo durante i sopralluoghi notturni utilizzando gli *N-mixture models*, abbiamo verificato tramite modelli lineari misti generalizzati (GLMMs) se vi fosse una relazione

tra il numero di protei osservati durante ciascun sopralluogo e il fatto che il Proteo fosse stato trovato almeno una volta nelle sorgenti e le caratteristiche biotiche ed abiotiche di quest'ultime. Per questa seconda analisi è stata selezionata la combinazione di variabili più probabile nello spiegare la presenza del Proteo utilizzando l'Akaike Information Criterion corretto (AICc). La significatività delle variabili componenti il modello più probabile è stata testata tramite un *likelihood ratio test*. Le analisi sono state eseguite in ambiente R 3.6.3.

## RISULTATI

Il Proteo è stato osservato almeno una volta in 7 delle sorgenti monitorate, con un massimo di 8 individui osservati contemporaneamente. La *detection probability* durante i sopralluoghi notturni è risultata di 0.327, indicando che con 8 sopralluoghi notturni si ha una probabilità significativa di accertare la reale presenza/assenza della specie in ambiente epigeo. Anche se non sono mancate osservazioni diurne, dall'analisi è emerso come sia significativamente più alta la probabilità di trovare un maggior numero di individui attivi di notte ( $\chi^2_{,1} = 9.78$ ;  $p > 0.01$ ).

La presenza del Proteo all'interno delle sorgenti non è risultata casuale; in particolar modo il modello più probabile nello spiegare la presenza del Proteo è risultato quello costituito da sorgenti con elevata presenza di rifugi, assenza di macrofite acquatiche e che, seppur situate in un contesto soggetto ad allagamento, mostrano un andamento temporaneo (AICc = 26.5; Akaike weights = 0.1). Tra queste variabili la ricchezza di rifugi ( $\chi^2_{,2} = 9.656$ ;  $P > 0.01$ ) e la mancanza di macrofite ( $\chi^2_{,1} = 4.63$ ;  $P = 0.03$ ) sono risultate significative, mentre idroperiodo ( $\chi^2_{,1} = 3.10$ ;  $P = 0.07$ ) e fenomeni di allagamento ( $\chi^2_{,1} = 3.62$ ;  $P = 0.05$ ) sono risultati vicino alla soglia di significatività.

## DISCUSSIONE

L'utilizzo degli ambienti di superficie posti ai confini con l'ambiente sotterraneo, come nel caso delle sorgenti, da parte di animali che comunque per lo svolgimento del proprio ciclo vitale sono considerati strettamente legati all'habitat ipogeo è un aspetto ancora piuttosto dibattuto e la cui portata, forse, non è ancora ben compresa e sfruttata da chi si occupa di studi sulla biologia degli animali adattati alla vita in ambiente sotterraneo (MANENTI & PIAZZA, 2021). Ad esempio, nei crostacei troglobi del genere *Niphargus*, è stata recentemente evidenziata la capacità di percepire gli stimoli luminosi che è stata associata alla necessità di evitare gli ambienti superficiali (FIŠER *et*

al., 2016) che sono sì più ricchi in risorse trofiche, ma molto più rischiosi sia in termini di possibilità di essere predati (MELOTTO *et al.*, 2019) sia a causa dei danni che i raggi UV possono arrecare a degli organismi privi di pigmentazione rispetto a quelli sotterranei. Tuttavia studi recenti (MANENTI & BARZAGHI, 2021) mostrano come gli stessi *Niphargus* frequentino attivamente proprio le sorgenti e gli ambienti superficiali ai confini con quelli sotterranei nel corso della notte quando chiaramente la radiazione UV è assente e i potenziali predatori che sono visualmente orientati a cacciare all'agguato sono sfavoriti; ciò suggerisce che gli adattamenti esistenti servano ad evitare gli ambienti superficiali posti a ridosso di quelli sotterranei quando non è vantaggioso e ad utilizzarli, invece, nei contesti più favorevoli (MANENTI & BARZAGHI, 2021).

I risultati di questo studio condotto su uno degli animali più iconici per la fauna sotterranea non solo a livello europeo, mostrano un'ulteriore ed importante conferma del fatto che gli ambienti esterni, o quantomeno quelli di confine con l'ambiente esterno possano essere importanti anche per organismi considerati puramente troglobi. Il fatto che i protei risultino associati a sorgenti con maggiore abbondanza di rifugi disponibili, con andamento non perenne (che quindi non permette la presenza stabile di fauna superficiale caratterizzata, ad esempio, da specie di pesci che potrebbero essere potenziali predatori) indica che il rischio predatorio per la specie possa influenzarne l'utilizzo degli ambienti superficiali.

I risultati ottenuti dall'indagine inoltre evidenziano come anche gli ambienti sorgentizi possano essere importanti per la conservazione del Proteo e che quindi debbano essere considerati nell'ambito della gestione di questa specie ed opportunamente tutelati. Nell'area di indagine vi sono infatti diversi siti, tra quelli monitorati, che risultano essere potenzialmente minacciati da possibili interventi volti ad ampliare le infrastrutture presenti.

#### BIBLIOGRAFIA

- BERINI G., 1826. Indagine sullo stato del Timavo e delle sue adiacenze al principio dell'era Cristiana. *Fratelli Mattiuzzi tip.*, Pecile, Udine.
- BRESSI N., ALJANCIC M. & LAPINI L., 1999. Notes on presence and feeding of *Proteus anguinus* Laurenti, 1768 outside caves. *Riv. Idrobiol.*, 38: 431-435.
- CANU E., 1965. Sulla presenza del Proteo anguineo Laurenti nelle acque della Provincia di Gorizia (Italia) e sulla sua presumibile presenza in quelle del bacino del fiume Timavo inferiore (Carso di Trieste). *Actes IV° Congr. int. Spel. en Yougoslavie*, Ljubljana.
- COMAR M., 1987. Quel piccolo drago biancastro. *Territorio*, 21: 60-69.
- CONFIGLIACHI P. & RUSCONI M., 1818 (Reprint 1819). Del *Proteo anguineo* di Laurenti. *Pubbl. dagli autori*.
- CULVER D.C. & PIPAN T., 2009. The biology of caves and other subterranean habitats. *Oxford University Press*, New York.

- FIŠER Z., NOVAK L., LUSTRIK R. & FISER C., 2016. Light triggers habitat choice of eyeless subterranean but not of eyed surface amphipods. *Sci. Nat.*, 103: 7.
- FITZINGER L.J., 1850. Über den *Proteus anguinus* der Autoren. *Sitz. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien*, 2: 291-303.
- LANZA B., ANDREONE F., BOLOGNA M.A., CORTI C. & RAZZETTI E., 2007. Fauna d'Italia. Vol. XLII, Amphibia. *Ed. Calderini*, Bologna.
- MARCHESETTI C., 1875. Di alcune nuove località del *Proteus anguinus*. *Boll. Soc. adr. Sc. nat.*, 1: 192-193.
- MATTES J., 2018. Traveling Olms: Local and Global Perspectives on the Research on *Proteus anguinus* (1700-1930). *Ass. culturale Viaggiatori*, Napoli.
- MANENTI R. & BARZAGHI B., 2021. Diel activity of *Niphargus* amphipods in spring habitats. *Crustaceana*, 94: 705-721.
- MANENTI R. & PIAZZA B., 2021. Between darkness and light: spring habitats provide new perspectives for modern researchers on groundwater biology. *PeerJ.*, 9: e11711.
- MAURI E., ABBONA I. & PAPI F., 2018. Storia delle ricerche del *Proteo* in Italia e attuali conoscenze a 250 anni dalla sua prima descrizione da parte di Laurenti. Pp. 121-125 in: *Atti Conv. Speleo*, Trieste.
- MELOTTO A., FICETOLA G.F. & MANENTI R., 2019. Safe as a cave? Intraspecific aggressiveness rises in predator-devoid and resource-depleted environments. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 73: 68.
- ROMERO A., 2009. Cave biology. *Cambridge Univ. Press*, New York.
- SHAW T.R., 2005. *Proteus* for Scientists and Tourists. A History of its 19th Century Collection and Captivity. *Endins*, 28: 1-60.

*Indirizzo degli autori* — R. MANENTI, B. BARZAGHI, G.F. FICETOLA, Dipartimento di Scienze e Politiche ambientali, Università degli Studi di Milano, Via Celoria, 10 - 20133 Milano (I); R. MANENTI, B. BARZAGHI, Laboratorio di Biologia Sotterranea "Enrico Pezzoli", Parco Regionale del Monte Barro - 23851 Galbiate (Lecco, I); E. MAURI, M. RESTAINO, Società Adriatica di Speleologia, Via Domenico Rossetti, 59/a - 34141 Trieste (I); E. MAURI, M. RESTAINO, Speleovivarium Erwin Pichl, Via Guido Reni, 2/C - 34123 Trieste (I); V. NANNI, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università degli Studi di Torino, Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino (I); M.R. DI NICOLA, IRCCS San Raffaele Hospital, Unit of Dermatology, Milan (I).

MARCO MANGIACOTTI, ALAN J. COLADONATO, SARA POZZI,  
ANDREA MELOTTO, ANDREA CONTI, GENTILE F. FICETOLA,  
DANIELE SALVI, MARCO A.L. ZUFFI, STEFANO SCALI & ROBERTO SACCHI

IL PATTERN PROTEICO DELLE SECREZIONI  
DELLE GHIANDOLE FEMORALI DI *PODARCIS RAFFONEI*:  
CONFRONTO CON ALTRE LUCERTOLE DEL GENERE *PODARCIS*

RIASSUNTO

I lacertidi possiedono una serie di ghiandole epidermiche (femorali) lungo l'arto posteriore utilizzate nella comunicazione chimica intra- e interspecifica. Il loro secreto è costituito da due componenti, lipidi e proteine. Considerando il potenziale ruolo di barriera riproduttiva svolto dai segnali chimici, ed in particolare dalla componente proteica, il presente studio vuole caratterizzare il pattern proteico in *Podarcis raffonei*, lacertide endemico dell'arcipelago delle Eolie. I pattern elettroforetici delle proteine delle ghiandole femorali di quattro individui di *P. raffonei* sono stati confrontati con altrettanti campioni di *P. muralis* e *P. siculus*, evidenziando una differenziazione significativa del nel profilo elettroforetico. Sebbene imputabile alla distanza genetica tra le specie, questa differenziazione potrebbe ugualmente implicare un potenziale ruolo della frazione proteica come barriera riproduttiva.

*Parole chiave:* Comunicazione chimica, ghiandole femorali, proteine, elettroforesi.

SUMMARY

*The protein pattern of femoral gland secretions of P. raffonei: comparison with other Podarcis lizards.* Lacertid lizards bear a set of epidermal (femoral) glands along the inner part of the hind limb, which are used in intra- and inter-specific chemical communication. The secretion is made of two components, lipids and proteins. Considering the potential role of chemical signals as reproductive barriers, notably for the protein fraction, this study aims at characterizing the protein pattern of femoral gland secretions in *Podarcis raffonei*, a lacertid lizard endemic to the Aeolian archipelago. We compared the electrophoretic patterns of the proteins from the femoral glands of four adult male *P. raffonei* with those from *P. muralis* and *P. siculus*, highlighting the occurrence of a significant difference among the electrophoretic profiles. Though this difference can be simply due to the genetic distance among the species, it could equally imply a potential role for proteins as a reproductive barrier.

*Key words:* Chemical communications, femoral glands, proteins, electrophoresis.



## INTRODUZIONE

Tra i sauri, i lacertidi sono stati spesso usati come gruppo modello nello studio della comunicazione chimica. In tutte le specie di questa famiglia, sono presenti delle ghiandole epidermiche lungo la parte interna del segmento prossimale dell'arto posteriore, chiamate ghiandole femorali, usate per la comunicazione sia intra- sia interspecifica (MANGIACOTTI *et al.*, 2020). Le loro secrezioni sono composte da una miscela di lipidi e proteine. La frazione proteica, poco studiata, si è dimostrata attiva nella comunicazione intraspecifica.

La lucertola delle Eolie *Podarcis raffonei* rappresenta un endemismo insulare all'interno del genere *Podarcis*. Inserita tra le specie in pericolo critico di estinzione (CORTI *et al.*, 2009), tra le cause del declino delle sue popolazioni è riportata la competizione e l'ibridazione con *P. siculus*, specie congenerica probabilmente introdotta dall'uomo in epoca storica.

Considerando che i segnali chimici possono assolvere anche il ruolo di barriera all'ibridazione, con il presente studio si vuole caratterizzare il pattern proteico dei secreti di *P. raffonei*, usando come riferimento i corrispondenti pattern di due specie congeneriche (*P. muralis* e *P. siculus*), recentemente individuate come responsabili di parte dell'introggressione nel genoma della specie.

## MATERIALI E METODI

I campioni di secreti di ghiandole femorali sono stati prelevati da otto individui maschi adulti di *P. raffonei* catturati in località Capo Grosso nel mese di aprile del 2017 (PNM.REGISTRO UFFICIALE.U.0004602.06-03-2017). Per il confronto sono stati utilizzati quattro campioni di secreti da altrettanti maschi adulti di *P. muralis* provenienti da Pavia (PNM.REGISTRO UFFICIALE.U.0002154.03-02-2016) e quattro di *P. siculus* da Calci (Pisa) (PNM.REGISTRO UFFICIALE.U.0004217.28-02-2017). Una volta isolata, la frazione proteica è stata sottoposta ad elettroforesi monodimensionale in gel di acrilamide, ottenendo un elettroforetogramma (EPG) per ciascuno dei 12 campioni (MANGIACOTTI *et al.*, 2019a). È stata usata una distance-based ANOVA (ANDERSON, 2001; ADAMS & OTÁROLA-CASTILLO, 2013) per determinare l'esistenza di pattern specie-specifici, ed un confronto grafico tra i valori predetti per individuare le regioni di peso molecolare responsabili delle differenze osservate. La dimensione campionaria non è molto grande, ma il test non parametrico utilizzato è robusto anche per piccoli campioni, essendo la distribuzione di pseudo-F costruita per permutazione (ANDERSON, 2001).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Gli EPG ottenuti per le tre specie sono risultati significativamente differenti (pseudo-F = 1.4695,  $P \leq 0.036$ ; 9999 permutazioni), indicando come, pur nella limitatezza della dimensione campionaria, gli EPG risultino più conservati e costanti entro specie di quanto non avvenga per specie diverse. In effetti, sebbene in tutti i casi sia osservabile la medesima struttura a tre regioni osservata in *P. muralis* (MANGIACOTTI *et al.*, 2019a), la maggiore differenziazione sembra concentrarsi nelle bande a più basso peso molecolare, al di sotto dei 20 kDa (Fig. 1): in questa regione *P. raffonei* mostra una struttura decisamente più complessa (multi-banda) rispetto alle altre due specie, che risultano tra loro più simili.

L'esistenza di una differenziazione nella componente proteica dei secreti può essere la semplice conseguenza dell'accumularsi della distanza genetica tra le specie considerate. Tuttavia, considerando che le proteine dei secreti possono avere un ruolo nella comunicazione (MANGIACOTTI *et al.*, 2020) e che sono state associate al trasferimento di informazioni relative all'identità

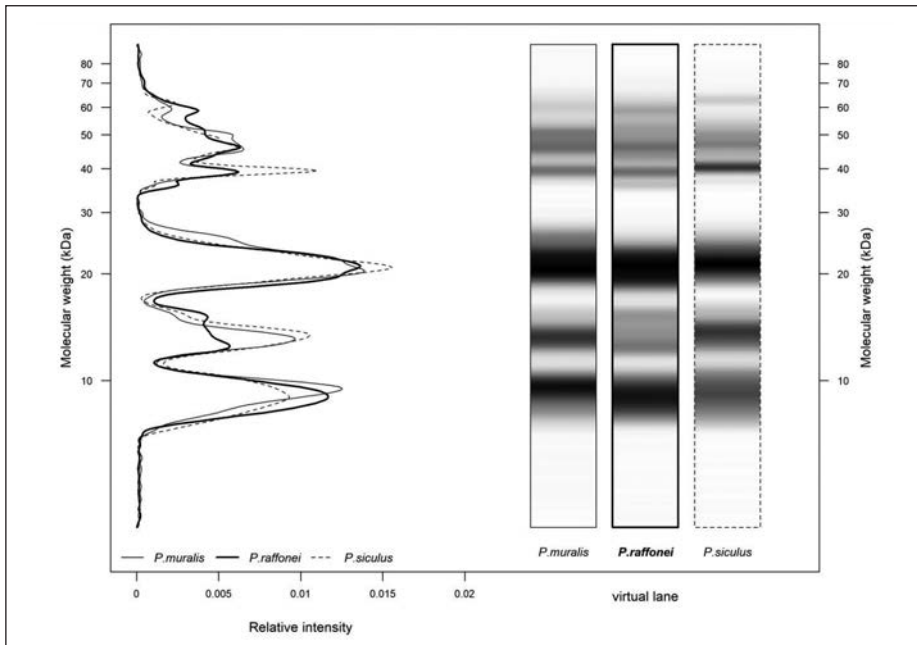


Fig. 1 — A sinistra: intensità relativa dell'EPG predetti dal modello per le tre specie; a destra: lane virtuale di gel ricostruiti in corrispondenza dei valori predetti dal modello per ciascuna specie. L'asse verticale rappresenta il peso molecolare in kDa.

individuale (familiarità, self-nonselF, morfo di colore; MANGIACOTTI *et al.*, 2019b, 2020), è legittimo ipotizzare un potenziale ruolo della frazione proteica come badge specie-specifico, utile a modulare le interazioni tra specie ed evitare l'ibridazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAMS D.C. & OTÁROLA-CASTILLO E., 2013. Geomorph: An r package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods Ecol. Evol.*, 4: 393-399.
- ANDERSON M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecol.*, 26: 32-46.
- CORTI C., PÉREZ-MELLADO V., SINDACO R. & ROMANO A., 2009. *Podarcis raffonei*. IUCN Red List Threat. Species e.T61552A12514822.
- MANGIACOTTI M., FUMAGALLI M., CAGNONE M., VIGLIO S., BARDONI A.M., SCALI S. & SACCHI R., 2019b. Morph-specific protein patterns in the femoral gland secretions of a colour polymorphic lizard. *Sci. Rep.*, 9: 8412.
- MANGIACOTTI M., MARTÍN J., LÓPEZ P., REYES-OLIVARES C.V., RODRÍGUEZ-RUIZ G., COLADONATO A.J., SCALI S., ZUFFI M.A.L. & SACCHI R., 2020. Proteins from femoral gland secretions of male rock lizards *Iberolacerta cyreni* allow self—but not individual—recognition of unfamiliar males. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 74: 68.
- MANGIACOTTI M., PEZZI S., FUMAGALLI M., COLADONATO A.J., D'ETTORRE P., LEROY C., BONNET X., ZUFFI M.A.L., SCALI S. & SACCHI R., 2019a. Seasonal variations in femoral gland secretions reveals some unexpected correlations between protein and lipid components in a lacertid lizard. *J. Chem. Ecol.*, 45: 673-683.

*Indirizzo degli Autori* — M. MANGIACOTTI, A.J. COLADONATO, S. POZZI, R. SACCHI, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via Taramelli, 24 - 27100, Pavia (I); e-mail: marco.mangiacotti@unipv.it; A. MELOTTO, A. CONTI, G.F. FICETOLA, Department of Environmental Sciences and Policy, Università degli Studi di Milano (I); D. SALVI, Department of Health, Life and Environmental Sciences, University of L'Aquila (I); M.A.L. ZUFFI, Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I); S. SCALI, Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia, 55 - 20121 Milano (I).

MILO MANICA, ANDREA DALPASSO, GAIA MARINO, LORENZO LADDAGA,  
IRENE PANDOLFO, DANIELE SEGLIE, GIOVANNI SOLDATO  
& PAOLO EUSEBIO BERGÒ

FREQUENZA DEL MORFISMO BLU NEL GENERE *PELOPHYLAX*:  
PRIMI DATI DALLA ZSC “PALUDI DI ARSAGO”

RIASSUNTO

Il progetto LIFE Insubricus (LIFE19-NAT/IT/000883 INSUBRICUS) monitora le popolazioni di Anfibi presenti in alcuni siti riproduttivi di Pelobate fosco *Pelobates fuscus* di Lombardia e Piemonte. Fra le aree di studio e intervento la Zona Speciale di Conservazione (ZSC) “Paludi di Arsago” è quella con la comunità di Anfibi più importante. Nella stagione riproduttiva 2021 sono state intercettate 69.999 rane appartenenti al genere *Pelophylax* in migrazione verso i siti riproduttivi. Il presente lavoro rende note le osservazioni di alcuni individui con colorazione atipica blu-azzurra e una prima quantificazione della frequenza di questa variante.

*Parole chiave.* *Pelophylax lessonae-esculentus* cpx., anomalie cromatiche, mutazioni di colore, morfologia

SUMMARY

*Frequency of blue morphism in the genus Pelophylax: first data from the “Paludi di Arsago” SAC.* The LIFE INSUBRICUS Project (LIFE19-NAT/IT/000883 INSUBRICUS) aims at monitoring the known Italian populations of the Common spadefoot Toad *Pelobates fuscus* in Lombardy and Piedmont and the associated Amphibian communities. Among the investigated sites, the “Paludi di Arsago” Special Area for Conservation (SAC) hosts the more diverse community of Amphibians. In 2021, during the monitoring season, 69.999 edible frogs *Pelophylax* were counted through pitfall trapping. This study reports the observation of some individuals with atypical blue coloration and a first quantification of the frequency of this colour variation.

*Key words.* *Pelophylax lessonae-esculentus* cpx., chromatic anomalies, colour mutations, morphology

La Zona Speciale di Conservazione (ZSC) “Paludi di Arsago” è com-

presa all'interno dei confini comunali di Arsago Seprio (Varese) e Somma Lombardo (Varese). L'area rientra nella fascia morenica post-glaciale a sud del Lago Maggiore e si compone di un insieme di acquitrini temporanei intervallati da boschi misti di latifoglie e pino silvestre e zone prative gestite a sfalcio. Già negli scorsi 8 anni i siti riproduttivi della ZSC sono stati oggetto di studio e interventi di miglioramento ambientale e gestionale grazie a progetti realizzati e guidati dal Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Dal punto di vista batracologico, il sito delle "Paludi di Arsago" vede la presenza di diverse specie: Pelobate fosco *Pelobates fuscus*, Rospo comune *Bufo bufo*, Raganella italiana *Hyla intermedia*, Rana agile *Rana dalmatina*, Rana di Lataste *Rana latastei*, Rana verde del complesso lessona-esculenta *Pelophylax lessonae* – *Pelophylax* kl. *esculentus*, Tritone punteggiato *Lissotriton vulgaris* e Tritone crestato italiano *Triturus carnifex*.

La ZSC è monitorata da marzo 2021 nell'ambito del progetto LIFE19-NAT/IT/000883 INSUBRICUS, che ha come specie target il Pelobate fosco. Fra gli obiettivi del progetto vi è il monitoraggio dei siti di riproduzione del Pelobate fosco compresi fra Lombardia e Piemonte al fine di migliorare lo stato conservazionistico della specie mediante il ripristino e la creazione di zone umide ed interventi di restocking e reintroduzione della specie.

Il montaggio delle barriere con trappole a caduta (*drift fence - pitfall traps*) attorno ai siti riproduttivi permette di intercettare gli individui delle diverse specie presenti nell'area, consentendo una stima accurata dal punto di vista qualitativo e quantitativo.

I controlli si svolgono due volte al giorno per concentrare gli sforzi nelle ore di massima attività degli anfibii, dopo il tramonto e al mattino dopo l'alba. Durante il monitoraggio sono stati rinvenuti alcuni individui di rana verde del complesso *lessonae-esculenta* con colorazione del dorso più o meno marcata mente blu-azzurra.

In particolare tra il 23 aprile 2021 e l'11 maggio 2021 sono stati rinvenuti 7 individui in cui la colorazione verde o bruna tipica del complesso specifico è sostituita totalmente o quasi da tonalità più o meno intense di blu e azzurro (Fig. 1). Le osservazioni registrate sono da considerarsi effetto di una raccolta collaterale di dati a lato dell'attività di monitoraggio del Pelobate fosco e pertanto non è stato possibile fotografare gli individui in modo standardizzato con il riferimento di una scala cromatica. La raccolta di dati ha comunque permesso un calcolo della frequenza del morfismo atipico rispetto alle altre colorazioni più usuali.

Nella stagione di monitoraggio 2021 alle Paludi di Arsago sono state intercettate 69.999 rane appartenenti al genere *Pelophylax*. Tale numero va considerato una sottostima della reale popolazione presente nel sito poiché altri individui possono essere sfuggiti al conteggio visto il periodo limitato di





Fig. 1 — Individui di *Pelophylax* con colorazione atipica rinvenuti presso la ZSC “Paludi di Arsago” (A-G); H: Confronto fra un individuo con colorazione tipica e il primo individuo “blu-azzurro” rinvenuto (il medesimo ritratto in A).

installazione delle barriere, calibrato temporalmente sulle esigenze della specie target di progetto.

Dato il numero di individui caratterizzati dalla mutazione e posto in rapporto all'entità della popolazione di rane verdi, il tasso di mutazione è calcolabile in  $\sim 1/10.000$ .

Si può quindi ragionevolmente affermare che, nelle popolazioni della Pianura Padana, si tratta di una mutazione molto rara. Nelle foto riportate si può notare il pattern di variazione di questa interessante mutazione cromatica (Fig. 1).

L'atipica colorazione bluastra riscontrata nel corso del presente studio è un fenomeno conosciuto come cianismo (HOFSTRA, 2005); il cianismo è dovuto alla mancanza o alla riduzione di xantofori (cellule responsabili della pigmentazione tipicamente verde) (BAGNARA & HADLEY, 1969).

Sono noti altri casi di colorazione blu-azzurra nel genere *Pelophylax*, in particolare segnalati in Olanda (HOFSTRA, 1997, 1999), Francia (BOGAERTS, 2003) e Danimarca (BRINGSØE, 2020). Non ci risulta riportata in letteratura una casistica analoga per la nostra Penisola.

Questo è il primo studio che offre una quantificazione della frequenza della mutazione all'interno di una popolazione tanto numerosa. Ulteriori indagini sarebbero necessarie per comprendere la sporadicità e/o l'ereditarietà di questo fenomeno.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAGNARA J.T. & HADLEY M.E., 1969. The control of bright colored pigment cells of fishes and amphibians. *A.M. Zoologist*, 9: 465-478.
- BOGAERTS S., 2003. Blue 'green frogs' (*Rana esculenta*) and other herpetofauna on the Drulon estate (dépt. Cher), France. *Podarcis*, 4(1): 1-7.
- BRINGSØE H., 2020. A case of blue coloration and color change in *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Ranidae) in Denmark. *Rus. J. Herpetol.*, 27(4): 231-234.
- HOFSTRA J., 1997. Blauwe exemplaren van de Groene Kikker (*Rana esculenta*-complex) in Friesland. *Lacerta*, 55(6): 230-233.
- HOFSTRA J., 1999. Blauwe Groene Kikker in Friesland. *Meetnet Amfib. Meded.*, 3(1): 6-7.
- HOFSTRA, 2005. <https://www.geaflecht.nl/geafl/archief/artikel/blkikker.html>. Consultato nel maggio 2021.

*Indirizzo degli autori* — M. MANICA, Parco Lombardo della valle del Ticino, via Isonzo, 1 - 20013 Pontevecchio di Magenta (Milano, I); e-mail: milomanica@gmail.com; M. MANICA, A. DALPASSO, G. SOLDATO, P. EUSEBIO BERGÒ, G. MARINO, L. LADDAGA, I. PANDOLFO, D. SEGLIE, Eleade, C.le Montresco, 1 - 10010 Chiaverano (Torino, I); M. MANICA, L. LADDAGA, I. PANDOLFO, Tutela Anfibi Basso Verbano - 21018 Sesto Calende (Varese, I); A. DALPASSO, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze e Politiche ambientali, Via Celoria, 26 - 20133 Milano (I); G. MARINO, Università degli Studi di Torino, Dipartimento Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino (I); I. PANDOLFO, Università degli studi di Parma, via Università, 12/I - 43121 Parma (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6787277>

MARIA LUISA MARENZONI, FRANCESCO ORIGGI, ERIKA BALDONI,  
MARTA BIAGGINI, MANUELA DIAFERIA, DANIELE MARINI, ORIANA RAFFAELE,  
LAURA VIECELI, CLAUDIA CORTI, MASSIMO TRABALZA-MARINUCCI  
& OLIVIERO OLIVERI

RISULTATI PRELIMINARI DEL MONITORAGGIO SANITARIO  
SULLE INFEZIONI DA *MYCOPLASMA* SPP.,  
*MYCOPLASMA AGASSIZII* e TESTUDINID HERPESVIRUS  
PER IL RICOLLOCAMENTO DI *TESTUDO HERMANNI* CONFISCATE

RIASSUNTO

L'alto numero di individui confiscati a seguito di detenzione illegale ha posto l'esigenza di valutare la possibilità di un loro ricollocamento in ambienti naturali. A tale scopo nel 2019 sono state effettuate analisi sanitarie sulle *Testudo* tenute nei centri di recupero per identificare eventuali individui idonei al ricollocamento in natura, eseguendo, tra gli altri controlli, screening sierologici e molecolari per le infezioni da *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma agassizii* e Testudinid herpesvirus. Circa il 40% dei soggetti detenuti in cattività è stato escluso dalla possibilità di ricollocamento in natura a seguito dei risultati delle analisi effettuate. Lo stato infettivo di questi soggetti dovrebbe essere gestito anche in cattività e dovrebbero essere creati gruppi distinti di animali positivi e negativi proprio per permettere la selezione e il mantenimento dello stato di negatività per specifiche infezioni nei soggetti considerati idonei al ricollocamento.

*Parole chiave.* *Testudo hermanni*, screening sanitario, *Mycoplasma* spp., Testudinid herpesvirus

SUMMARY

*Preliminary results of health monitoring on Mycoplasma spp., Mycoplasma agassizii, and Testudinid herpesvirus infections for the relocation of confiscated Testudo hermanni.* The high number of confiscated individuals following illegal detention has created the need to evaluate the possibility of their relocation into wildlife. To this aim, the health status of *Testudo* kept in recovery centers was checked in 2019 to identify any individuals suitable for relocation into wildlife, performing serological and molecular screenings for infections by *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma agassizii*, and Testudinid herpesvirus. Approximately 40% of the individuals held in captivity were excluded from the possibility of relocation into the wildlife following the results of the analyses. The infectious state of these animals should be managed in captivity and



different groups of positive and negative animals should be created to allow the selection and maintenance of the negative state for some specific infections in individuals considered suitable for relocation.

*Key words.* *Testudo hermanni*, health screening, *Mycoplasma* spp., Testudinid herpesvirus

## INTRODUZIONE

L'elevato numero di individui confiscati a seguito di detenzione illegale ha causato un'alta concentrazione di *Testudo* nei centri di recupero per animali selvatici (CRAS) gestiti dai Carabinieri Forestali e creato l'esigenza di valutare la possibilità di un loro ricollocamento in ambienti naturali. Oltre agli aspetti genetici (origine geografica degli animali), comportamentali (come, ad esempio, la perdita della capacità di procurarsi il cibo causata dalla detenzione e la diminuzione delle reazioni anti-predatorie), e ambientali, indicati in linee guida precedentemente pubblicate (MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO MATTM, 2019) vanno valutati gli aspetti sanitari, per verificare sia che la testuggine abbia uno stato di salute idoneo ad affrontare la vita in natura, sia che risulti esente da malattie infettive che potrebbero causare una minaccia per individui selvatici della stessa o di altre specie suscettibili (RAPHAEL *et al.*, 2019; BALLOUARD *et al.*, 2021).

Scopo del lavoro è stato quello di valutare lo stato di salute di individui che potrebbero essere destinati al ricollocamento, con particolare riferimento alle infezioni da *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma agassizii* e infezioni da herpesvirus.

## MATERIALI E METODI

Nell'anno 2019 sono stati sottoposti a visita clinica individui di *Testudo hermanni*, mantenuti in due diversi CRAS (A e B). Durante la visita sono stati raccolti tamponi orali (TO) e sangue (Autorizzazione del MATTM Prot. n. 0011888 del 24/05/2019; Autorizzazione della Regione Sardegna Prot. n. 3115 Rep. N. 42 dell'11/02/2019) per eseguire le successive analisi (MATTM, 2019).

I TO, eseguiti con tamponi di cotone sterili, sono stati immersi in 0.5 ml di soluzione fosfata tamponata (PBS), quindi processati in laboratorio per effettuare l'estrazione del DNA, impiegando un kit commerciale secondo le indicazioni del produttore (DNeasy Tissue kit, Qiagen), da utilizzare per la

ricerca, tramite metodi biomolecolari, di Testudinid herpesvirus (TeHV-1, 2, 3 e 4), *Mycoplasma* spp. e *Mycoplasma agassizii*. Dal DNA è stata poi effettuata la ricerca del gene della DNA polimerasi dell'herpesvirus tramite reazione a catena della polimerasi (PCR), comune a tutti gli herpesvirus dei cheloni (VANDEVANTER *et al.*, 1996; ORIGGI, 2012; MARENZONI *et al.*, 2018). Sono stati inoltre allestiti protocolli di PCR specie-specifici nei confronti dei singoli TeHV (1, 2, 3, 4) da applicare in caso di positività, al fine di identificare univocamente l'agente eziologico coinvolto (ORIGGI, 2012). Per il rilevamento di *Mycoplasma* spp. è stato utilizzato un protocollo di PCR con target il gene 16S rRNA (LIERZ *et al.*, 2007), che identifica molte diverse specie di micoplasm. Per il rilevamento di *Mycoplasma agassizii* invece è stato utilizzato un altro protocollo specifico che identifica la regione variabile V3 del gene 16S rRNA (BROWN *et al.*, 1999).

Il prelievo di sangue è stato eseguito utilizzando provette contenenti litio eparina come anticoagulante. Il sangue è stato poi separato, tramite centrifugazione, in plasma, utilizzato per il test ELISA per la ricerca di anticorpi nei confronti di TeHVs, e parte corpuscolata da destinare alla successiva caratterizzazione genetica (qui non presentata). Per la ricerca sierologica è stato utilizzato un protocollo precedentemente validato sulle testuggini (ORIGGI *et al.*, 2001).

## RISULTATI

Sono state sottoposti ad analisi 328 individui, di cui 194 provenienti dal CRAS A e 134 dal CRAS B. I due CRAS avevano caratteristiche gestionali differenti, ma le condizioni sanitarie degli individui di *Testudo hermanni* di entrambi i centri erano in generale definibili buone. I risultati delle analisi microbiologiche sono riportati nella Tab. 1.

**Tab. 1**

Risultati di positività ottenuti per la ricerca di Testudinid herpesvirus (TeHVs e Panherpesvirus), *Mycoplasma agassizii* e *Mycoplasma* spp.

<b>Analisi</b>	<b>Risultati positivi (%)</b>	<b>Risultati dubbi (%)</b>
<b>Sierologia per TeHVs</b>	16/328 (4.9)	8/328 (2.4)
<b>PCR Panherpesvirus</b>	4/328 (1.2)	0
<b>PCR <i>Mycoplasma agassizii</i></b>	113/328 (34.5)	0
<b>PCR <i>Mycoplasma</i> spp.</b>	104/328 (31.7)	0

## DISCUSSIONE

Tra i criteri che devono essere valutati prima di poter ricollocare in natura animali precedentemente detenuti in condizioni di cattività, al fine di tutelare l'ambiente naturale in cui tali soggetti dovrebbero essere immessi, devono essere presi in considerazione anche quelli sanitari (MATTM, 2019). Con tale scopo sono stati utilizzati diversi test di laboratorio per identificare soggetti infetti da microrganismi che erano stati precedentemente indicati come rilevanti negli individui da destinare al ricollocamento in natura, ossia herpesvirus e micoplasmi, in particolare *M. agassizii* (BROWN *et al.*, 1999; MARENZONI *et al.*, 2018; RAPHAEL *et al.*, 2019; BALLOUARD *et al.*, 2021). Sono stati applicati quattro protocolli di diagnosi di infezione e i risultati dei vari esami molecolari (per herpesvirus e micoplasmi) e/o del test sierologico (solo per gli herpesvirus) sono stati combinati per una lettura finale, al fine di determinare l'idoneità dei soggetti da ricollocare (BROWN *et al.*, 1999; ORIGGI *et al.*, 2001; LIERZ *et al.*, 2007; MARENZONI *et al.*, 2018). Circa il 40% dei soggetti presenti nei centri di recupero è stato escluso dal ricollocamento per cause infettive, ovvero per positività agli agenti sopra citati. Questo ha comportato pertanto una stringente selezione dei soggetti da ricollocare e, unito agli altri criteri di selezione, ad esempio genetici (MATTM, 2019), ha limitato notevolmente le possibilità di ricollocamento a circa una decina di individui. Una ulteriore conseguenza di tale selezione è il problema della gestione in cattività di questi animali in quanto è necessario attuare una separazione degli animali infetti da quelli non infetti, potenzialmente idonei ad essere ricollocati in natura.

## BIBLIOGRAFIA

- BALLOUARD, J. M., BONNET, X., JOURDAN, J., MARTINEZ-SILVESTRE, A., GAGNO, S., FERTARD, B. & CARON, S., 2021. First detection of herpesvirus and mycoplasma in free-ranging Hermann's tortoises (*Testudo hermanni*), and in potential pet vectors. *bioRxiv*.
- BROWN M.B., MCLAUGHLIN G.S., KLEIN P.A., CRENSHAW B.C., SCHUMACHER I.M., BROWN D.R. & JACOBSON E.R., 1999. Upper respiratory tract disease in the gopher tortoise is caused by *Mycoplasma agassizii*. *J. Clin. Microbiol.*, 37: 2262-9.
- LIERZ M., HAGEN N., HARCOURT-BROWN N., HERNANDEZ-DIVERS S.J., LÜSCHOW D. & HAFEZ H.M., 2007. Prevalence of mycoplasmas in eggs from birds of prey using culture and a genus-specific mycoplasma polymerase chain reaction. *Avian Pathol.*, 36: 145-50.
- MARENZONI M.L., SANTONI L., FELICI A., MARESCA C., STEFANETTI V., SFORNA M., FRANCIOSINI M.P., CASAGRANDE PROIETTI P. & ORIGGI C., 2018. Clinical, virological and epidemiological characterization of an outbreak of Testudinid Herpesvirus 3 in a chelonian captive breeding facility: Lessons learned and first evidence of TeHV3 vertical transmission. *PLoS One*, 13: e0197169.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE (MATTM), 2019. Linee guida per il ricollocamento in natura di individui del genere *Testudo* spp. confiscati.

[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/linee\\_guida\\_testudo\\_aggiornate\\_2019.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/cites/linee_guida_testudo_aggiornate_2019.pdf) accessed 27 August 2020.

- ORIGGI F.C., 2012. Testudinid Herpesviruses: A Review. *J. Herpetol. Med. Surg.*, 22(1-2): 42-54.
- ORIGGI F.C., KLEIN P.A., MATHES K., BLAHAK S., MARSCHANG R.E., TUCKER S.J. & JACOBSON E.R., 2001. Enzyme-linked immunosorbent assay for detecting herpesvirus exposure in Mediterranean tortoises (spur-thighed tortoise [*Testudo graeca*] and Hermann's tortoise [*Testudo hermanni*]). *J. Clin. Microbiol.*, 39: 3156-63.
- RAPHAEL, B. L., MACEY, S. K., PLATT, S. G., SEIMON, T. A., OSSIBOFF, R. J., HORNE, B. D., GAMARRA A.L., BARRERA M.G., LWIN T., SOE M. M., AUNG S. H., NEW S. S., KHAING L.L. & PLATT, K., 2019. Health Screening of Burmese Star Tortoises (*Geochelone platynota*) Prior to Introduction to the Wild. *Cbeonian Conserv. Bi.: Celebrating 25 Years as the World's Turtle and Tortoise Journal*, 18: 153-162.
- VANDEVANter, D.R., WARRENER, P., BENNETT, L., SCHULTZ, E.R., COULTER, S., GARBER, R.L. & ROSE, T.M., 1996. Detection and analysis of diverse herpesviral species by consensus primer PCR. *J. Clin. Microbiol.*, 34: 1666-1671.

*Indirizzo degli autori* - M.L. MARENZONI, E. BALDONI, M. DIAFERIA, D. MARINI, O. RAFFAELE, L. VIECELI, M. TRABALZA-MARINUCCI, O. OLIVERI, Department of Veterinary Medicine, University of Perugia, via S. Costanzo, 4 - 06126 Perugia (I); F. ORIGGI, Centre for Fish and Wildlife Health, Vetsuisse Faculty, University of Bern, Bern, Switzerland, Hochschulstrasse, 6 - 3012 Bern (Switzerland); M. BIAGGINI, C. CORTI, Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze, Sezione di Zoologia "La Specola", via Romana, 17 - 50125 Firenze (I).



FABIO MASTROPASQUA, EGIDIO FULCO, CRISTIANO LIUZZI,  
MARCO DELORENZO & EGIDIO MALLIA

PRIMO CATASTO DELLE AREE UMIDE DEL PARCO REGIONALE  
DI GALLIPOLI COGNATO E PICCOLE DOLOMITI LUCANE  
(POTENZA, BASILICATA)

RIASSUNTO

Si presentano i risultati di uno studio mirato all'individuazione e alla mappatura delle principali aree umide del Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane, condotto da luglio 2020 a giugno 2021. Per ciascun sito visitato sono state annotate le coordinate geografiche, la tipologia di area umida, eventuali criticità oltre che le specie di Anfibi rilevate. Sono stati censiti oltre 70 siti e rilevate 10 specie di Anfibi, tra le quali le più diffuse e comuni sono risultate *Lissotriton italicus*, *Rana italica* e *Pelophylax kl. esculentus* mentre quelle più localizzate sembrano essere *Bombina pachypus* e *Salamadrina terdigitata*.

*Parole chiave:* aree umide, Anfibi, Parco Regionale Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane

SUMMARY

*First wetlands' land registry of the "Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane" Regional Park (Potenza - Basilicata).* We present here the results of a study aimed at identifying and mapping the principal wetlands of the "Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane" Regional Park, conducted from July 2020 to June 2021. For each site visited, the geographical coordinates, wetland type, critical issues as well as the species of Amphibians detected were noted. Over 70 sites were surveyed and 10 species of Amphibians were detected, among which the most widespread and common were *Lissotriton italicus*, *Rana italica* and *Pelophylax kl. esculentus* while the most localized ones seemed to be *Bombina pachypus* and *Salamadrina terdigitata*.

*Key words:* wetlands, Amphibians, Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane Regional Park

## INTRODUZIONE

Il Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane è situato in un'area montana della Basilicata, a cavallo delle provincie di Matera e Potenza, comprendente i comuni di Accettura, Calciano, Oliveto Lucano, Castelmezzano e Pietrapertosa. L'area protetta si estende per poco più di 27.000 ettari ed è caratterizzata da una complessa orografia, esemplificata dagli estremi altimetrici compresi tra 260 e 1.400 m. s.l.m. Il paesaggio ecosistemico è dominato da imponenti pareti di roccia arenaria denominate "Dolomiti lucane" che occupano gran parte del settore settentrionale e le foreste montane di latifoglie a prevalenza di *Quercus cerris*, spesso associate a *Q. petraea*, *Q. frainetto* e, alle quote inferiori, *Q. pubescens*. I corsi di acqua rientrano nel bacino idrografico del fiume Basento (che segna i confini settentrionali dell'area protetta) e del fiume Cavone; i principali sono il torrente Caperrino, il torrente Salandrella, il torrente Misegna e il torrente Poste con relativi affluenti, costituiti in genere da fossi per lo più a regime stagionale. Per quanto concerne le acque lentiche, si riscontrano numerose risorgive, sovente convertite in fontanili e abbeveratoi, oltre che piccole raccolte d'acqua per lo più stagionali; l'unico lago di una certa estensione deriva dallo sbarramento artificiale del torrente Camastra (lago di Ponte Fontanelle), che rientra solo parzialmente nei confini dell'area protetta.

Le ricerche condotte sono state finanziate dall'Ente Parco con lo scopo di mappare i "punti acqua – fontanili" presenti nell'intero territorio forestale del Parco, elaborare e implementare la check list di Anfibi e Rettili del Parco, elaborare linee guida – misure di gestione afferenti Rettili, Anfibi e aree umide in genere.

## MATERIALI E METODI

Per l'individuazione di aree umide da indagare e di eventuali dati di presenza di specie erpetologiche, sono state utilizzate le seguenti fonti di informazioni:

1. carte tematiche (idrografie comunali, IGM, ortofoto, carte escursionistiche ecc.);
2. interviste a *stakeholders* ed esperti del territorio (es: pastori, agricoltori, guide escursionistiche, funzionari delle forze dell'ordine ecc.);
3. dati rinvenibili in bibliografia.

All'interno dell'area Parco sono state, dunque, preventivamente ricercate eventuali aree umide, anche minori, attraverso lo studio di cartografia digitale e cartacea (IGM, foto satellitari, carte tematiche ecc.); in particolare sono

stati ricercati toponimi che riconducessero alla presenza storica, naturale o artificiale, di acqua (es.: lago, votano, piscina, pozzo ecc.).

Ogni area così individuata è stata visitata almeno una volta durante il periodo di monitoraggio (luglio 2020-giugno 2021); durante ogni sessione sono stati annotati, le coordinate geografiche, la tipologia di area umida, la presenza di specie erpetologiche e di eventuali criticità/fonti di impatto (es. presenza di pesci, specie alloctone ecc.). Tutti i dati raccolti sono stati annotati su schede cartacee predisposte per i sopralluoghi, ed in seguito trasformati in supporti elettronici (fogli di calcolo) al fine di costruire il vero e proprio catasto delle aree umide individuate, in modo da poter essere facilmente consultato anche su piattaforme cartografiche ed in ambiente GIS. In seguito, sono stati pianificati sopralluoghi mirati a verificare lo stato delle singole aree umide e l'eventuale presenza di Anfibi e Rettili. Le specie sono state ricercate attivamente (individui adulti, larve ed ovature), tramite osservazione diretta, ascolto del canto e gli individui non sono stati maneggiati o catturati. Per il monitoraggio delle popolazioni di Bufonidi, e dei movimenti delle stesse durante la migrazione riproduttiva, sono stati condotti dei sopralluoghi notturni nei periodi idonei (febbraio-maggio) (STOCK & GENOVESI, 2016). I dati raccolti, sotto forma di singoli record, sono stati archiviati in un database nel quale ogni riga riporta il ritrovamento di una singola specie, per la quale sono stati annotati: data, ora, nome volgare e scientifico, numero di individui rilevati e quando disponibili stadio biologico (uova, larve, giovani, adulti riproduttivi) oltre che i dati geografici (coordinate geografiche e metriche, altitudine, Comune e località di ritrovamento).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Tramite l'analisi dei dati raccolti nella prima fase della ricerca sono stati individuati 71 siti umidi potenzialmente idonei alla presenza di specie di Anfibi. Nella seconda fase della ricerca, sono stati effettuati sopralluoghi mirati e sono state indagate un totale 76 aree umide, delle quali la maggior parte riferibili alla tipologia "fontanile" (60% circa), sebbene vada sottolineato che in molti casi è stata rilevata nella stessa area la presenza di più tipologie di raccolte d'acqua, ad esempio fontanili in prossimità di fossi, torrenti con annessi ristagni e pozze, ecc. Per quanto concerne le specie, sono state individuate dieci specie di Anfibi tre delle quali (*Salamandrina terdigitata*, *Triturus carnifex* e *Bombina pachypus*) inserite nell'All. II della Dir. Habitat. Si sottolinea come la presenza di *B. pachypus* sia stata confermata solo di recente (FULCO *et al.*, 2018) e che nel corso della presente indagine sono state individuate 4 distinte popolazioni, localizzate nella porzione centroccidentale dell'area



protetta. Per quanto concerne *S. terdigitata*, la specie sembra essere localizzata ma ben distribuita nel territorio indagato, sebbene con popolazioni apparentemente poco numerose. Di notevole interesse locale è la presenza di alcune popolazioni di *Rana dalmatina*, la cui distribuzione in Basilicata risulta per lo più limitata all'Appennino Lucano e al Pollino, mentre la specie è assente da gran parte del settore subappenninico e collinare (SINDACO *et al.*, 2006; LANZA *et al.*, 2007).

#### BIBLIOGRAFIA

- FULCO E., LIUZZI C. & MASTROPASQUA F., 2018. Anfibi e rettili del Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane: check-list e status. Libro degli abstract del XII° Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica Rende (Cosenza), 1-5 ottobre 2018.
- LANZA B., ANDREONE F., BOLOGNA M.A., CORTI C. & RAZZETTI E., 2007. Fauna d'Italia Vol. XLII. Amphibia. *Edizioni Calderini de Il Sole 24 Ore*, Bologna.
- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E. & BERNINI F. (Eds.), 2006. Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia/ Atlas of Italian Amphibians and Reptiles. Societas Herpetologica Italica, *Edizioni Polistampa*, Firenze, pp. 792.
- STOCH F. & GENOVESI P. (Eds.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.

*Indirizzo degli autori* — F. MASTROPASQUA, E. FULCO, C. LIUZZI, SHI Puglia, Via Padre Pio da Pietrelcina 10 - 70020 Bitritto (BA); e-mail: fabiomastro77@gmail.com; M. DELORENZO, E. MALLIA, Parco Regionale di Gallipoli Cognato e Piccole Dolomiti Lucane, Località Palazzo - 75011 Accettura (MT).

FABRIZIO ONETO, SEBASTIANO SALVIDIO, DARIO OTTONELLO,  
STEFANIA D'ANGELO, ELISA ALEO & SALVATRICE VIZZINI

## DIETA E COMPETIZIONE IN *EMYS TRINACRIS*: IL CONTRIBUTO DELL'ANALISI ISOTOPICA

### RIASSUNTO

La presente ricerca è rivolta alla Testuggine palustre siciliana *Emys trinacris*. Lo studio è stato condotto in due aree: Gorgo Alto, Medio e Basso nella Riserva Naturale WWF “Lago Preola – Gorgi Tondi” (TP); Gorgo Lungo nella Riserva Naturale orientata “Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago” (PA). La ricerca è stata svolta attraverso catture periodiche delle testuggini e delle specie ittiche potenzialmente competitive e prelievo di campioni di tessuto: ematici e cornei per *Emys* e di muscolo per i pesci. L'analisi della dieta è stata effettuata applicando lo studio degli isotopi stabili di carbonio ed azoto su tessuti ematici e cornei dalle testuggini palustri e sul muscolo dorsale delle altre specie. L'esistenza di differenze significative nei livelli isotopici nel sangue e nelle unghie delle testuggini nel periodo giugno-settembre conferma l'esistenza di una strategia trofica opportunistica soprattutto a fine estate, prediligendo risorse diverse in funzione della stagione e probabilmente della loro disponibilità. Al contrario, le specie ittiche analizzate, sembrano avere una dieta più spiccatamente erbivora nella carpa e onnivora in gambusia, sovrapponendosi solo in parte con le abitudini alimentari di *Emys*. Nel caso della popolazione del Gorgo Lungo (Riserva Bosco Ficuzza), è stata riscontrata una differenza significativa fra maschi e femmine, non osservata nei Gorgi Tondi, sia per  $\delta^{15}\text{N}$  che per  $\delta^{13}\text{C}$ . In particolare, i maschi presentano valori maggiori per entrambi gli isotopi rispetto alle femmine, indicando una dieta maggiormente carnivora. Questo risultato non è tuttavia confermato dai valori isotopici del materiale corneo, portando a ipotizzare un sostanziale allineamento dei sessi nello spazio trofico. Non sono presenti differenze rispetto ai mesi di campionamento, confermando rispetto a quanto visto nei Gorgi Tondi una dieta più routinaria delle testuggini del Gorgo Lungo.

*Parole chiave.* *Emys trinacris*, Sicilia, dieta, isotopi

### SUMMARY

*Diet and competition in Emys trinacris: the contribution of isotopic analysis.* The research is focused on the Sicilian pond turtle, *Emys trinacris*. The study was conducted in two areas: Gorgo

Alto, Gorgo Medio and Gorgo Basso in the WWF Nature Reserve “Lago Preola - Gorgi Tondi” (TP); Gorgo Lungo in the Nature Reserve “Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago” (PA). The research was carried out through periodic capture of tortoises and potentially competing fish species and sampling of tissues: blood and horny for *Emys* and muscle for fish. The analysis of the diet was carried out by applying the study of stable isotopes of carbon and nitrogen on blood and horny tissues of marsh turtles and on the back muscles of fishes. The existence of significant differences in isotope levels in the blood and nails of tortoises in the period from June to September confirms the existence of an opportunistic trophic strategy, especially in late summer, entailing a preference for different resources depending on the season and probably on resource availability. On the contrary, the fish species analyzed seem to have a more distinctly herbivorous diet referring to carp and omnivorous diet referring to eastern mosquitofish, overlapping only in part with the eating habits of *Emys*. In the Gorgo Lungo population (Riserva Bosco Ficuzza), a significant difference was found between males and females, not observed in Gorgi Tondi, both for  $\delta^{15}\text{N}$  and for  $\delta^{13}\text{C}$ . In particular, males have higher values for both the isotopes than females, indicating a more carnivorous diet. However, this result is not confirmed by the isotopic values of  $\delta^{13}\text{C}$  from the horny material, leading to hypothesize a substantial alignment of the sexes in the trophic space. There are no differences among months of sampling, confirming a more routine diet for Gorgo Lungo tortoises compared to those from Gorgi Tondi.

*Key words.* *Emys trinacris*, Sicily, diet, isotopes

## INTRODUZIONE

La conoscenza del comportamento, delle strategie e delle preferenze alimentari di una specie è una delle pietre miliari per la comprensione della sua storia naturale oltre ad essere elemento fondamentale per la sua tutela e gestione, anche in relazione ai molteplici pericoli derivanti dall'introduzione e dall'espansione delle specie alloctone invasive (LOWE *et al.*, 2000). Le testuggini palustri sono tradizionalmente considerate animali generalisti e opportunisti con una dieta preferenzialmente carnivora da giovani che vira verso una maggiore onnivoria negli adulti (ERNST & BARBOUR, 1989), sebbene esistano casi di specializzazione, come in *Graptemys geographica* verso i molluschi (VOGT & HOLDEN, 1981).

Sebbene siano stati condotti diversi studi sulla co-generica Testuggine palustre europea (ad esempio: Francia, OTTONELLO *et al.*, 2005; Turchia, ÇIÇEK & AYAZ, 2011), i primi studi inerenti la dieta di *Emys trinacris* sono relativamente recenti e relativi alla popolazione del Lago Preola e Gorgi Tondi (Trapani) (OTTONELLO *et al.*, 2021). *E. orbicularis* è considerata tradizionalmente una specie carnivora (STEPHENS & WIENS, 2003) e anche gli elementi morfologici del suo apparato boccale sono quelli tipici di un animale acquatico carnivoro (NATCHEV *et al.*, 2015). Nonostante ciò, una recente revisione (FICETOLA *et al.*, 2006) e alcuni studi (LEBBORONI & CHELAZZI, 1991; OTTONELLO *et al.*, 2005; ÇIÇEK & AYAZ, 2011) hanno evidenziato un'elevata

presenza di materia vegetale nella sua dieta, tanto da far supporre che in alcune aree si possa verificare un ampliamento del suo spettro alimentare che da strettamente carnivoro può diventare onnivoro durante lo sviluppo, come peraltro osservato in altri emididi (es. *Trachemys scripta*: HART, 1983). Partendo da questi studi nel periodo 2018/2020 è stato attivato uno studio specifico su *E. trinacris* con i seguenti obiettivi: 1) descrivere la nicchia isotopica di *Emys trinacris*, anche in relazione al sesso degli animali e ottenere indicazioni sull'ecologia trofica; (2) indagare l'esistenza di schemi temporali o spaziali che determinano la composizione della dieta fra popolazioni diverse; (3) valutare come la presenza di specie aliene competitive possa influenzare la dieta della specie.

Tutte le attività di cattura, manipolazione e raccolta dei tessuti sono state condotte previa acquisizione di autorizzazione in deroga al DPR 357/97 n° 0004221 del 01/03/2018, ottenuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, e autorizzazione in deroga ottenuta dalla Regione Sicilia n° 6683 del 23/03/2018.

## MATERIALI E METODI

La ricerca è stata condotta in due aree individuate sul territorio siciliano e note per la presenza di popolazioni selvatiche di testuggine palustre:

– Riserva Naturale WWF “Lago Preola – Gorghi Tondi” (Trapani), situata a una quota di circa 4 m slm e caratterizzata da tre stagni (Gorghi Tondi) di cui Gorgo Alto e Medio in collegamento mentre il Gorgo Basso risulterebbe adiacente ma separato (OTTONELLO *et al.*, 2021);

– Riserva naturale orientata “Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere e Gorgo del Drago” (Palermo) situata a una quota di circa 850 m slm e caratterizzata dallo stagno Gorgo Lungo.

I campionamenti sono stati effettuati fra giugno e settembre 2018 e fra luglio e settembre 2019, attraverso sessioni standard di cattura di tre giorni ciascuna con ausilio di nasse. Ogni testuggine catturata è stata marcata individualmente, sono stati catalogati i dati morfometrici di base e prelevato sangue e materiale corneo (BALZANI *et al.*, 2016). Per quanto riguarda le testuggini palustri, sono stati prelevati da ciascun individuo circa 0,5 ml di sangue attraverso la vena sopra-caudale e due campioni di unghie (una dalle zampe anteriori e una dalle zampe posteriori). I campioni di sangue una volta prelevati sono stati diluiti con EDTA all'interno di provette Eppendorf e mantenuti, insieme alle unghie, a temperatura stabile e controllata in congelatore (PEARSON *et al.*, 2012; BALZANI *et al.*, 2016).

Per quanto riguarda le specie di pesci rinvenute nei laghi, gli individui

catturati sono stati rimossi dall'ambiente naturale e dopo la soppressione mantenuti a temperatura controllata.

I campioni di tessuto sono stati preparati presso i laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare dell'Università di Palermo per la successiva analisi degli isotopi stabili del carbonio ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e dell'azoto ( $\delta^{15}\text{N}$ ).

Tutte le analisi sono state svolte con l'ausilio dei pacchetti disponibili nel software R4.04 (R Core Team 2021). Per l'analisi è stata applicata l'ANOVA one way e il Tukey's test per i confronti a coppie nell'analisi post hoc o, in presenza di distribuzioni non normali, si è proceduto con il Kruskal Wallis test e l'analisi post hoc relativa (Dunn's Test e Nemenyi's Test).  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  di *E. trinacris* e delle specie compresenti negli ambienti campionati sono stati comparati con una Linear Discriminant Analysis (LDA), come descritto da VENABLES & RIPLEY (2002).

## RISULTATI

Durante le cinque sessioni di cattura nel 2018/19 sono state catturate complessivamente 109 testuggini nella Riserva Lago Preola – Gorgi Tondi e 42 testuggini nella Riserva di Bosco Ficuzza. Per ciascun individuo sono stati quantificati i livelli degli isotopi stabili  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  del sangue e delle unghie.

Per quanto riguarda le specie ittiche presenti al momento delle catture, sono stati prelevati 84 pesci appartenenti a due specie alloctone (44 *Cyprinus carpio* e 40 *Gambusia holbrooki*) solo nella Riserva Lago Preola – Gorgi Tondi, precisamente nel Gorgo Medio e Gorgo Alto mentre nel Gorgo Basso non sono stati catturati pesci confermando quanto già osservato da OTTONELLO *et al.* (2016).

Considerando i campioni di unghie di *Emys* prelevati ai Gorgi Tondi (Riserva Lago Preola – Gorgi Tondi), si osservano differenze significative nei contenuti isotopici solo fra le 2 specie ittiche, mentre non emergerebbero differenze fra *Emys* e i pesci ( $\delta^{15}\text{N}$  Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 85,446$ , gdl = 2,  $p < 2,2\text{e-}16$ ;  $\delta^{13}\text{C}$  Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 46,503$ , df = 2,  $p = 7,979\text{e-}11$ ). Il confronto fra le tracce isotopiche nei due sessi in *Emys* non mostra differenze significative fra maschi e femmine né rispetto a  $\delta^{15}\text{N}$  (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 0,0019$ , gdl = 1,  $p = 0,9647$ ) né per  $\delta^{13}\text{C}$  (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 1,1417$ , gdl = 1,  $p = 0,2853$ ). Considerando la variabile stagionale nel periodo giugno/settembre, le differenze sono significative ( $\delta^{15}\text{N}$ : Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 22,61$ , gdl = 2,  $p = 1,231\text{e-}05$ ;  $\delta^{13}\text{C}$ : Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 14,786$ , gdl = 2,  $p = 0,0006$ ), indicando una maggiore variabilità fra giugno e settembre per  $\delta^{15}\text{N}$  e fra luglio e settembre per  $\delta^{13}\text{C}$ . Passando infine alla verifica delle differenze fra i contenuti isotopici nel materiale corneo prelevato dalle *Emys* nei tre Gorgi (Basso, Medio e Alto),

i test risultano debolmente significativi ( $\delta^{15}\text{N}$  Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 10,718$ , gdl = 2,  $p = 0,004$ ;  $\delta^{13}\text{C}$  Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 13,159$ , gdl = 2,  $p = 0,0013$ ), con analisi in questo caso che confermerebbero differenze significative per  $\delta^{15}\text{N}$  (Gorgo Medio vs Gorgo Basso  $p = 0,0812$ ; Gorgo Alto vs Gorgo Basso  $p = 0,0052$ ) meno evidenti per  $\delta^{13}\text{C}$  (Gorgo Medio vs Gorgo Basso  $p = 0,0647$ ; Gorgo Alto vs Gorgo Basso  $p = 0,0011$ ), mentre non ci sarebbero differenze significative fra Gorgo Medio e Gorgo Alto ( $\delta^{15}\text{N}$ :  $p = 0,812$ ;  $\delta^{13}\text{C}$ :  $p = 0,518$ )

Nel caso della popolazione del Gorgo Lungo (Riserva Bosco Ficuzza), il sito apparentemente è colonizzato solo da individui di *E. trinacris*, e non sarebbero presenti potenziali competitori. Utilizzando i campioni cornei prelevati da questa popolazione, considerando le relazioni intraspecifiche rispetto al sesso e le eventuali differenze nell'arco della stagione di monitoraggio, non esisterebbe una correlazione fra sesso e contenuto isotopico ( $\delta^{15}\text{N}$ :  $p = 0,119$ ;  $\delta^{13}\text{C}$ :  $p = 0,986$ ) così come fra il mese di campionamento e contenuto isotopico ( $\delta^{15}\text{N}$ :  $p = 0,301$ ;  $\delta^{13}\text{C}$ :  $p = 0,369$ ).

Infine, mettendo a confronto le tracce isotopiche nei campioni cornei prelevati dalle popolazioni di *E. trinacris* delle due aree campionate (Gorghi Tondi vs Gorgo Lungo), i valori di  $\delta^{15}\text{N}$  risulterebbero differenti considerando il Gorgo Lungo e gli altri corpi idrici (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 47.04$ , gdl = 3,  $p = 3.408e-10$ ). Analogo risultato è fornito dal  $\delta^{13}\text{C}$  (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 50.173$ , gdl = 3,  $p = 7.341e-11$ ).

## DISCUSSIONE

La strategia trofica delle popolazioni di Testuggine palustre siciliana nelle aree indagate rispecchia quanto già indicato per *Emys orbicularis* (FICETOLA *et al.*, 2006; OTTONELLO *et al.*, 2021), seguendo uno schema sostanzialmente opportunistico e generalista.

Nel caso delle *Emys* provenienti dalla Riserva Lago Preola – Gorghi Tondi, analizzando i contenuti isotopici del materiale corneo di maschi e femmine non sono state rilevate significative differenze, mentre come era ipotizzabile c'è una certa variabilità rispetto alla stagione nel contenuto di  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  fra giugno e settembre, confermando quanto osservato attraverso l'analisi dei contenuti fecali delle testuggini di questa popolazione (OTTONELLO *et al.*, 2021).

In questo caso, però, è interessante osservare come il modello restituisca una differenza ai limiti della significatività nelle tracce isotopiche nelle unghie delle testuggini fra i diversi siti. Soprattutto Gorgo Basso si differenzia sia da Gorgo Alto sia da Gorgo Medio, mentre Alto e Medio risultano simili. Questo è valido soprattutto per  $\delta^{15}\text{N}$ , meno evidente invece la variabilità per  $\delta^{13}\text{C}$ .

Tali indicazioni ricalcano in parte le ipotesi e i risultati ottenuti da OTTONELLO *et al.* (2021) analizzando i contenuti fecali delle *Emys* dei tre Gorghi e i tassi di crescita nelle tre subpopolazioni.

Pur essendo chiaro che i valori isotopici sono influenzati anche dalla tipologia di tessuto che viene utilizzato per le analisi (JACKSON *et al.*, 2011; BALZANI *et al.*, 2016), è stato possibile in questa sede provare un confronto delle tracce isotopiche nelle unghie di *E. trinacris* e delle specie potenziali competitori nei siti della Riserva Lago Preola e Gorghi Tondi. OTTONELLO *et al.* (2016) ipotizzano che le evidenti differenze sia biometriche sia nella produttività e nell'accrescimento delle testuggini rilevabili fra Gorgo Basso e il sistema Gorgo Alto e Gorgo Medio possano essere ricondotte alla presenza solo nel Gorgo Alto e Gorgo Medio di specie ittiche quali Carpa specchio e Gambusia, specie che possono avere un impatto rilevante sulla componente macrobentonica dei corpi idrici colonizzati (CAGLE, 1946; GIBBONS, 1982; MACCULLOCH & SECOY, 1983; DUNHAM & GIBBONS, 1990; OTTONELLO *et al.*, 2016).

In questo caso l'approccio dell'analisi isotopica e soprattutto l'indagine della nicchia isotopica potrebbe restituire informazioni sul livello di competizione nei Gorghi.

Considerando per prima cosa i contenuti di  $\delta^{15}\text{N}$  e  $\delta^{13}\text{C}$  nelle unghie, le differenze sarebbero significative fra *Emys* e le specie ittiche, mentre sarebbero simili i valori di carpa e gambusia. Tale differenza è meno netta considerando i livelli di  $\delta^{13}\text{C}$  fra testuggini e carpa. Gli stessi risultati sono ottenuti considerando le tracce isotopiche del sangue di *Emys*.

Nel caso della popolazione del Gorgo Lungo (Riserva Bosco Ficuzza), considerando il sangue delle testuggini catturate, vi sarebbe una differenza significativa fra maschi e femmine, non osservata nei Gorghi Tondi, sia per  $\delta^{15}\text{N}$  sia per  $\delta^{13}\text{C}$ . In particolare, i maschi presentano valori maggiori per entrambi gli isotopi rispetto alle femmine, indicando una dieta maggiormente carnivora. Questo risultato non è tuttavia confermato dai valori isotopici del materiale corneo (che generalmente fornisce indicazioni sulla dieta relativa ad un periodo di tempo maggiore rispetto al sangue), portando a ipotizzare un sostanziale allineamento dei sessi nello spazio trofico. Allo stesso modo non sono presenti differenze rispetto ai mesi di campionamento, confermando, rispetto a quanto visto nei Gorghi Tondi, una dieta più routinaria delle testuggini del Gorgo Lungo.

Interessante infine il dato che emerge dal confronto fra il Gorgo Lungo e il gruppo del Gorghi Tondi. I dati in questo caso confermerebbero una netta distinzione fra le tracce isotopiche delle due popolazioni. Tali analisi dovranno essere approfondite attraverso lo studio delle nicchie isotopiche (LAYMAN



*et al.*, 2007) per poter studiare la sovrapposizione fra i diversi gruppi considerati e permettere un approccio alla strategia trofica di questi animali.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALZANI P., VIZZINI S., SANTINI G., MASONI A., CIOFI C., RICEVUTO E. & CHELAZZI G., 2016. Stable isotope analysis of trophic niche in two co-occurring native and invasive terrapins, *Emys orbicularis* and *Trachemys scripta elegans*. *Biol. Invasions*, 18(12): 3611-3621.
- CAGLE F.R., 1946. The growth of the slider turtle, *Pseudemys scripta elegans*. *Amer. Midi. Nat.*, 29: 257-512.
- ÇIÇEK K. & AYAZ D., 2011. Food composition of the European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Lake Sütlüklü (Western Anatolia, Turkey). *J. Freshwater Ecol.*, 26: 1-8.
- DUNHAM A.E. & GIBBONS J. W., 1990. Growth of the slider turtle. Pp. 135-145 in: Gibbons J.W. (ed.), Life history and ecology of the slider turtle. *Smithsonian Inst. Press*, Washington, D.C.
- ERNST C.H. & BARBOUR R.W., 1994. Turtles of the World. *Smithsonian Inst. Press*, Washington, D.C.
- FICETOLA G.F. & DE BERNARDI F., 2006. Is the European “pond” turtle *Emys orbicularis* strictly aquatic and carnivorous? *Amphibia-Reptilia*, 27: 445-447.
- GIBBONS M.R., 1982. Multivariate tests of financial models: A new approach. *J. Financ. Econ.*, 10(1): 3-27.
- JACKSON A.L., INGER R., PARNELL A.C. & BEARHOP S., 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER—Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *J. Anim. Ecol.*, 80: 595–602.
- LAYMA, C.A., ARRINGTON D.A., MONTANA C.G. & POST D.M., 2007. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology*, 88: 42-48.
- LEBBORONI M. & CHELAZZI G., 1991. Activity patterns of *Emys orbicularis* L. (Chelonia Emydidae) in Central Italy. *Ethol. Ecol. Evol.*, 3: 257-268.
- LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. & DE POORTER M., 2000. 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. *Invasive Species Specialist Group*, Auckland.
- MACCULLOCH R.D. & SECOY D. M., 1983. Movement in a River Population of *Chrysemys picta bellii* in Southern Saskatchewan. *J. Herpetol.*, 17(3): 283-285.
- NATCHEV N., TZANKOV N., WERNEBURG I. & HEISS E., 2015. Feeding behaviour in a ‘basal’ tortoise provides insights on the transitional feeding mode at the dawn of modern land turtle evolution. *Peer J*, 3:e1172; DOI 10.7717/peerj.1172.
- OTTONELLO D., SALVIDIO S. & ROSECCHI E., 2005. Feeding habits of the European pond terrapin *Emys orbicularis* in Camargue (Rhône Delta, Southern France). *Amphibia-Reptilia*, 26: 562-565.
- OTTONELLO D., D’ANGELO S., ONETO F., MALAVASI S. & ZUFFI M.A.L., 2016. Feeding ecology of the Sicilian pond turtle *Emys trinacris* (Testudines, Emydidae) influenced by seasons and invasive alien species. *Ecol. Res.*, (2017) 32: 71-80.
- OTTONELLO D., D’ANGELO S., MARRONE F., ONETO F., SPADOLA F., ZUFFI M.A.L. & FRITZ U., 2021. *Emys trinacris* Fritz, Fattizzo, Guicking, Tripepi, Pennisi, Lenk, Joger & Wink (2005) Sicilian Pond Turtle, Testuggine Palustre Siciliana. Pp. 1–13 in: Rhodin A.G.J., Iversen J.B., van Dijk P.P., Stanford C.B., Goode E.V., Buhlmann K.A. & Mittermeier R.A. (Eds.), Conservation Biology of Freshwater Turtles and terrapins: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelon. Res. Monogr.*, 5(15): 112.



- PEARSON J.C., WATSON J.D. & CREWS S.T., 2012. *Drosophila melanogaster* Zelda and Single-minded collaborate to regulate an evolutionarily dynamic CNS midline cell enhancer. *Dev. Biol.*, 366(2): 420-432.
- STEPHENS P.R. & WIENS J.J., 2003. Explaining Species Richness from Continents to Communities: The Time for Speciation Effect in Emydid Turtles. *Am. Nat.*, 161(1): 112-128.
- VENABLES W.N. & RIPLEY B.D., 2002. Modern applied statistics with S. 4th edn. *Springer*, Berlin.
- VOGT P.R. & HOLDEN J. C., 1981. Extinctions: The democratic solution. *Eos Trans.*, 62(24): 537-537.

*Indirizzo degli autori* — F. ONETO, S. SALVIDIO, DISTAV, Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova (I); e-mail: oneto.fabrizio@alice.it; D. OTTONELLO, ARPAL – Agenzia Regionale Protezione Ambiente Ligure, Via Bombrini, 8 - 16149 Genova (I); S. D'ANGELO, WWF Italia, via Po, 25/c - 00195 Roma (I); E. ALEO, S. VIZZINI, DISTEM, Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi, 22 - 90123 Palermo (I).

FRANCESCO C. ORIGGI

HOST-PATHOGEN-ENVIRONMENT INTERACTION  
IN FREE RANGING POIKILOOTHERMS:  
THERE IS A SEASON TO LIVE AND A SEASON TO DIE

SUMMARY

Traditionally, the investigation of the dynamic of diseases has relied on two main elements of this interplay, and more specifically the host and the pathogen. For as complex as this interaction can be, the two-player system it is at the most a significant oversimplification of this process. More recently, there has been an acknowledgement of the role that the environment is also playing in this process. This is further evident and critical when it comes to free-ranging animals and even more when poikilotherms are considered. Here, are summarized some of the most relevant concepts of host-pathogen-environment interaction through the lenses of specific examples in the three poikilotherms vertebrate groups, fish, amphibians and reptiles.

*Key words.* Host-pathogen-environment interaction, infectious diseases, poikilotherms, disease ecology.

RIASSUNTO

*Interazione ospite-patogeno-ambiente nei pecilotermi selvatici: c'è una stagione per vivere e una stagione per morire.* Tradizionalmente, lo studio della dinamica della malattia si è fondato su due elementi principali di questa condizione, e cioè l'ospite e il patogeno. Per quanto questa interazione possa già essere complessa, nella realtà dei fatti, questa rappresenta per lo più una grande ipersemplificazione di questo processo. Più recentemente, è stato riconosciuto il ruolo che l'ambiente con i suoi vari aspetti riveste in questo contesto. Questo è tanto più evidente nel caso degli animali selvatici e ancor più per i pecilotermi. Qui, vengono riassunti alcuni tra gli aspetti principali che riguardano l'interazione ospite-patogeno-ambiente attraverso la lente di specifici esempi che riguardano tutti e tre i gruppi dei vertebrati pecilotermi, i Pesci, gli Anfibi e i Rettili.

*Parole chiave.* Interazione ospite-patogeno-ambiente, malattie infettive, pecilotermi, ecologia della malattia.

Host-pathogen interaction is a complex and relatively poorly understood process, which is at the basis of disease. More specifically, following the infection of the host, if the whole host's countermeasures will overcome the virulent factors of the pathogen, then no disease will occur. Differently, if the pathogen's virulence factors will be able to evade the host' countermeasures, then disease will occur. In between there is an infinite degree of intermediate scenarios, which will eventually define the life or death of the host. For as complex this interaction can be, and especially, when it comes to free-ranging animals, a third degree of complexity is added by environment and everything that it comes with it, including seasonality and temperatures. Accordingly, host-pathogen interaction, becomes a host-pathogen-environment interaction. Furthermore, when the host is a poikilotherm, an individual that by definition, has a body temperature, which is significantly dependent on the environmental temperature, it becomes obvious that host-pathogen-environment interaction acquires additional complexity.

Vertebrate poikilotherms include fish, amphibian and reptiles and their entire physiology depends on the environmental temperature, including their immune response. However, it would be extremely reductive to limit our considerations to temperatures, given that seasonality is an additional environmental factor, which can critically influence the overall poikilotherm physiology, including the efficiency and efficacy of their immune response. The interplay of all these factors and its outcome will define the chance of survival or death these animals and significantly contributes to define the significance of specific pathogens within the disease ecology of poikilotherms.

Here are presented specific paradigmatic examples of host-pathogen interaction in vertebrate poikilotherms (fish, amphibian and reptiles), which will help to highlight the critical and relevant impact of environmental factors on poikilotherm survival, when it comes to host-pathogen interaction and how, it really exists a season to live and a season to die for these animals, probably more than for any other vertebrate living being.

#### FISH–AEROMONAS SALMONICIDA SALMONICIDA

*Aeromonas salmonicida*, subsp. *salmonicida*, is a Gram negative rod and it is the etiologic agent of a disease named “furunculosis”, which can cause severe mortality in salmonids. The main virulence factor of this pathogen is a type three secretion factor (T3SS), which is a transmembrane secretory apparatus (FREY & ORIGGI, 2016). Thanks to this molecular device, the bacteria can inoculate into the cells of the infected host a number of toxins critical for the occurrence of the bacteria-associated disease. The entire molecular

machinery is encoded by a large thermosensitive plasmid. The critical relevance of the presence and functionality of this molecular device has been shown in multiple experiments, where the loss of the entire plasmid or part of its functionality, translated into a complete loss of virulence of the infecting organism (FREY & ORIGGI, 2016). Accordingly, the same bacterial strain with the functional T3SS is lethal, whereas once devoid of the T3SS is non-pathogenic anymore and even if inoculated at high titer in the host, it will not cause disease or death. The mechanics that is behind this, it is only partially understood and it appears that a relevant activity of the T3SS, which is significantly detrimental for the host, is the impact of the T3SS itself on the host immune system. Accordingly, it has been shown that the presence of a functional, but even a defective T3SS, is associated with a substantial immune-suppression of the host, which can last at least for few days and which translates in the possibility for the bacteria to spread systemically in the host causing eventually its death (ORIGGI *et al.*, 2017). One of the major peculiarity of the T3SS is that of being encoded by a thermosensitive plasmid. This mean that the entire integrity and consequently functionality of the plasmid is dependent on the external temperature. Interestingly, if the bacteria are grown at temperature under 20°C, the plasmid remains integer and the bacteria maintain their virulence. Differently, if the bacteria are incubated at 25°C, within six hours only, the entire plasmid is lost by all the bacteria grown at that temperature. The bacterial strain then technically “cured”, and accordingly, not virulent anymore (FREY & ORIGGI, 2016). This is a paradigmatic example of how temperature variation can clearly impact the virulence of an infectious organism and how this can reflect on the survival of the infected host. This feature becomes of extreme interest also at the light of the ongoing global warming. It is unclear how bacterial virulence variation might be impacted by a rapid or slower change in the environmental temperature. Environmental temperature variation might not necessarily bring to virulence loss, but might provide evolutionary pressure to the thermosensitive plasmid, which might end up increasing its temperature tolerance and this might pose additional threat for the sensitive hosts.

#### AMPHIBIANS–RANID HERPESVIRUS 3 AND BUFONID HERPESVIRUS 1

It is relatively recent that infectious agents have been acknowledged as significant stressor contributing to the ongoing global amphibian decline. It is universally recognized the significant role that in this direction of few pathogens such as *Ranavirus* and chytrid fungi. At the same time, it is relatively unlikely that the several thousands of amphibian species might be

threatened or eventually lethally infected by only three infectious agents. It is relatively recent the discovery of two novel Batrachoviruses infecting frogs and toads, respectively (ORIGGI *et al.*, 2017, 2018). Batrachoviruses is a genus within the family Alloherpesviridae comprising all the known amphibian herpesviruses. Ranid herpesvirus 3 (RaHV3) and Bufonid herpesvirus 1 (BfHV1) shares a number of features including the association with skin proliferative lesions, the seasonal occurrence of the associated disease and the presence of putative immunomodulatory factors. The infected animals show multifocal, and variably extensive gray (RaHV3) or brown (BfHV1) patchy, skin thickening. Histologically, the lesions are characterized by prominent epidermal hyperplasia with the presence characteristic eosinophilic intranuclear inclusions. Even more interestingly, a mild to inconspicuous cellular immune response is observed in the affected skin both in frogs and in toads. Investigations carried out with molecular methods (In situ hybridization) have shown how the viral replication is virtually confined within the upper portion of the thickened epidermis, the same portion of skin, which appears to undergo to a progressive degeneration and eventually sloughing off, leaving the basal portion of the epidermis, comprising the germinal layer, virtually unaffected (ORIGGI *et al.*, 2021). Curiously, the inflammatory cell infiltrate is also compartmentalized, with most of it, limited to the basal layer, paradoxically sparing the upper layers, where virtually, all the viral activity is apparently occurring. Anecdotal investigations reported that the skin lesions are commonly observed at the emerging from hibernation and then are not seen anymore as the good season progresses. The histological observations, would be consistent with a transient lesion, which would occur right after hibernation and would disappear later on. Herpesviruses are known to establish lifelong infections in their susceptible hosts and accordingly, it would not be unrealistic the hypothesis of both RaHV3 and BfHV1 infecting their respective hosts and causing a seasonal disease, functional to viral replication and spread. It is unclear, though, if the lesions and the infection might cause a long-term subclinical effect, which could eventually impact anyway the affected population in some way and that eventually could cause a population decline. Interestingly, both viral features, host physiology and seasonality are likely to be tightly embedded and at the base of the pathogenesis of the associated disease. As mentioned before, the clinical disease is detectable macroscopically at the end of the hibernation, when the immune response of frogs and toads is significantly compromised because of the physiological leucocytes depletion that is associated with the hibernation. This physiological condition provides a temporal window to the virus, which can infect a host which is naturally and physiologically, temporarily immunocompromised. Additionally, the occurrence of the disease overlaps with the mating season

and accordingly, with the increase of the amount of circulating sexual hormones, universally recognized as immunomodulating compounds. Furthermore, the end of the hibernation is also associated with the highest annual peak of cortisol, which is by definition and immune-suppressive molecule. The additional element of the puzzle that could further enrich this array of predisposing conditions is the viruses themselves. It is well known that the best characterized of the Batrachoviruses, Ranid herpesvirus 1 (RaHV1) is well known to be highly temperature sensitive, and that is known to form viral inclusion in infected tissues only when kept at low temperature, whereas the virus is not detectable soon after raising the incubation temperature only of few Celsius (MCKINNELL & TARIN, 1984). Accordingly, it is likely that RaHV3 and BfHV1 would be favored in their growth by the low temperatures of late winter. Finally, both these viruses have been shown to putatively encode within their genome a number of immunomodulatory factors (ORIGGI *et al.*, 2017, 2018). It is then possible that environmental factors (temperature and seasonality) along with intrinsic viral ones (immunomodulatory genes) and of the host (hormones and physiology) becomes integral part of the pathogenesis of RaHV3 and BfHV1 associated disease, showing clearly how host-pathogen interaction is only a partial picture of the whole infectious dynamic and how the environment is a critical player in this complex process. In conclusion, the low temperature would favor viral replication and a poor host cellular immune response because of the post-hibernation immune depletion. This would be enhanced by the intrinsic viral immunomodulating factors, partially explain the compartmentalized host immune response. The physiologic conditions of the animals would then provide an additional predisposing condition favoring the viral activity. Finally, the damage of the upper layer only of the skin would allow a cyclic disease to occur, likely not resulting in a short term fatal occurrence, but unclear if that might pose long term survival questions for the affected amphibians.

#### REPTILES - TESTUDINID HERPESVIRUSES

Several infectious agents have been reported and investigated in captive and free ranging reptiles, however, herpesvirus infections appear to be over-represented in chelonians. It is not clear if this is secondary to a bias concerning the higher number of chelonians kept as pets and consequently, more likely to be presented to a veterinarian than snakes or lizards, or if the interaction between chelonians and herpesviruses have an actual specific biological background. Among the best characterized chelonian herpesviruses are those infecting tortoises, the members of the family Testudinidae. At least

four distinct genotypes of Testudinid alphaherpesvirus have been documented to date. They are all phylogenetically related and have been associated with obvious clinical diseases (ORIGGI *et al.*, 2015). Three of the four genotypes have been unambiguously associated with mortality of the infected host, and genotype 1 and 3 are the most widespread globally and account for the highest number of death. The classic clinical presentation of herpesvirus infected tortoises is a severe glossitis and stomatitis, associated with nasal and/or oral discharge. The most severe macroscopic lesions are normally associated to the upper digestive/respiratory tract and occasionally extend deep in the respiratory tract. Histologically, the hallmark of the disease is the presence of the classic intranuclear eosinophilic inclusions, which can be detected in every epithelial tissue and in the brain (ORIGGI *et al.*, 2015). Mortality is variable according to the species affected. More specifically, spur thigh tortoises (*Testudo graeca*) can be infected and develop disease, however, the mortality is overall low. Differently, Hermann's tortoises (*T. hermanni*) are highly sensitive to the disease and mortality can approach 100% of the naïve infected tortoises. There are not definitive explanations concerning the different sensitivity of distinct tortoise species to the virus, however, the most widely accepted hypothesis is that *T. graeca*, might represent the original host that Testudinid alphaherpesvirus 3 (the one considered putatively most virulent) coevolved with. According to recent analysis, within the genotype 3 there would be at least two distinct genogroups associated with a different degree of virulence (ORIGGI *et al.*, 2015). As previously described, herpesviruses are characterized by lifelong infections, with clinical disease alternated to periods of dormancy of the virus (latency) when no clinical diseases is detected. However, the virus can reactivate anytime the immune system of the host becomes impaired for any possible reason. Additionally, the virus can be intermittently shed by the infected host even with no apparent of mild clinical signs (MARENZONI *et al.*, 2018). Interestingly, it has been observed that the peak of herpesvirus associated mortality in tortoises occurs right after the end of hibernation and just prior the beginning of it. Similarly, to what described for amphibians, in poikilotherms, pre and post hibernation are critical times, when the immune system undergoes profound physiological changes, which might significantly modulate the efficacy of the immune response to pathogens. Accordingly, it is possible that a "window of opportunity" would occur for the virus during these times, increasing its virulence and lethality. Cortisol increase and sex hormones elevation, would provide an additional favorable background to the virus. Furthermore, similarly for the Batrachoviruses, chelonian herpesviruses have most likely adapted to the temperature of their hosts, with optimal replication temperature at 28° C. The relatively low temperatures occurring at the beginning of the spring and at the



beginning of the fall, would be more favorable to the replication of the virus than during the host day of summer, when herpesvirus-related mortality is essentially not recorded. Finally, similarly to what described for Batrachoviruses, Testudinid herpesviruses are also characterized by the presence of putative immunomodulatory genes, which are presumptively considered important players within the host-pathogen interaction.

## CONCLUSIONS

The examples provide here are few of the many available, which can clearly exemplify how the outcome of an infection is not necessarily just the net result of the interaction between the host and the pathogen. The environment, together with some critical elements of it, such as temperature and seasonality are pivotal factor, which can push in one direction or the other the final outcome of the infection. Furthermore, the environmental factors are not necessarily playing only a direct effect (such as for the temperature on viral replication) but also indirect, such as the seasonality and the effect that it has on the host physiology. It is of paramount importance to critically evaluate each piece of this complex puzzle to really understand the significance of the pathogen and the environmental role when it comes to disease, especially when it comes to free ranging animals and even more when it comes to vertebrate poikilotherms. It really exists a “season to live and a season to die”. The challenge of the future is surely a reinterpretation of all we have learned within the infectious disease arena and complement it, integrate it and revised it at the light of what we are learning and we will learn about host-pathogen-environment interaction. This is the main route toward the understanding of pathogens’ disease ecology and accordingly of their actual significance within a constant changing and evolving environment.

## BIBLIOGRAFIA

- FREY J. & ORIGGI F.C., 2016. Type III Secretion System of *Aeromonas salmonicida* Undermining the Host’s Immune Response. *Frontiers in Marine Sciences*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00130>.
- MARENZONI M.L., SANTONI L. & FELICI A., 2018. Clinical, virological and epidemiological characterization of an outbreak of Testudinid Herpesvirus 3 in a chelonian captive breeding facility: Lessons learned and first evidence of TeHV3 vertical transmission. *PLoS ONE*, 13(5): e0197169.
- MCKINNELL R.G. & TARIN D., 1984. Temperature-dependent metastasis of the Lucke renal carcinoma and its significance for studies on mechanisms of metastasis. *Cancer Metastasis Review*, 3: 373–386.



- ORIGGI F.C., BENEDECENTI O. & SEGNER H., 2017. *Aeromonas salmonicida* type III secretion system-effectors-mediated immune suppression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Shellfish Immunol.*, 60: 334-345.
- ORIGGI F.C., OTTEN P. & LOHMANN P., 2021. Herpesvirus-Associated Proliferative Skin Disease in Frogs and Toads: Proposed Pathogenesis. *Veter. Pathol.*, Epub ahead of print. PMID: 33813961.
- ORIGGI F.C., SCHMIDT B.R. & LOHMANN P., 2017. Ranid Herpesvirus 3 and Proliferative Dermatitis in Free-Ranging Wild Common Frogs (*Rana temporaria*). *Veter. Pathol.*, 54: 686-694.
- ORIGGI F.C., SCHMIDT B.R. & LOHMANN P., 2018. Bufonid herpesvirus 1 (BHV1) associated dermatitis and mortality in free ranging common toads (*Bufo bufo*) in Switzerland. *Sc. Reports*, 8: 14737.
- ORIGGI F.C., TECILLA M. & PILO P., 2015. A Genomic Approach to Unravel Host-Pathogen Interaction in Chelonians: The Example of Testudinid Herpesvirus 3. *PLoS ONE*, 10(8): e0134897.

*Address of the author* — Institute of Animal Pathology (ITPA), Department of infectious disease and pathobiology, Vetsuisse Faculty, University of Bern, Länggassstrasse, 122 – 3012 Bern (Switzerland); e-mail: francesco.origgi@vetsuisse.unibe.ch

LORENZO PAPALEO, VALERIO GIOVANNI RUSSO & TOMMASO NOTOMISTA

## L'ERPETOFAUNA DEI MONTI LATTARI: NUOVI DATI DISTRIBUTIVI

### RIASSUNTO

Anfibi e Rettili sono tra i taxa animali più minacciati di estinzione a livello globale. Conoscerne la distribuzione sul territorio è fondamentale in ottica conservazionistica: a tal fine è stato condotto uno studio preliminare della loro distribuzione sui Monti Lattari (Campania, Italia) e i risultati sono stati confrontati con le conoscenze pregresse. Dalle ricerche in campo sono emersi aggiornamenti dei dati distributivi per 10 specie (4 anfibi, 6 rettili) e riconferme di dati distributivi storici (antecedenti al 1985) per 4 specie (1 anfibio, 3 rettili) nell'area di studio.

*Parole chiave.* Anfibi, rettili, Campania, Italia, distribuzione.

### SUMMARY

*Herpetofauna of Monti Lattari: new distribution data.* Amphibians and reptiles are among the most endangered animal taxa globally. Knowing their distribution is essential for conservation purposes. With this aim, a preliminary study on herpetofauna distribution in the Monti Lattari area (Campania region, Italy) was carried, and the results were compared with previous data. Field research updated the distribution data for 10 species (4 amphibians, 6 reptiles) and reconfirmed historical distribution data (prior to 1985) for 4 species (1 amphibian, 3 reptiles).

*Key words.* Amphibians, reptiles, Campania, Italy, distribution.

### INTRODUZIONE

Anfibi e Rettili risultano tra i taxa maggiormente minacciati di estin-

zione su scala globale (IUCN, 2021). Conoscerne a livello più dettagliato possibile la distribuzione sul territorio è fondamentale per attuare buone politiche di conservazione e tutela di questi animali nel loro habitat naturale (VITT & CALDWELL, 2010). Considerando solo le specie autoctone, l'erpetofauna campana conta 14 specie di anfibi e 17 di rettili terrestri (GUARINO *et al.*, 2012). La catena dei Monti Lattari si trova tra le provincie di Napoli e Salerno e si estende in direzione est-ovest a formare la Penisola Sorrentina; tale area, allo stato attuale delle conoscenze, ospita 9 specie di anfibi e 10 di rettili (GUARINO *et al.*, 2012): circa il 60% delle specie che costituiscono l'erpetofauna campana. Scopo del presente lavoro è fornire un quadro preliminare sulla distribuzione di anfibi e rettili dell'area, confrontando i risultati con le conoscenze pregresse disponibili in bibliografia (GUARINO *et al.*, 2012; BASILE *et al.*, 2014; RAIMONDI *et al.*, 2014).

## MATERIALI E METODI

### *L'area di studio*

La catena dei Monti Lattari è costituita da diversi massicci carbonatici (origine meso-cenozoica), ricoperti da coltri piroclastiche (molto più recenti), che superano in diversi punti i 1000 m s.l.m. Data la vicinanza al mare, i corsi d'acqua sono piuttosto brevi e formano un complesso reticolo idrografico fatto per la maggior parte di torrenti a carattere stagionale. Gran parte del territorio è coperto da bosco, specialmente bosco misto a dominanza di castagno (*Castanea sativa* Mill., specie la cui vasta diffusione si deve fondamentalmente alla coltivazione in tempi storici da parte dell'uomo) e leccete termofile, che salendo di quota lasciano spazio a faggete e leccete mesofile. Tra le formazioni arbustive dominano la macchia e la gariga mesomediterranee (CANCELLIERI *et al.*, 2017). Inoltre, una parte rilevante del territorio è caratterizzata da ambienti antropizzati come centri abitati e vari tipi di sistemi agricoli. Sul territorio dei Monti Lattari, oltre a 6 siti della Rete Natura 2000, è presente il Parco Regionale dei Monti Lattari (PRML), che protegge una superficie di circa 160 km<sup>2</sup> e che è stato scelto come principale sito d'indagine. All'interno del Parco è situata la Riserva Naturale Statale Valle delle Ferriere. L'area di studio è stata suddivisa adottando la griglia UTM di quadrati 10×10 km utilizzata in studi regionali precedenti (GUARINO *et al.*, 2012; BASILE *et al.*, 2014; RAIMONDI *et al.*, 2014); la quasi totalità dell'area del Parco ricade in 6 quadrati che sono stati numerati da 1 a 6 e utilizzati come unità cartografiche di riferimento (Fig. 1).

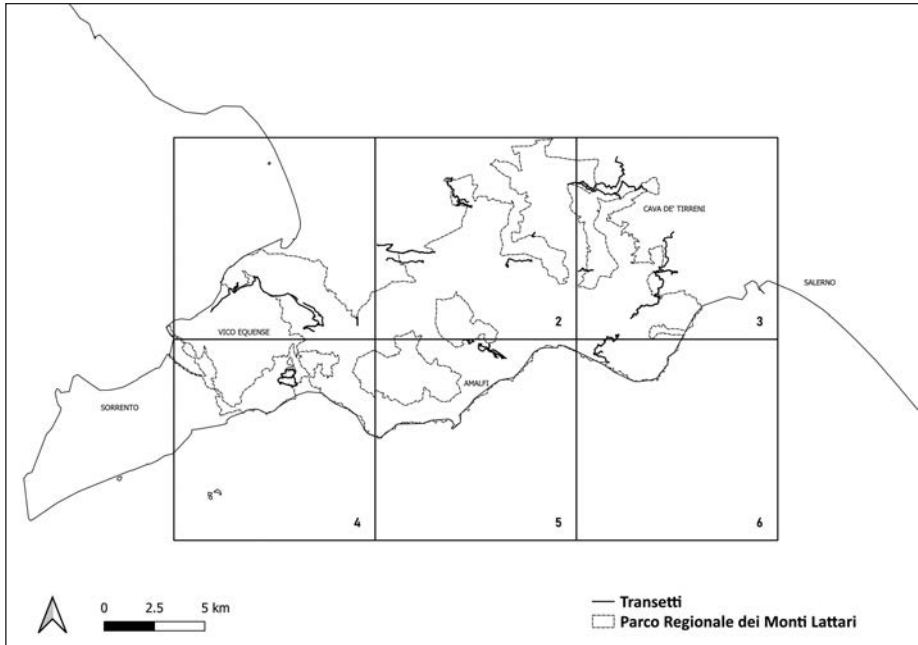


Fig. 1 — Transetti utilizzati per indagare l'area di studio.

### Ricerca bibliografica

Al fine di conoscere la distribuzione delle specie all'interno dell'area di studio è stata condotta un'analisi bibliografica preliminare. Da essa emerge che soltanto alcune zone dei Monti Lattari sono state studiate in maniera approfondita e non in tempi recenti, come la Valle delle Ferriere nel comune di Scala (CAPUTO *et al.*, 1987). Altri dati provengono da lavori a più ampia scala nell'ambito degli studi condotti per l'atlante erpetologico regionale (GUARINO *et al.*, 2012) e per i più recenti dati distributivi comunicati al X Congresso Nazionale della S.H.I. su rettili (RAIMONDI *et al.*, 2014) e anfibi (BASILE *et al.* 2014) della Campania. Altre informazioni sono state ricercate consultando i cataloghi della collezione erpetologica del Museo Zoologico di Napoli (MAIO *et al.*, 2005).

### Raccolta dati

I dati sono stati raccolti sia in modo sistematico, tramite percorrenza di transetti, sia in modo opportunistico. I transetti sono stati definiti cercando di favorire una certa varietà di habitat da attraversare, tramite l'ausilio di ortofoto e della Carta della Natura della Campania di ISPRA (2018). Sono

stati inoltre tenuti in conto la presenza di torrenti (a carattere stagionale e non), la presenza (certa o presunta) di fontanili potenzialmente utilizzabili dagli anfibi come siti riproduttivi e i dati raccolti dalla bibliografia disponibile. I transetti sono rappresentati in Fig. 1.

Tutti i dati sono stati raccolti nel periodo 2017-2021 e georeferenziati tramite dispositivo GPS (Garmin Etrex 10). Successivamente sono stati archiviati in un database Excel, per ogni osservazione, i dati relativi a data e ora di rinvenimento, località, coordinate, quota s.l.m., tipo di vegetazione, tipologia di osservazione (diretta o indiretta, ad esempio tramite il ritrovamento di carcasse o mute), numero di individui, classe d'età e sesso (se riconoscibile).

### *Percorrenza dei transetti*

La ricerca sul campo è stata condotta tramite VES (*Visual Encounter Surveys*), lungo i transetti prestabiliti, prestando attenzione ai vari microhabitat tipici di alcune specie; non sono state effettuate catture/manipolazioni degli animali. Per quanto riguarda gli anfibi si è proceduto anche con la ricerca a vista di ovature e stadi larvali con sopralluoghi mirati in potenziali siti riproduttivi, come fontanili e abbeveratoi (STOCH & GENOVESI, 2016). Considerando l'elusività di alcune specie si è proceduto all'occorrenza a ispezionare possibili ripari naturali o artificiali (CARON *et al.*, 2010). Durante la raccolta dati sono state rispettate tutte le misure di biosicurezza necessarie a scongiurare la diffusione di patogeni (SPEARE *et al.*, 2004)

## RISULTATI

Le ricerche sul campo hanno permesso di raccogliere un totale di 77 osservazioni, a cui sono state aggiunte 24 osservazioni di carattere opportunistico, per un totale di 101 osservazioni relative a 15 specie (6 anfibi e 9 rettili). Confrontando i più recenti dati distributivi per la Campania (GUARINO *et al.*, 2012; BASILE *et al.*, 2014; RAIMONDI *et al.*, 2014) risultano 33 nuove segnalazioni relative a 10 specie (4 anfibi, 6 rettili), dove per “nuova segnalazione” si intende segnalazione relativa a una specie mai segnalata nel quadrato UTM 10×10 km di riferimento, che hanno permesso di aggiornare tutte e 6 le maglie cartografiche che interessano l'area di studio. Risultano inoltre 5 segnalazioni che riconfermano dati storici (antecedenti al 1985) relative a 4 specie (1 anfibio, 3 rettili). I dati puntiformi relativi alle osservazioni sono visibili in Fig. 2. In particolare, si sono raccolte nuove segnalazioni per le seguenti specie: *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758), *Salamandrina terdigitata*

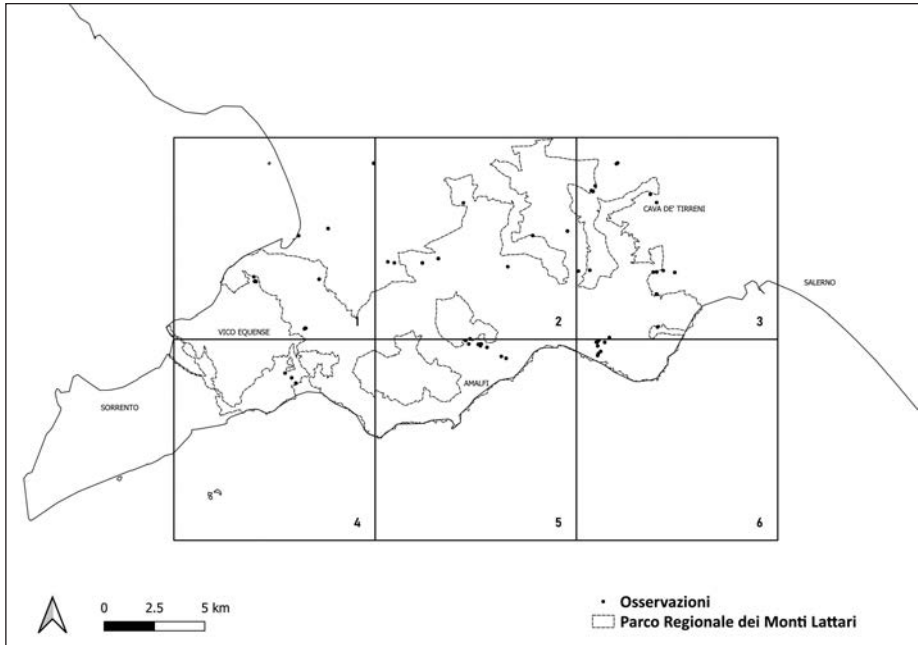


Fig. 2 — Dati puntiformi relativi alle osservazioni svolte sul campo.

(Bonnaterre, 1789), *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Rana italica* Dubois, 1987, *Hierophis viridiflavus* (Lacépède, 1789), *Zamenis lineatus* (Camerano, 1891), *Elaphe quatuorlineata* (Bonnaterre, 1790), *Coronella austriaca* Laurenti, 1768, *Podarcis siculus* Rafinesque, 1810 e *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758). Sono stati inoltre riconfermati dati storici (antecedenti al 1985) per le seguenti specie: *Rana italica*, *Natrix helvetica* Lacépède, 1789, *Zamenis lineatus*, *Lacerta bilineata* Daudin, 1802. In Tab. 1 sono elencate le specie presenti e le maglie cartografiche di rinvenimento.

## DISCUSSIONE

Dal presente lavoro emerge un aggiornamento dei dati distributivi e/o una riconferma di dati storici (antecedenti al 1985) per 12 specie (4 anfibi, 8 rettili). Tra queste, *Coronella austriaca*, rilevata nei pressi di Cetara, non era mai stata segnalata sui Monti Lattari e rappresenta un dato di notevole interesse, essendo una delle specie di rettili più rare della regione, caratterizzata da una distribuzione discontinua e localizzata (GUARINO *et al.*, 2012).

Particolarmente rilevanti in ottica conservazionistica sono i dati riguar-

Tab. 1

Elenco delle specie e dei relativi quadrati di rinvenimento. Sono anche indicati gli allegati della Convenzione di Berna e della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" in cui è inserita ogni specie.

N = segnalazione nuova; C = conferma di dati recenti; R = riconferma di dati storici (antecedenti al 1985).

Specie	Quadrati						Livello di protezione	
	1	2	3	4	5	6	Conv. Berna	Dir. Habitat
<i>Salamandra salamandra</i>	N		C		C		III	
<i>Salamandrina terdigitata</i>	N		C			N	II	II – IV
<i>Bufo bufo</i>	N	C	N		N		III	
<i>Bufotes balearicus</i>	C						II	IV
<i>Pelophylax sp.</i>	C						III	
<i>Rana italica</i>	R	C	C		C	N	II	IV
<i>Hierophis viridiflavus</i>	C	C	C	N		N	II	IV
<i>Natrix helvetica</i>		R	C				III	
<i>Zamenis lineatus</i>	N	R					II	IV
<i>Elaphe quatuorlineata</i>		N					II	II – IV
<i>Coronella austriaca</i>			N				II	IV
<i>Lacerta bilineata</i>		R					II	IV
<i>Podarcis siculus</i>	C	C	C	N	N	C	II	IV
<i>Tarentola mauritanica</i>	C	C	C		C	N	III	
<i>Hemidactylus turcicus</i>	C						III	

danti le specie in allegato II della Direttiva Habitat, quali *S. terdigitata*, per cui sono state segnalate due nuove stazioni riproduttive nei comuni di Vico Equense e Maiori, ed *E. quatuorlineata* rinvenuta per la prima volta tra Gragnano e Casola di Napoli. La specie con il maggior numero di nuovi dati distributivi è *B. bufo*, segnalato per la prima volta in 3 maglie UTM con diverse nuove stazioni riproduttive a Vico Equense, a Scala e nel Torrente Bonea (tra Cava de' Tirreni e Vietri sul Mare). *P. siculus* è stata rinvenuta per la prima

volta in 2 maglie UTM, nonostante sia risultata specie molto comune in ogni sito indagato. Ciò evidenzia come i Monti Lattari siano una zona della Campania ancora poco esplorata dal punto di vista erpetologico e decisamente meritevole di ulteriori e più approfondite indagini. Alcune specie citate in bibliografia per l'area di studio non sono state confermate, come *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758) e *Lissotriton italicus* (Peracca, 1898). Ciò è dovuto probabilmente alla parzialità della ricerca, che deve essere considerata di livello preliminare. Altre due specie note dalla bibliografia e non rinvenute durante le nostre ricerche sono *Rana dalmatina* Fitzinger, 1839 e *Triturus carnifex* Laurenti, 1768. *R. dalmatina* fu segnalata da CAPUTO *et al.* (1987) a Valle delle Ferriere, e non è stata rinvenuta nonostante il sito sia stato indagato. Queste due specie, non essendo state segnalate da almeno 25 anni, potrebbero essere andate incontro a estinzione locale. Sarebbe molto importante riconfermare la loro presenza dopo tanto tempo.

#### *Le Aree di Rilevanza Erpetologica (A.R.E.)*

I dati raccolti dalla presente ricerca hanno permesso agli autori di proporre due nuove A.R.E. a valenza regionale alla Commissione Conservazione della SHI: “Capo d’Acqua a Vico Equense” e “Torrente Bonea a Corpo di Cava”. Questi rappresentano i siti in cui è stata riscontrata la maggior biodiversità erpetologica tra quelli indagati, ed è interessante notare che entrambi si trovano di poco al di fuori dei confini amministrativi del PRML e della Rete Natura 2000. Ci si augura che monitorarli e provare a valorizzarli possa contribuire alla conservazione dell'erpetofauna che li abita.

*Ringraziamenti* — Si ringraziano di cuore per aver contribuito alla raccolta dati: Paolo Andreatta, Riccardo Cagnacci, Giuseppe De Luise, Raffaele Di Biasi, Giuseppe Fruttidoro, Antonella Romano, Roberto Ruggiero.

#### BIBLIOGRAFIA

- BASILE M., RAIMONDI R., ROGER D. S., BALESTRIERI R., MARTA S., IUDICI A., GALIET A. & ROMANO A., 2014. Nuovi dati distributivi sull'erpetofauna della Campania: Anfibi. *Atti 10° Congr. naz. S.H.I.*, Genova, 197-202.
- CANCELLIERI L., CANEVA G. & CUTINI M., 2017. Phytosociology and ecology of the Mediterranean forests ecosystems in the Amalfi Coast (Monti Lattari, Italy). *Rend. Lincei-Sci. Fis.*, 28(4): 651-671.
- CAPUTO V., DI BIASE A. & BALDANZA F., 1987. L'erpetofauna della Valle delle Ferriere (Amalfi). *Boll. Soc. Nat. Napoli*, 95: 193-199.
- CARON J., RENAULT O. & LE GALLIARD J. F., 2010. Proposition d'un protocole standardisé pour l'inventaire des populations de reptiles sur la base d'une analyse de deux techniques d'inventaire. *Bull. Soc. herp. France*, 134: 3-25.



- GUARINO F.M., APREA G., CAPUTO V., MAIO N., ODIERNA G. & PICARIELLO O., 2012. Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Campania. *Massa Editore*, Napoli.
- IUCN 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. <https://www.iucnredlist.org>
- MAIO N., EBOLI M., SCILLITANI G. & PICARIELLO O., 2005. Gli anfibi del museo zoologico dell'Università di Napoli Federico II: Catalogo della collezione con note storiche. *Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste*, 51: 157-176.
- RAIMONDI R., ROGER D. S., BASILE M., BALESTRIERI R., CAPOBIANCO G., DE BONIS S., DE ROSA D. & ROMANO A., 2014. Nuovi dati distributivi sull'erpeto fauna della Campania: Rettilli. *Atti 10° Congr. naz. S.H.I.*, Genova, 213-219.
- SPEARE R., BERGER L., SKERRATT L. F., ALFORD R., MENDEZ D., CASHINS S., KENYON N., HAUSELBERGER K. & ROWLEY J., 2004. Hygiene protocol for handling amphibians in field studies. Unpubl. Report Amphibian Diseases Group, *James Cook Univ.*, Townsville, 4811.
- STOCH F. & GENOVESI P., 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA, Serie Manuali e linee guida*, 141/2016.
- VITT L.J. & CALDWELL J.P., 2013. Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles. *Academic Press*, Cambridge.

*Indirizzo degli autori* — L. PAPALEO, V.G. RUSSO, T. NOTOMISTA, Associazione Scienze Naturali Unite aps (ASNU), Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli (I); V.G. RUSSO, Kayla Nature s.r.l.s., Via GB Ruoppolo, 87 - 80128 Napoli (I).

DANIELE PELLITTERI-ROSA & ANDREA GAZZOLA

## L'ERPETOFAUNA DELLA RISERVA NATURALE INTEGRALE “BOSCO SIRO NEGRI”

### RIASSUNTO

La Riserva Naturale Integrale “Bosco Siro Negri” è situata presso i comuni di Zerbolò e Torre d’Isola e si estende lungo il corso del fiume Ticino, a una quindicina di chilometri dalla città di Pavia. La Riserva ospita un piccolo lembo superstite di foresta planiziale padana caratterizzata da una sospensione totale di tutte le attività di gestione da molti decenni ed è una foresta di latifoglie miste. Trattandosi di una riserva integrale, non è destinata alla visita da parte del pubblico, ma alla conservazione della vegetazione forestale e della fauna. Le uniche attività sono quelle di ricerca scientifica dedicate. In questo studio vengono presentati i risultati emersi da un’indagine di monitoraggio di anfibi e rettili condotta nel biennio 2020-2021 mediante Visual Encounter Surveys (VES) e utilizzo di rifugi artificiali (shelters).

*Parole chiave.* Anfibi, Rettili, monitoraggio, Parco del Ticino.

### SUMMARY

*The herpetofauna of the integral natural reserve “Bosco Siro Negri”.* The “Bosco Siro Negri” Integral Natural Reserve is located in the municipalities of Zerbolò and Torre d’Isola and extends along the Ticino river, about fifteen kilometers from the city of Pavia. The Reserve is home to a small surviving strip of plain Po Valley forest, a mixed broad-leaved forest, characterized by the total suspension of management activities from many decades. Being an integral reserve, it is not intended for visits by the public, but for the conservation of forest vegetation and fauna. The only activities are those related to dedicated scientific research. This study presents the results of a monitoring survey of amphibians and reptiles conducted in the period 2020-2021 using Visual Encounter Surveys (VES) and artificial shelters.

*Key words.* Amphibians, Reptiles, monitoring, Ticino Park.

## INTRODUZIONE

La Riserva Naturale Integrale “Bosco Siro Negri” è un piccolo lembo di Pianura Padana che fu donato all’Università degli Studi di Pavia nel 1967 da Giuseppe Negri, cittadino pavese e grande amante della natura, in memoria del fratello Siro. Il bosco fu istituito come Riserva Naturale dallo Stato Italiano nel 1973 e l’Università è impegnata da anni a conservare integro il bosco, non attuando quindi alcun intervento di gestione e consentendo l’accesso solo ai fini di ricerca scientifica, educativi e di vigilanza. Queste restrizioni rendono il Bosco Siro Negri una vera e propria riserva integrale che nel corso degli anni ha assunto un notevole valore naturalistico e scientifico, grazie a una serie di studi di tipo faunistico e vegetazionale (GOBBI & FONTANETO, 2008; GRANATA *et al.*, 2020). L’area è situata lungo il corso del fiume Ticino, a una quindicina di chilometri dalla città di Pavia, nei comuni di Zerbolò e Torre d’Isola e appartiene al più ampio Sito di Importanza Comunitaria IT 2080014 “Bosco Siro Negri e Moriano” all’interno del Parco del Ticino lombardo.

Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare la biodiversità erpetologica all’interno della Riserva tramite la raccolta di dati di presenza e abbondanza relativa di tutte le specie di anfibi e rettili potenzialmente presenti e di stabilire il ruolo dei fattori ambientali che determinano la loro distribuzione. In questo lavoro vengono riportati i risultati preliminari del monitoraggio dell’erpetofauna, avviato a partire dal 2020 e tuttora in corso.

## MATERIALI E METODI

Lo studio è stato avviato nei primi mesi del 2020, periodo in cui sono stati condotti sopralluoghi preliminari per individuare le zone maggiormente idonee per il monitoraggio dell’erpetofauna, ossia zone umide per anfibi e transetti lineari per i rettili. Successivamente, la metodologia che è stata adottata per il monitoraggio delle specie ha seguito i criteri e i protocolli collaudati negli ultimi anni (PELLITTERI-ROSA *et al.*, 2014; STOCH & GENOVESI, 2016). Per gli anfibi le attività sono state condotte sia in orari diurni sia crepuscolari, soprattutto durante il periodo riproduttivo. Le tecniche utilizzate sono state le seguenti: censimento al canto, censimento delle ovature e Systematic Sampling Survey Time Constrained (SSS-TC), ossia la registrazione del numero di individui osservati in un’unità di tempo, indagando tutti i microhabitat favorevoli in condizioni climatiche idonee per l’attività delle specie. Per quanto riguarda i rettili, è stato condotto un monitoraggio semi-quantitativo

delle specie lungo transetti lineari situati nelle zone di massima idoneità, indagando tutti i microhabitat favorevoli. Il metodo adottato è stato quello del Visual Encounter Survey, che consiste nella registrazione del numero di individui osservati lungo transetti standard, determinando ogni volta, se possibile, l'età, il sesso e lo stato riproduttivo degli individui. Inoltre, lungo i transetti sono stati posizionati 51 pannelli (shelters), notoriamente utilizzati dai rettili per la termoregolazione (HALLIDAY *et al.*, 2015). Si tratta di onduline in materiale vegetale bitumato delle dimensioni di circa 70 × 90 cm, che svolgono la funzione di riparo-attrattore per rettili. Tutti i dati sono stati georeferenziati con l'ausilio di un software GIS, caratterizzando anche in questo caso l'ambiente circostante. I pannelli sono stati controllati almeno 2 volte al mese nel corso della stagione di campo. Non vi sono state né cattura né manipolazione degli individui osservati.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel corso del monitoraggio è stata rilevata la presenza di 11 specie di anfibi e rettili all'interno della Riserva Naturale Integrale Bosco Siro Negri e nelle zone limitrofe. In particolare, per quanto riguarda gli anfibi, sono state osservate Rana di Lataste *Rana latastei*, Rana esculenta *Pelophylax esculentus*, Rospo comune *Bufo bufo* e Raganella italiana *Hyla intermedia*, mentre tra i rettili sono da segnalare Lucertola muraiola *Podarcis muralis*, Ramarro occidentale *Lacerta bilineata*, Orbettino *Anguis veronensis*, Natrice dal collare *Natrix helvetica*, Biacco *Hierophis viridiflavus*, Saettone *Zamenis longissimus* e la specie alloctona Testuggine palustre americana *Trachemys scripta* ssp. Va sottolineata in particolare la presenza della Rana di Lataste, endemismo nord-italico del bacino padano-veneto, specie inclusa negli allegati II e IV della Direttiva Habitat e particolarmente minacciata da diversi impatti antropici (GAZZOLA *et al.*, 2021). La specie è stata rilevata grazie all'individuazione di numerose ovature nel periodo riproduttivo e centinaia di girini e metamorfosati nei mesi successivi, il che testimonia il successo riproduttivo di questa specie nell'area indagata. Per quanto riguarda i rettili, l'utilizzo degli shelters si è rivelato un metodo molto efficace per la contattabilità di alcune specie, in particolare per i colubridi e soprattutto per l'orbettino, specie molto elusiva e con abitudini semifossorie.

*Ringraziamenti* — Si desidera ringraziare il Professor Francesco Bracco dell'Università di Pavia per essersi reso disponibile al finanziamento del progetto in qualità di responsabile dei fondi della Riserva Naturale Integrale Bosco Siro Negri.

## BIBLIOGRAFIA

- GAZZOLA A., BALESTRIERI A., SCRIBANO G., FONTANA A. & PELLITTERI-ROSA D., 2021. Contextual behavioural plasticity in Italian agile frog (*Rana latastei*) tadpoles exposed to native and alien predator cues. *J. Exp. Biol.*, 224, jeb240465.
- GOBBI M. & FONTANETO D., 2008. Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agricult. Ecosyst. Envir.*, 127/3-4: 273-276.
- GRANATA M.U., BRACCO F. & CATONI R., 2020. Phenotypic plasticity of two invasive alien plant species inside a deciduous forest in a strict nature reserve in Italy. *J. Sustain. Forest.*, 39, 346-364.
- PELLITTERI-ROSA D., RAZZETTI E., SACCHI R., SCALI S. & DI CERBO A.R., 2014. Erpetofauna. In: FLA (Fondazione Lombardia per l'Ambiente), Programma di monitoraggio scientifico della Rete Natura 2000 in Lombardia, Parte Prima, Fauna, Azione D1, Progetto GESTIRE. Formulazione del programma di monitoraggio scientifico della rete.
- STOCH F. & GENOVESI P. (Eds.), 2016. Handbooks for monitoring species and habitats of Community interest (Council Directive 92/43/EEC) in Italy: animal species. *ISPRA*, Series Handbooks and Guidelines, 141/2016.

*Indirizzo degli autori* — D. PELLITTERI-ROSA, A. GAZZOLA, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via Ferrata, 1 - 27100 Pavia (I); e-mail: daniele.pellitterirosa@unipv.it

MATTEO PILI, ANDREA VILLA, LUCA RACCA, SALVADOR BAILON  
& MASSIMO DELFINO

ATLANTE OSTEOLOGICO, CHIAVE DICOTOMICA  
E FILOGENESI PRELIMINARI DEGLI ANURI EUROPEI

RIASSUNTO

Sul territorio europeo sono presenti 54 specie di anuri (tra autoctone e introdotte), raggruppate in 13 generi (SPEYBROECK *et al.*, 2020). Attualmente manca in letteratura una panoramica completa della loro anatomia scheletrica. Nel tentativo di colmare in parte questa mancanza, è stata descritta l'anatomia scheletrica di 39 individui appartenenti a 23 specie di anuri europei, di cui due introdotte, che rappresentano tutti i generi presenti nel continente a eccezione di *Pelodytes* (del quale esistono dettagliate informazioni in letteratura). A partire da questa descrizione è stata realizzata successivamente una chiave dicotomica che aggiorna ed espande quella sugli anuri di Francia precedentemente pubblicata da BAILON (1999) e prende in considerazione due fondamentali contributi, BÖHME (1977) e FELIX & MONTORI (1986). I risultati ottenuti hanno evidenziato che gli elementi scheletrici maggiormente diagnostici per l'identificazione generica sono il frontoparietale, lo sfenetmoide, la vertebra sacrale, la scapola, l'omero e l'ileo, in linea con quanto riportato da Bailon per gli anuri francesi. Inoltre, al fine di fornire una ricostruzione filogenetica di riferimento per lo studio degli anuri fossili d'Europa, è stata condotta un'analisi filogenetica basata su caratteri osteologici, creando una nuova matrice con le 23 specie qui considerate e utilizzando i 143 caratteri proposti da BÁEZ & GÓMEZ (2017). L'albero filogenetico risultante presenta poche differenze, a livello di genere, con le più recenti filogenesi ottenute su base molecolare.

*Parole chiave.* Morfologia comparata, Amphibia, anatomia scheletrica, identificazione.

SUMMARY

*Preliminary osteological atlas, dichotomous key, and phylogeny of the European anurans.* Fifty-four species of anurans (native or introduced) grouped in 13 genera are present on the European territory (SPEYBROECK *et al.*, 2020). A complete overview of their osteological anatomy has not been published yet. To partially fill this gap, the skeletal anatomy of 39 specimens from 23 species of European anurans, two of which introduced, has been described. They represent all the genera present

on the continent, except for *Pelodytes* (of which, however, detailed anatomical information is available in literature). On the base of these descriptions, we created a dichotomous key that updates and expands the one on French anurans published by BAILON (1999) and takes into consideration two other seminal works as well, BÖHME (1977) and FELIX & MONTORI (1986). The most diagnostic skeletal elements for the generic identification turned out to be the frontoparietal, the sphenetmoid, the sacral vertebra, the scapula, the humerus, and the ilium, in line with what has been reported by Bailon for French anurans. Moreover, in order to provide a phylogenetic scaffold for the study of fossil anurans from Europe, a phylogenetic analysis based on osteological characters has been carried out, creating a new matrix with the herein-considered 23 species and the 143 characters proposed by BÁEZ & GÓMEZ (2017). The resulting phylogenetic tree shows few differences, at the level of genera, from the most recent phylogenies based on molecular data.

*Key words.* comparative morphology, Amphibia, skeletal anatomy, identification.

## INTRODUZIONE

Gli anuri europei (autoctoni e introdotti) sono rappresentati da 54 specie raggruppate in 13 generi (SPEYBROECK *et al.*, 2020). Una panoramica completa della loro anatomia scheletrica non è stata ancora redatta e pubblicata a detrimento delle analisi paleontologiche e archeozoologiche, nonché della possibilità di identificare i resti (avanzi di pasto, contenuti stomacali, escrementi) di anuri predati da altri organismi (per un esempio recente si veda SMIROLDO *et al.*, 2019).

Questo lavoro si prefigge di colmare in parte questa mancanza, descrivendo l'anatomia scheletrica e aggregando le informazioni già pubblicate per tutti i generi europei e per il maggior numero di specie.

## MATERIALI E METODI

Sono state studiate 23 specie che rappresentano tutti i generi attuali di anuri europei eccetto il genere *Pelodytes* (per cui sono disponibili dettagliate informazioni in letteratura, SANCHIZ *et al.*, 2002). Nello specifico, sono stati direttamente osservati uno o più esemplari delle seguenti specie:

Bombinatoridae: *Bombina variegata*.

Alytidae: *Alytes obstetricans*, *Discoglossus montalentii*, *Discoglossus pictus*, *Discoglossus sardus*.

Pipidae: *Xenopus laevis*.

Pelobatidae: *Pelobates cultripes*, *Pelobates fuscus*.

Hylidae: *Hyla intermedia*, *Hyla meridionalis*, *Hyla sarda*.

Bufonidae: *Bufo bufo*, *Bufotes viridis*, *Epidalea calamita*.

Ranidae: *Lithobates catesbeianus*, *Pelophylax esculentus*, *Pelophylax ridi-*

*bundus*, *Rana arvalis*, *Rana dalmatina*, *Rana italica*, *Rana latastei*, *Rana macrocnemis*, *Rana temporaria*.

Il materiale oggetto di studio comprende 39 scheletri disarticolati, conservati nel Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e nella collezione del Muséum national d'Histoire naturelle di Parigi. Per le descrizioni osteologiche, si è fatto particolare riferimento ai caratteri utilizzati nella matrice di BÁEZ & GÓMEZ (2017).

Le ossa sono state fotografate singolarmente, in norme differenti, con la tecnica della microscopia multifocale, utilizzando un microscopio Leica M205 attrezzato con il programma Leica Application Suite v 4.10. Il lavoro si è focalizzato sui seguenti elementi scheletrici: frontoparietale; sfenetmoide, parasfenoide, nasale, esoccipitale (fuso con il prootico in qualche caso), pterigoide, squamoso, premascellare, mascellare, vomere, apparato ioideo, atlante, vertebra II, vertebra III, vertebra VIII, vertebra sacrale, urostilo, scapola, soprascapola, clavicola, coracoide, omero, radioulna, ilio, femore, tibiofibula, astragalo-calcagno. I dati osteologici sono stati poi riassunti in una chiave dicotomica che aggiorna ed espande quella sugli anuri di Francia pubblicata da BAILON (1999) più di 20 anni fa.

Al fine di fornire una ricostruzione filogenetica di riferimento per lo studio degli anuri fossili d'Europa, è stata anche condotta un'analisi filogenetica basata su caratteri osteologici, considerando tutte le specie sopracitate a eccezione dei due taxa alloctoni *Xenopus laevis* e *Lithobates catesbeianus* e includendo *Pelodytes punctatus* e l'outgroup *Ascaphus truei* sulla base di dati precedentemente pubblicati (BÁEZ & GÓMEZ, 2017). La matrice creata tramite MorphoBank (O'LEARY & KAUFMAN, 2012) per questa analisi include 23 specie e 143 caratteri (proposti nel precedente lavoro di BÁEZ & GÓMEZ, 2017) ed è stata analizzata con il programma TnT (v1.5, Nov. 2018; GOLOBOFF, FARRIS & NIXON, 2008).

## RISULTATI

Gli elementi scheletrici maggiormente diagnostici per l'identificazione generica sono risultati essere il frontoparietale, lo sfenetmoide, la vertebra sacrale, la scapola, l'omero e l'ileo, in linea con quanto riportato da BAILON (1999) per gli anuri francesi. La possibilità di identificare i vari generi sulla base degli elementi scheletrici varia, dal momento che alcuni, in particolare *Pelobates* e *Xenopus*, presentano caratteristiche marcatamente distintive su un maggior numero di elementi rispetto ad altri. Il riconoscimento a livello di famiglia, d'altro canto, è sempre possibile per la maggior parte degli elementi scheletrici considerati, anche se osservati singolarmente.



L'albero filogenetico risultante è abbastanza coerente, a livello di genere, con le più recenti filogenesi ottenute su base molecolare (per confronto, è stata utilizzata quella di PYRON & WIENS, 2011), benché si segnalino delle differenze nella posizione del genere *Discoglossus* e della famiglia Bufonidae. Quest'ultimo, in particolare, è *sister taxon* di Ranidae nella nostra analisi, invece che del genere *Hyla* (e quindi di Hylidae) come riportato da PYRON & WIENS (2011). I risultati su base osteologica sono invece solo parzialmente coerenti con il dato molecolare se si scende a livello di specie.

## CONCLUSIONI

Il presente lavoro dimostra ulteriormente la possibilità di riconoscere tutti i generi di anuri attualmente viventi in Europa sulla base dei singoli elementi scheletrici, e fornisce un supporto importante per tutti coloro che in futuro si confronteranno con la necessità di attribuire un'identificazione a ossa isolate. Grazie all'analisi filogenetica preliminare qui effettuata, inoltre, sarà facilitato lo studio delle relazioni degli anuri estinti conosciuti nel record fossile europeo.

Di seguito, viene riportata a titolo di esempio la chiave dicotomica per l'identificazione generica sulla base dell'ileo (nomenclatura e caratteri adattati da BAILON, 1999; SANCHIZ *et al.*, 2002; GÓMEZ & TURAZZINI, 2016; BÁEZ & GÓMEZ, 2017) che è stato raffigurato in Fig. 1-2:

- 1 Cresta dorsale visibile e ben sviluppata.....2
  - Cresta dorsale assente o molto bassa.....8
- 2 Cresta dorsale relativamente bassa (rapporto con l'altezza del braccio iliaco tra 0,5 e 0,9), incurvata medialmente e prolungata posteriormente nella protuberanza dorsale.....3
  - Cresta dorsale alta e ben visibile (altezza uguale o superiore a quella del braccio iliaco).....4
- 3 Processo ischiatico lungo. Espansione acetabolare ventrale ridotta. Presenza di un tubercolo e di un solco interiliaco visibile in vista posteriore, sul bordo interno della giunzione con ischio e pube.....genere *Discoglossus*
  - Processo ischiatico corto. Espansione acetabolare ventrale espansa. Tubercolo interiliaco assente.....*Rana temporaria*
- 4 Angolo tra il limite posteriore della protuberanza dorsale e il bordo dorsale del processo ischiatico circa di 90°. Protuberanza dorsale ben differenziata e globosa.....genere *Pelophylax*
  - Angolo tra il limite posteriore della protuberanza dorsale e il bordo

- dorsale del processo ischiatico inferiore a 90°. Protuberanza dorsale di solito meno differenziata che nel caso precedente.....5
- 5 Cresta dorsale presenta il suo punto più alto a livello della protuberanza dorsale.....6
- Cresta dorsale più alta della protuberanza dorsale.....7
- 6 In vista mediale e laterale, altezza della cresta dorsale uguale o poco maggiore di quella del braccio iliaco, circa uniforme lungo tutto il braccio iliaco .....*Rana macrocnemis*
- In vista mediale e laterale, altezza della cresta dorsale evidentemente maggiore di quella del braccio iliaco, digradante verso l'estremità anteriore del braccio iliaco.....*Rana arvalis*
- 7 Fossa sopracetabolare marcata.....*Rana dalmatina*
- Fossa sopracetabolare appena visibile.....*Rana italica, Rana latastei*
- 8 Protuberanza dorsale assente, o appena abbozzata.....9
- Protuberanza dorsale presente.....11
- 9 Espansioni acetabolari dorsale e ventrale poco sviluppate. Processo ischiatico corto. Protuberanza dorsale assente o appena abbozzata. Solco spirale assente.....genere *Bombina*
- Espansioni acetabolari dorsale e ventrale ben visibili. Processo ischiatico moderatamente lungo. Protuberanza dorsale sempre assente. Solco spirale presente.....10
- 10 Braccio iliaco generalmente ben incurvato. A volte, presenza di un piccolo tubercolo sulla superficie dorsale del processo ischiatico (*tuber superior* in SANCHIZ *et al.*, 2002)..... genere *Pelodytes*
- Braccio iliaco poco incurvato. Assenza di un tubercolo sulla superficie dorsale del processo ischiatico. In vista mediale, presenza di un solco interiliaco sull'espansione acetabolare ventra.....genere *Pelobates*
- 11 Lunghezza del processo ischiatico maggiore o uguale del diametro dell'acetabolo. In vista posteriore, presenza di un tubercolo interiliaco.....genere *Alytes*
- Lunghezza del processo ischiatico inferiore al diametro dell'acetabolo.....12
- 12 Protuberanza dorsale globosa e incurvata lateralmente. Braccio iliaco poco incurvato. Espansione acetabolare ventrale espansa anteriormente ..... genere *Hyla*
- Protuberanza dorsale unilobata o bilobata. Braccio iliaco visibilmente incurvato.....13
- 13 Presenza di una cresta allungata (*lame calamite* in BAILON, 1999) in posizione lateroventrale nella porzione posteriore del braccio iliaco. Protuberanza dorsale unilobata.....*Epidalea calamita*
- non come sopra.....14

- 14 Protuberanza dorsale con bordo arrotondato. Zona preacetabolare senza infossamenti distintivi.....*Bufo bufo*  
 - Protuberanza superiore bilobata. Zona preacetabolare con un evidente infossamento (= fossa preacetabolare)..... *Bufotes viridis*



Fig. 1 — Ilii destri in vista laterale di *Alytes obstetricans* (A), *Bombina variegata* (B), *Discoglossus montalentii* (C), *Discoglossus pictus* (D), *Discoglossus sardus* (E), *Pelobates cultripes* (F), *Pelobates fuscus* (G), *Hyla intermedia* (H), *Hyla meridionalis* (I), *Hyla sarda* (J). Ileo sinistro in vista laterale di *Pelodytes punctatus* (K), modificato da SANCHIZ *et al.*, 2002. Scala: 1 mm. Abbreviazioni: act: acetabolo; bi: braccio iliaco; cd: cresta dorsale; ead: espansione acetabolare dorsale; eav: espansione acetabolare ventrale; pi: processo ischiatico; pd: protuberanza dorsale; ss: solco spirale/Right ilia of *Alytes obstetricans* (A), *Bombina variegata* (B), *Discoglossus montalentii* (C), *Discoglossus pictus* (D), *Discoglossus sardus* (E), *Pelobates cultripes* (F), *Pelobates fuscus* (G), *Hyla intermedia* (H), *Hyla meridionalis* (I), *Hyla sarda* (J) in lateral view. Left ilium of *Pelodytes punctatus* (K) in lateral view, modified from SANCHIZ *et al.*, 2002. Scale bar: 1 mm. Abbreviations: act: acetabulum; bi: iliac shaft; cd: dorsal crest; ead: dorsal acetabular expansion; eav: ventral acetabular expansion; pi: ischiatic process; pd: dorsal prominence; ss: spiral groove.

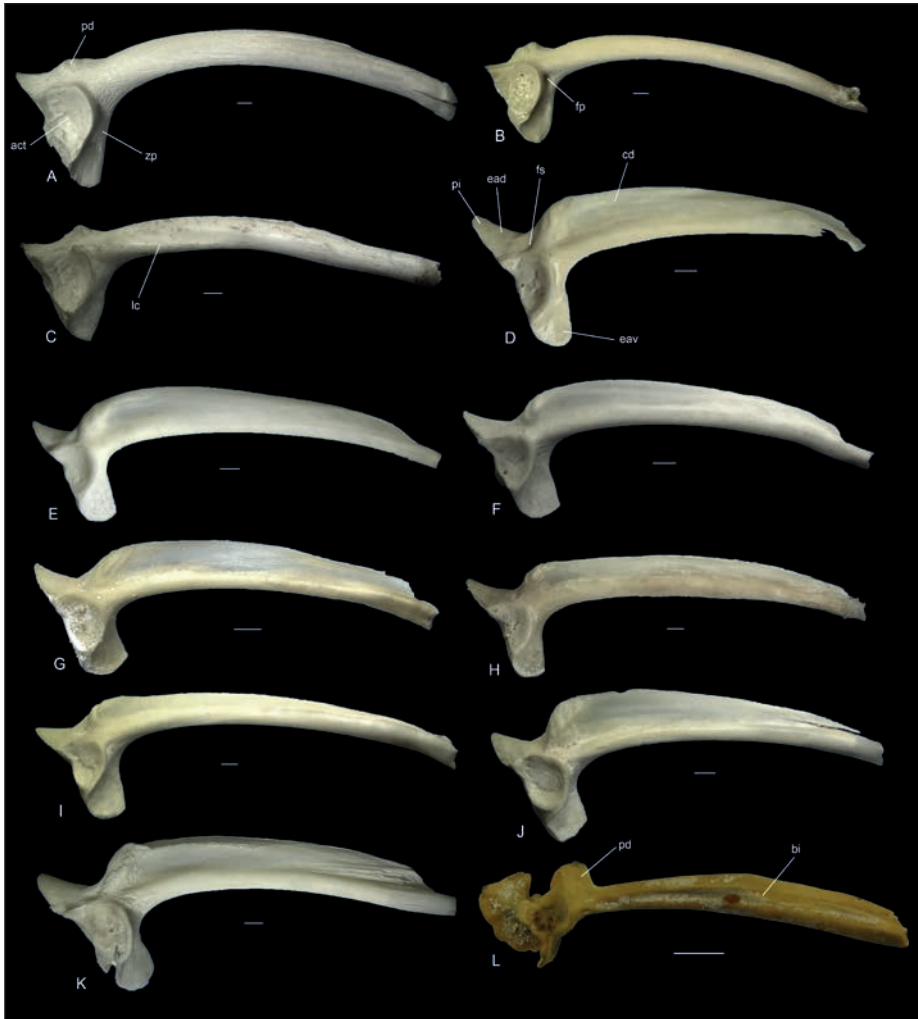


Fig. 2 — Ilii destri in vista laterale di *Bufo bufo* (A), *Bufo viridis* (B), *Epidalea calamita* (C), *Rana arvalis* (D), *Rana dalmatina* (E), *Rana italica* (F), *Rana latastei* (G), *Rana macrocnemis* (H), *Rana temporaria* (I), *Pelophylax esculentus* (J), *Pelophylax ridibundus* (K), *Xenopus laevis* (L) in lateral view. Scale bar: A-K 1 mm; L 5 mm. Abbreviations: act: acetabulum; bi: iliac shaft; cd: dorsal crest; ead: dorsal acetabular expansion; eav: ventral acetabular expansion; fs: supraacetabular fossa; fp: preacetabular fossa; lc: lame calamite sensu BAILON, 1999; pd: dorsal prominence; pi: ischiatic process; zp: preacetabular zone.

## BIBLIOGRAFIA

- BÁEZ A.M. & GÓMEZ R.O., 2017. Dealing with homoplasy: osteology and phylogenetic relationships of the bizarre neobatrachian frog *Baurubatrachus pricei* from the Upper Cretaceous of Brazil. *J. Syst. Palaeontol.*, 16(4): 279-308.
- BAILON S., 1999. Fiches d'osteologie animale pour l'archeologie. Série C: Varia. N° 1 Différenciation ostéologique des anoures (Amphibia, Anura) de France. *Centre Rech. Archéol. CNRS*, Paris 41.
- BÖHME G., 1977. Zur Bestimmung quart rer Anuren Europas an Hand von Skelettelementen. *Wiss. Zeit. Humboldt-Universität Berlin, Math.-Nat.*, 26(3): 283-300.
- FELIX J. & MONTORI A., 1986. Determinación de las especies de anfibios anuros del nordeste ibérico mediante el hueso iliún. *Miscellania Zoologica*, 10: 239-246.
- GOLOBOFF P., FARRIS J. & NIXON K., 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics*, 24: 774-786.
- GÓMEZ R.O. & TURAZZINI G.F., 2016. An overview of the ilium of anurans (Lissamphibia, Salientia), with a critical appraisal of the terminology and primary homology of main ilial features. *J. Vertebr. Paleontol.*, 36(1): 1-12.
- O'LEARY M.A. & KAUFMAN S.G., 2012. MorphoBank 3.0: Web application for morphological phylogenetics and taxonomy. <http://www.morphobank.org>.
- PYRON R.A. & WIENS J.J., 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. *Mol. phylogenet. evol.*, 61(2): 543-583.
- SANCHIZ B., TEJEDO M. & SÁNCHEZ-HERRÁIZ M.J., 2002. Osteological differentiation among Iberian *Pelodytes* (Anura, Pelodytidae). *Graellsia*, 58(2): 35-68.
- SMIROLDO G., VILLA A., TREMOLADA P., GARIANO P., BALESTRIERI A. & DELFINO M., 2019. Amphibians in Eurasian otter *Lutra lutra* diet: osteological identification unveils hidden prey richness and male-biased predation on anurans. *Mammal Rev.*, 49(3): 240-255.
- 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(2): 139-189.

*Indirizzo degli autori* — M. PILI, L. RACCA, M. DELFINO, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, Via Valperga Caluso, 35 - 10125 Torino (I); A. VILLA, M. DELFINO, Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici ICTA-ICP, c/ Columnes s/n, Campus de la UAB - 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona (Spain); S. BAILON, UMR 7209 Archéozoologie, Archéobotanique: Sociétés, pratiques et environnements, MNHN, CNRS, Paris (France); UMR 7194 Histoire naturelle de l'Homme préhistorique, MNHN, UPVD, CNRS, Paris (France).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790559>

ANTONIO PIZZUTI PICCOLI

MISURE DI CONSERVAZIONE PER *EMYS ORBICULARIS*  
IN UN'AREA MEDITERRANEA: IL RIPRISTINO ECOLOGICO  
DEGLI HABITAT NELL'AMBITO DEL PROGETTO LIFE PRIMED

RIASSUNTO

Il presente lavoro descrive un intervento di ripristino ambientale finalizzato ad aumentare la superficie delle pozze temporanee presso l'Oasi Naturale del Bosco di Palo a Ladispoli sul litorale a Nord di Roma. La misura vuole ampliare la superficie dell'habitat principale di *Emys orbicularis*; specie che, sebbene sia presente nell'area di studio con una popolazione vitale, sta subendo una forte contrazione sul litorale romano e, più in generale, in tutto il suo areale, a causa della distruzione ed alterazione degli habitat naturali. Nell'ambito del progetto LIFE PRIMED, attivato nel 2018 nel sito, nell'ottobre del 2020 sono state scavate tre nuove pozze temporanee per una superficie complessiva di circa 0,4 ettari; l'intervento è stato realizzato in un'area interessata da un precedente taglio fitosanitario della copertura arborea, costituita da vegetazione cespugliosa e da un substrato argilloso. Le pozze realizzate sono state monitorate da ottobre 2020 a luglio 2021, con cadenza settimanale; sono riportati i primi dati significativi sulle presenze faunistiche. Il lavoro vuole descrivere l'esperienza di ripristino ambientale al fine di contribuire a prassi gestionali delle aree naturali che possano favorire la conservazione di *Emys orbicularis*.

*Parole chiave.* *Emys orbicularis*, conservazione, ripristino ambientale, pozze temporanee.

SUMMARY

*Conservation measures for Emys orbicularis in a Mediterranean area: the ecological restoration of the habitat within the LIFE PRIMED project.* This work describes an environmental restoration project aimed at increasing the surface of the temporary ponds at the "Bosco di Palo" Natural Park in Ladispoli, on the coast north of Rome (Latium, Italy). The measure aims to expand the surface of the main habitat for *Emys orbicularis*; species which, although present in the study area with a viable population, is undergoing a strong contraction along the Roman coast and, more generally, throughout its range, due to the destruction and alteration of natural habitats. As part of the LIFE PRIMED project, in October

2020, three new temporary ponds were dug for a total area of approximately 0.4 hectares; the intervention has been done in an area affected by a previous phytosanitary cut of the tree cover, characterised by bushy vegetation and a clayey substrate. The newly created ponds were monitored from October 2020 to July 2021, on a weekly basis; the first data on the presence of fauna are reported. The work aims to describe the intervention of environment management in order to contribute to the establishment of best management practices that can favour the conservation of *Emys orbicularis* in natural areas.

*Key words.* *Emys orbicularis*, conservation measures, ecological restoration, temporary ponds.

## INTRODUZIONE

Il presente lavoro descrive la realizzazione di tre nuove pozze temporanee in un'area degradata all'interno dell'Oasi Naturale del Bosco di Palo, sul litorale a nord di Roma (Lazio, Italia); tale ripristino ambientale costituisce una misura di conservazione per la Testuggine palustre europea *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758).

*E. orbicularis* è una specie inserita in Allegato II della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" ed elencata a livello globale nella categoria Least Concern (LC) nella IUCN Red List (IUCN, 2012); quest'ultima classificazione dovrebbe essere riconsiderata, visto il generale declino delle sue popolazioni (ZACHARIAS & ZAMPARAS, 2010; ZUFFI *et al.*, 2010; AYRES *et al.*, 2013).

Si tratta di una specie in forte riduzione anche a livello nazionale; le principali minacce per le popolazioni europee ed italiane di *E. orbicularis* sono la distruzione e la frammentazione dell'habitat dovute ad agricoltura, urbanizzazione e introduzione di specie aliene (FERRI *et al.*, 1988; CADI & JOLY, 2004; FICETOLA *et al.*, 2013).

Le popolazioni che occupano le pozze temporanee del litorale laziale hanno inoltre sofferto per gli effetti della siccità sempre più accentuata negli ultimi anni (SCARNATI & ATTORRE, 2014), problematica più accentuata in quelle zone dove l'acqua viene estratta per uso antropico.

Le pozze temporanee sono habitat di grande interesse conservazionistico in Europa e rientrano nell'ambito della denominazione "stagni temporanei mediterranei (MTP) (habitat prioritario 3170\*) secondo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat". Inoltre, secondo la Lista Rossa degli Habitat IUCN, sono attualmente valutate come Vulnerabili a causa di un forte calo della qualità dell'habitat avvenuto negli ultimi decenni.

Negli ultimi 30 anni, la sempre crescente pressione antropica sul litorale romano a nord di Roma sta causando l'alterazione ecologica e la scomparsa di questo prezioso habitat. In particolare le cause sono da ricercarsi soprattutto nell'alterazione del naturale decorso stagionale delle falde idriche sotterranee, dovuta ad eccessivo emungimento, inquinamento chimico (legato soprattutto all'agricoltura) e alterazione dell'ambiente superficiale dovuta alla sempre più presente cementificazione.



In passato le raccolte d'acqua temporanee, sul territorio limitrofo all'area di studio, ritenute zone non produttive, sono state sottoposte a forti pressioni antropiche, come ribaltamento profondo del suolo, drenaggio accelerato, appiattimento della topografia superficiale o trasformazione in serbatoi permanenti per l'irrigazione. Oggi le pozze temporanee dell'Oasi Naturale del Bosco di Palo costituiscono le uniche raccolte d'acqua temporanee nel comune di Ladispoli e per gran parte del territorio circostante (SCARNATI & ATTORRE, 2014; PIZZUTI PICCOLI, 2016).

A partire dagli anni '90, la falda freatica del Bosco di Palo ha subito un notevole abbassamento, evidenziato anche dall'irregolarità di riempimento delle pozze temporanee presenti. A causa dell'inaridimento del suolo e al conseguente stato di stress idrico della vegetazione arborea, a partire dal 1999 i funghi *Phytophthora* sp. e *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) O. Kuntze hanno originato un evento epidemico che ha portato alla morte di un'alta percentuale degli alberi del bosco (PETRICCIONE, 2003; PIZZUTI PICCOLI, 2017).

Conseguentemente nel 2005 e poi nel 2008 è stato effettuato, nel Bosco di Palo, un importante e massiccio intervento di taglio nella speranza di eliminare dall'ambiente gli agenti fungini patogeni. Il taglio ha prodotto la creazione di un'ampia radura al centro del bosco, caratterizzata dalla presenza di alberi sparsi e di uno strato cespugliato a sclerofille discretamente uniforme.

A partire dal 2018 è stato attivato il progetto europeo LIFE PRIMED "Restoration, management and valorisation of PRIority habitats of MEDiterranean coastal areas" cofinanziato dal Programma LIFE che, nell'ambito delle sue Azioni di Conservazione ha previsto interventi diretti per la conservazione degli habitat, come, ad esempio, l'aumento della superficie occupata dagli stagni temporanei mediterranei, attraverso la realizzazione di nuove pozze temporanee.

## MATERIALI E METODI

### *Area di Studio*

L'Oasi Naturale del "Bosco di Palo" si trova nel Lazio a 37 Km a nord di Roma (Carta IGM Foglio 149 IV N.E.) ed è situata tra il mare e la Via Aurelia nel Comune di Ladispoli (41°56' N; 12°05'E). L'area è inserita nella Rete Natura 2000 (Sito di Importanza Comunitaria – SIC IT6030022 "Bosco di Palo Laziale, che si estende per 129 ettari) ed è istituita come Area di Rilevanza Erpetologica Regionale – ARER (Codice ARER ITA089 LAZ008) dalla *Societas Herpetologica Italica*.

L'area di studio fa parte di una stretta pianura costiera che si estende dal delta del Tevere fino a S. Severa (Roma) formatasi nel Quaternario. Il clima rientra nel tipo mesomediterraneo con inverno mite, un periodo d'aridità estivo di circa tre mesi e regime pluviometrico di tipo marittimo per l'abbondanza delle precipitazioni (BLASI, 1994).



Gli habitat presenti nell'Oasi sono la macchia alta a sclerofille, la prateria ed il bosco; questi ambienti concorrono a formare delle fasce ecotonali rilevanti. La macchia alta a sclerofille è costituita da specie tipiche dei terreni basici con prevalenza di *Pistacia lentiscus* Linnaeus, 1758 e *Phillyrea latifolia* Linnaeus, 1758; la prateria, che presenta formazioni erbose seminaturali, è caratterizzata da campi incolti a graminacee e composite stagionali. Il bosco, che si estende per circa 60 ettari e presenta una copertura pedologica ad argille, è costituito da un querceto misto planiziale (riconducibile agli habitat definiti “foreste Pannoniche – Balcaniche di cerro e rovere” secondo la Direttiva Habitat 92/43) con dominanza di *Quercus ilex* Linnaeus, 1758, *Quercus cerris* Linnaeus, 1758, *Quercus pubescens* Willd., 1805 ed *Ulmus minor* Miller, 1768. In alcune aree il bosco assume la connotazione di matorral arborescente a *Laurus nobilis* Linnaeus, 1758; caratteristica la presenza, nel bosco, di pozze temporanee (habitat di direttiva “stagni temporanei mediterranei”) (LUCCHESI, 1990; SCARNATI & ATTORRE, 2014).

Gli anfibi dell'area di studio sono rappresentati da quattro specie: *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758), *Hyla intermedia* Boulenger, 1882, *Pelophylax bergeri* (Gunther, 1986)/*Pelophylax klepton hispanicus* (Bonaparte, 1839) e *Lissotriton vulgaris meridionalis* (Boulenger, 1882); i rettili sono rappresentati da 15 specie (Tab. 1) (PIZZUTI PICCOLI, 2008, 2016).

**Tab. 1.**

Elenco dei rettili osservati nell'area di studio (PIZZUTI PICCOLI, 2008, 2016).

Specie di rettili osservate	
Testuggine palustre europea	<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)
Testuggine di Hermann	<i>Testudo hermanni</i> Gmelin, 1789
Geco verrucoso	<i>Hemidactylus turcicus</i> (Linnaeus, 1758)
Geco comune	<i>Tarentola mauritanica</i> (Linnaeus, 1758)
Orbettino	<i>Anguis veronensis</i> Pollini, 1818
Luscengola comune	<i>Chalcides chalcides</i> (Linnaeus, 1758)
Lucertola muraiola	<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)
Lucertola campestre	<i>Podarcis siculus</i> (Rafinesque – Schmaltz, 1810)
Ramarro occidentale	<i>Lacerta bilineata</i> Daudin 1802
Cervone	<i>Elaphe quatuorlineata</i> (Lacépède, 1789)
Bianco	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacépède, 1789)
Natrice dal collare	<i>Natrix helvetica</i> (Lacépède, 1789)
Natrice tessellata	<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti, 1768)
Saettone comune	<i>Zamenis longissimus</i> (Laurenti, 1768)
Vipera comune	<i>Vipera aspis</i> (Linnaeus, 1758)

Le pozze dell'Oasi di Palo Laziale sono raccolte d'acqua temporanea la cui profondità varia tra i 20 ed i 150 cm. Questi ambienti sono estremamente precari in quanto risentono degli andamenti meteorologici stagionali. A causa della scarsa profondità la stratificazione termica è assente; la temperatura dell'acqua, dalla superficie al fondo, è sotto l'influenza diretta del sole e rispecchia le variazioni stagionali e giornaliere dell'aria, pur mantenendosi sempre al di sotto di qualche grado rispetto ad essa. Le pozze vanno incontro ad un periodo di essiccamento da giugno a settembre, e di congelamento in superficie per periodi di tre – cinque giorni durante i picchi negativi di temperatura nei mesi di gennaio e febbraio. Il fondale delle pozze è caratterizzato da una forte componente organica in decomposizione dovuta agli alberi che crescono intorno e semisommersi dall'acqua (in prevalenza *Fraxinus oxycapa* Bieb. e *Quercus cerris* L.) e che depositano una notevole massa di foglie sul fondo. All'interno delle pozze la vegetazione è assai scarsa, caratterizzata da graminacee terrestri che sopportano periodi di immersione (Fig. 1).

#### *Realizzazione di nuove pozze temporanee*

Lo scavo di nuove pozze temporanee ha interessato un'area di 4.000 mq (0,4 ha) all'interno della radura creatasi con il taglio fitosanitario; sono state



Fig. 1 — Pozza naturale detta “dei giunchi”/Natural pool called “of rusbes”.

realizzate tre pozze con diverse profondità (da pochi centimetri a 1 metro) per soddisfare i diversi requisiti biologici di specie botaniche e zoologiche eventualmente in grado di colonizzare le pozze stesse. I tre laghetti hanno dimensioni abbastanza simili con diametri di circa 40-50 metri ciascuno. La realizzazione delle pozze è avvenuta nel mese di ottobre 2020 e si è operato con un escavatore meccanico.

La scelta puntuale dei siti di realizzazione è avvenuta grazie al rilievo topografico e all'analisi del suolo svolti preliminarmente. Il rilievo topografico ha permesso di identificare aree idonee in cui converge il flusso dell'acqua meteorica in modo ottimale, consentendo un riempimento naturale degli stagni durante la stagione delle piogge, mentre il rilievo del suolo ha indicato i terreni con substrato argilloso impermeabile, indispensabile per la persistenza degli stagni.

Due delle pozze sono state realizzate a forma di "imbuto" (Fig. 2, 3), scavando a profondità crescenti da pochi centimetri ad un massimo di 1 metro, ma evitando ripidi pendii per non ostacolare la dispersione della fauna acqua-

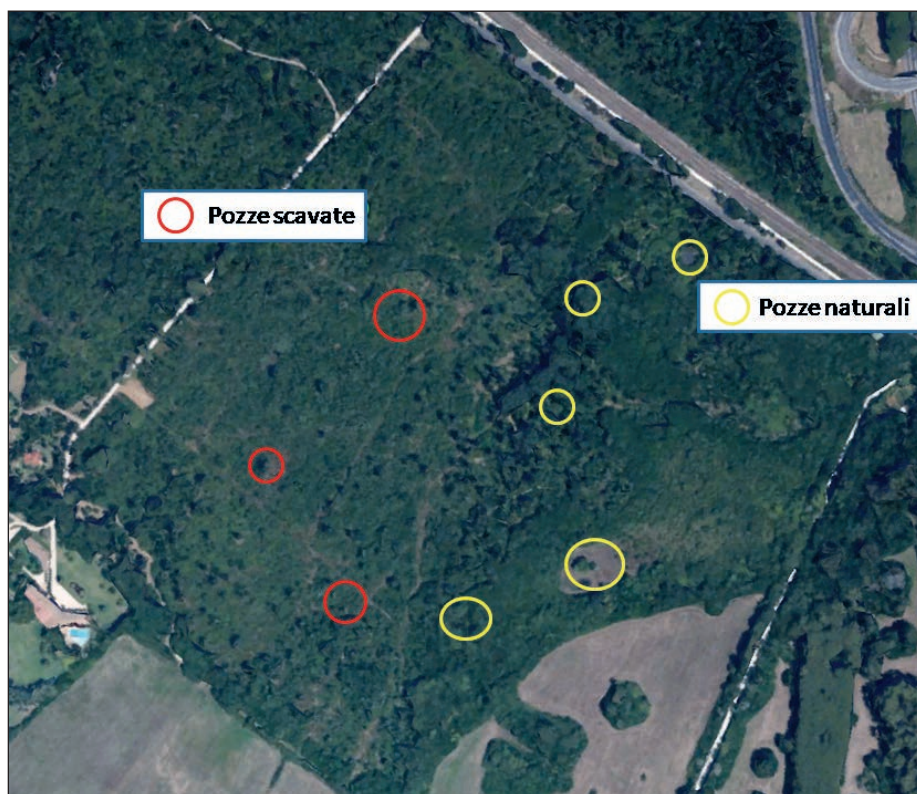


Fig. 2 — Ubicazione delle tre pozze artificiali/Location of the three artificial pools.

tica. Questi ambienti sono stati progettati per favorirne la colonizzazione da parte sia di invertebrati sia di vertebrati acquatici, in particolare *Emys orbicularis*, tenendo conto anche delle linee guida riportate in letteratura per la realizzazione di questi habitat (CALDER *et. al.*, 2008; BLAKESLEY & BUCKLEY, 2010). Al contrario, la terza pozza è stata realizzata principalmente per le specie tipiche della comunità vegetale *Isoëto-Nanojuncetea* che è tipicamente associata all'habitat 3170\*.

L'evoluzione biologica e i processi del *pattern* dinamico sono monitorati settimanalmente a partire dalla data di realizzazione.

Tutti gli interventi di realizzazione delle pozze ed i successivi monitoraggi, previsti nell'ambito del Progetto LIFE PRIMED, hanno ottenuto i permessi per la realizzazione dalle autorità preposte ed in base alle normative vigenti.

## RISULTATI PRELIMINARI

Nel corso di precedenti studi la popolazione di *Emys orbicularis* dell'Oasi Naturale del Bosco di Palo è stata stimata ammontare a circa 64 individui (PIZZUTI PICCOLI, 2016). La popolazione appare rappresentata in tutte le sue classi di età (62,5% adulti, 25 % giovani e 12,5 % neonati); la *sex ratio* è prossima al valore 1:1 (PIZZUTI PICCOLI, 2016). Tali valori attestano l'importanza dell'area di studio per la conservazione della specie nel quadrante del litorale nord del Lazio; la realizzazione delle nuove pozze, e quindi di nuovi siti adatti alla biologia della specie, può costituire una facilitazione per la persistenza della specie sul territorio.

Le pozze si sono riempite a partire da gennaio 2021, dalla seconda metà del mese di maggio è iniziata la fase di lento prosciugamento, che si è protratta fino alla fine del mese di luglio.

I primi mesi di monitoraggio delle nuove pozze hanno permesso di identificare le prime specie zoologiche che hanno colonizzato i siti: *Notonecta* sp., *Hydrometra* sp., *Gyrinidae*, *Culicidae*. In data 10 aprile sono stati rinvenuti, in una delle due pozze più profonde, numerosi girini di *Hyla intermedia*, specie presente nell'area che qui utilizza per la deposizione proprio le pozze temporanee (Fig. 3). Nelle vicinanze della stessa pozza, sono stati osservati due individui di *Emys orbicularis* in data 23 giugno e 22 luglio. In data 23 giugno è stato osservato un individuo giovane presso un'area a copertura erbosa a circa 20 metri dalla pozza, mentre in data 22 luglio un individuo adulto è stato rinvenuto sul bordo della pozza ormai in fase avanzata di prosciugamento; in quella data le pozze naturali dell'Oasi erano già tutte prive di acqua.





Fig. 3 — Pozza n. 1 dopo la fase di riempimento/Pool n. 1 after the filling stage.

Il ripristino ambientale descritto nella presente nota può aver costituito un'azione di miglioramento ecologico delle condizioni dell'habitat delle zone umide; per comprenderne l'efficacia, anche ai fini della conservazione di *Emys orbicularis*, si procederà con un monitoraggio continuativo nei prossimi tre anni.

#### BIBLIOGRAFIA

- AYRES C., ALVAREZ A., AYLLON E., BERTOLERO A., BUENETXEA X., CORDERO-RIVERA A., CURCOMASIP A., DUARTE J., FARFAN M.A., FERRANDEZ M., FRANCH M., FORTUÑO L., GUERRERO J., HERNANDEZ-SASTRE P.L., LACOMBA I., LORENTE L., MIGUELEZ-CARBAJO D., PINYA S., RADA V., ROMERO D., SANCHEZ J., SANCHO V. & VALDEO A., 2013. Conservation projects for *Emys orbicularis* in Spain. *Herpetol. Notes*, 6: 157-164.
- BLAKESLEY D. & BUCKLEY P., 2010. Managing your woodland for wildlife. *Pisces Publ.*, Newbury.
- BLASI C., 1994. Fitoclimatologia del Lazio, *Regione Lazio*, Roma.
- CADI A. & JOLY P., 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodivers. Conserv.*, 13: 2511-2518.
- CALDER I.R., HARRISON J., NISBET T.R. & SMITHERS R.J., 2008. Woodland actions for biodiversity and their role in water management. *The Woodland Trust*, [www.woodlandtrust.org.uk](http://www.woodlandtrust.org.uk).

- FERRI V., DI CERBO A. & PELLEGRINI M., 1988. Serranella Emys Project. Preservation initiatives of *Emys orbicularis* populations in Abruzzo. *Mertensiella*, 10: 95-101.
- FICETOLA G.F., SALVIDIO S., D'ANGELO S., BONARDI A., BOTTONI L., CANALIS L., CROSETTO S., DI MARTINO S., FERRI V., FILETTO P., GENTA P., JESU R., MASIN S., MAZZOTTI S., OTTONELLO D., RICHARD J., SALA L., SCALI S., TEDALDI G. & VIANELLO F., 2013. Conservation activities for European and Sicilian pond turtles (*Emys orbicularis* and *Emy strinacris*, respectively) in Italy. *Herpetol. Notes*, 6: 127-133.
- IUCN, 2012. Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group 1996. *Emys orbicularis*. *IUCN Red List of Threatened Species*.
- LUCCHESI F., 1990. La flora della riserva naturale di Palo Laziale (Roma). *Ann. bot.*, 48 (suppl. 7): 263-289.
- PIZZUTI PICCOLI A., 2008. Fenologia riproduttiva del tritone punteggiato *Lissotriton vulgaris meridionalis* (Boulenger, 1882) (Amphibia, Urodela) nel Bosco di Palo (Roma). *Ann. Mus. civ. St. nat. Ferrara*, 9/10 (2006/2007): 99-110.
- PIZZUTI PICCOLI A., 2016. Note sui rettili presenti nell'Oasi Naturale del Bosco di Palo (Lazio settentrionale, Italia). *Naturalista sicil.*, 40 (2): 53-65.
- PIZZUTI PICCOLI A., 2017. Environmental changes and effects on a population of smooth newt *Lissotriton meridionalis* (Boulenger, 1882) (Amphibia, Urodela) in a Mediterranean woodland. *Int. J. Environ. Agric. Biotech (IJEAB)*, 2(2): 584-589.
- PETRICCIONE B., 2003. Piano di gestione e recupero naturalistico del patrimonio forestale dell'Oasi del WWF "Bosco di Palo" (parte occidentale). *Min. Pol. Agr. For., Corpo For. Stato, Servizio CONECOFOR* (relazione non pubblicata).
- SCARNATI L. & ATTORRE F., 2014. Indagine conoscitiva sul Bosco di Palo Laziale finalizzata alla conservazione degli habitat naturali. *Sapienza University Press*: 78.
- ZACHARIAS I. & ZAMPARAS M., 2010. Mediterranean temporary ponds. A disappearing ecosystem. *Biodivers. Conserv.*, 19: 3827-3834.
- ZUFFI M. A. L., DI CERBO A. R. & FRITZ U., 2010. *Emys orbicularis*. Pp. 153-163 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (Eds.), Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. *Il Sole 24 Ore-Calderini*, Bologna.

*Indirizzo dell'autore* — A. PIZZUTI PICCOLI, Associazione Natura per Tutti Onlus, Via Monteroni, 1265 – 00055 Ladispoli (Roma, I); e-mail: info@naturapertutti.it



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6784651>

ANDOLALAO RAKOTOARISON, SERGE H. NDRIANTSOA, FALITIANA C.E.  
RABEMANANJARA, NIRHY H.C. RABIBISOA, TSANTA F. RAKOTONANAHARY,  
HERILALA J.A.R. RANDRIAMAHAZO & FRANCO ANDREONE

MORE THAN 15 YEARS OF AMPHIBIAN CONSERVATION  
IN MADAGASCAR UNDER THE FLAG OF IUCN SSC AMPHIBIAN  
SPECIALIST GROUP

SUMMARY

We report the activities of the IUCN SSC Amphibian Specialist Group in Madagascar and conservation actions and initiatives about amphibians carried out in Madagascar from 2005 to present day.

*Key words:* Madagascar, Amphibians, Conservation, IUCN

RIASSUNTO

*Oltre 15 anni di conservazione degli Anfibi in Madagascar sotto la bandiera dell'IUCN SSC Amphibian Specialist Group.* Vengono riportate le attività dell'IUCN SSC Amphibian Specialist Group in Madagascar e le azioni / iniziative di conservazione sugli Anfibi dell'Isola dal 2005 ad oggi.

*Parole chiave:* Madagascar, Anfibi, Conservazione, IUCN

This contribution is a summary about the conservation activities that have been carried out – and/or still on progress – on the peculiar amphibian fauna of Madagascar, with a particular reference to the actions done under the umbrella of IUCN SSC Amphibian Specialist Group (ASG). For those interested to pick-up more details and other important actors, they can consult the recent paper by ANDREONE *et al.* (2021). In fact, this large continent-island – as Madagascar is often named – hosts a great number of endemic frogs. Current estimates talk about more than 500 endemic species, with around 380 already described and many others still waiting for a formal description (VIEITES *et al.*, 2009). Only two species are non-endemic and introduced, the Asian toad *Dut-*



*taphrynus melanostictus* and the Tiger frog *Hoplobatrachus tigerinus*. The endemic frogs of Madagascar show a considerable adaptive radiation, and facing a few families (Hyperoliidae, Mantellidae, Microhylidae, and Ptychadenidae) present on its territory, it is remarkable to state their diversity. Great part of the species live in the eastern rainforests of the island, while others show remarkable adaptations to the other peculiar ecosystems, namely the dry deciduous forests of the west and other areas, such as isolated massifs and karst areas, including the sandstone massifs of Isalo and Makay, and Bemaraha.

Seen the taxonomic gap affecting Malagasy frogs, it is logical that a great effort carried out by amphibian researchers was paid to visit new areas and describe new species, with the aim to provide a thorough knowledge to frog diversity present on the island. At the same time, the critical situation of the natural habitats of Madagascar and the incipient deforestation rate, justify why a special attention was recently also paid to the conservation of this peculiar amphibian fauna. So far, the growing interest on the conservation of Madagascar's biodiversity pushed many researchers and conservation organizations to study and propose conservation actions. Logically, the main attractive taxonomic group in Madagascar is still and always represented by lemurs, with more than 100 endemic species which act as touristic attractors. Notwithstanding, in the last 30 years many new research and activities began to valorise the amphibians of Madagascar. This was first boosted by the increase of integrative studies which led to the publications of three field guides by GLAW & VENCES (1992, 1994, 2007), and by an intense vague of growing interest in the conservation of world amphibians. This was also coincident with the ACAP (Amphibian Conservation Action Plan), held in Washington in 2005 (GASCON *et al.*, 2007) and just followed a first interdisciplinary meeting held in Mantasoa (Madagascar) (ANDREONE *et al.*, 2001). In this occasion, one of us (F. Andreone) was approached by two renowned conservationists (Russell A. Mittermeier and Claude Gascon) who charged him to put together a dedicated group and an action plan regarding the conservation of amphibians of Madagascar. Indeed, this was a great opportunity and led to the constitution of the Declining Amphibian Task Force (DAPTF) dedicated to Madagascar, that soon evolved to become the Amphibian Specialist Group Madagascar. The lead of this informal group was first assured by F. Andreone and H.J.A. Randriamahazo, who had already worked together for the study and conservation of Malagasy amphibians. At the same time, the collaboration of the core team with S. Stuart and N. Cox allowed to organize an operative meeting in Gland (Switzerland) for the first assessment of the then known Malagasy fauna. This produced the publication of a first keystone contribution on the conservation of Malagasy amphibians (ANDREONE *et al.*, 2005) where, for the first time, the amphibians of Madagascar were object of an in-depth conservation analysis and a threat assessment.

From this first contribution a collaborative network originated and produced several actions in terms of conservation. Soon after this formalization it was launched the first meeting held in Madagascar dedicated to the conservation of endemic amphibian fauna. The coined name of the meeting was ACSAM, literally “A Conservation Strategy for the Amphibians of Madagascar”, and was held in 2006 in the capital Antananarivo. This workshop boosted the cooperation of many national and foreign herpetologists, basically all the researchers who were interested to amphibian biology and conservation. The meeting held several contributions and talks, presenting a great number of news, issues, proposals and study projects declined upon the conservation (ANDREONE, 2008). The meeting, held in one of the most prestigious Antananarivo hotels (Colbert), was the occasion of defining a mission for the ACSAM and the launch of the Sahonagasy Action Plan, “sahonagasy” being a Malagasy neologism, with “sahona” meaning “frog” and “gasy”, an equivalent adjective to “Malagasy” (ANDREONE & RANDRIAMAHAZO, 2008). The SAP was one of the first amphibian national action plans in high endemism countries, and was taken as a model for subsequent initiatives in many other amphibian biodiversity hotspots. The workshop also allowed to published a comprehensive amphibian conservation monograph (ANDREONE, 2008) which summarized and oriented the subsequent conservation actions and boosted a real interest in frog conservation. At the same time, the SAP produced a printed version (ANDREONE & RANDRIAMAHAZO, 2008), which is currently considered a keystone for amphibian conservation. The contributions reported within these two books oriented the conservation activities for the following years, which can be considered as a sort of “amphibian decade”. The engagement in favour of amphibian conservation was soon recognized with the attribution in 2009 of the Sabin Award for Amphibian Conservation to F. Andreone and H.J.A. Randriamahazo (ANDREONE, 2012).

Conservation actions were translated into several aspects of research, active conservation and awareness (ANDREONE *et al.*, 2013b). Research were conducted from one side on some iconic species, such as the Harlequin mantilla *Mantella cowanii* (ANDREONE & RANDRIANIRINA, 2003); the Tomato frog *Dyscophus antongilii* (TESSA *et al.*, 2008); the False tomato frog *D. guineti* (TESSA *et al.*, 2011); the Rainbow frog *Scaphiophryne gottlebei* (ANDREONE *et al.*, 2013a) and the Green mantella *Mantella viridis* (CROTTINI *et al.*, 2012). At the same time, studies were carried out on some frog communities in protected and unprotected areas (ROSA *et al.*, 2012). A particular collaboration was established with the Madagascar Fauna and Flora Group (MFG), a consortium of zoos that is managing the Ivoloina Park in Toamasina and the Betampona Strict Nature Reserve. Such a collaboration allowed to organize a frog festival, which was held in Marontsetra in 2009 and dedicated to the town iconic from the tomato frog *Dyscophus antongilii* (ANDREONE *et al.*,

2013b). This is one of the most renowned and known frog of Madagascar, and one of the few that is known with a specific and onomatopoeic name by local communities, the “saogongogno”, making explicit reference to its advertisement call. Furthermore, the species is present within the Maroantsetra town, inhabiting ponds and draining ditches, and thus being one of the most attractive frogs in Madagascar, being also a regular step for tourists passing to visit the Masoala National Park and visiting Maroantsetra. With MFG many other activities were also carried out, including a multi-year monitoring activity which led to the publication of a specific analysis of the amphibian community evolution in Betampona SNR (DUBOS *et al.*, 2020).

The activity of ASG Madagascar produced also a few more workshops. The first one was dedicated to the chytrid fungus and its prevention and entitled “Disease screening for amphibians. Course for amphibian biologists”, and was held at Ivoloïna (12<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> October 2010). In fact, the chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) was firstly thought as absent from Madagascar (WELDON *et al.*, 2013). A series of analyses on amphibian communities showed an apparent absence of this emerging pathogen, which caused dramatic declines and extinctions all around the World. Suddenly a screening on amphibians exported for the herpetological pet-trade evidenced some Bd positives (KOLBY, 2014). This was also mirrored by further positives found in the remote Makay Massif. So far, an expedition was immediately organized in this massif in August 2011, and supported with an emergency fund from the Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund. This survey revealed a few further positives, that convinced the ASG Madagascar to invest in a regular monitoring program for Bd presence and in the creation of a “Chytrid Emergency Cell” (BLETZ *et al.*, 2012). Despite the fact that a study by LÖTTERS *et al.* (2008) revealed that Madagascar was particularly prone to host the Bd, the number and occurrence of positive cases were always quite scanty and limited. Efforts by M.C. Fisher and colleagues to isolate Bd have so far been rather unsuccessful. Anyhow, taken into consideration that it is always possible that mass mortality cases could occur, and that until present there is not efficient treatment against Bd in the wild, the ASG Madagascar also invested in the formation of captive breeding methods. A dedicated workshop entitled “Amphibian Conservation Husbandry” was held in Andasibe (26<sup>th</sup> November-2<sup>nd</sup> December 2012), organized in collaboration with Fikambanana (Association) Mitsinjo, and aimed to teach the modalities of captive breeding and husbandry science with a focus on the Malagasy amphibians (EDMONDS *et al.*, 2012). This was successfully translated in practice with the realization of the Amphibian Breeding Center at Andasibe. This center was financially supported by Sherritt International Co. to sustain the reproduction of the Golden frog *Mantella aurantiaca* as a compensatory measure for the destruction/alteration

of the breeding sites located in the eastern rainforests due to the passage of the pipeline dedicated to the transfer of nickel and cobalt from the Ambatovy mine to the port town of Toamasina. The project was coordinated by Fikambanana Mitsinjo and supervised by ASG Madagascar and was largely successfully, with a large number of individuals and generations produced and subsequently reintroduced in nature. At the same time, a few other species were also kept in captivity and reproduced (RAKOTONANAHARY *et al.*, 2017). The SAP was implemented during the time and in 2014 a second meeting was held to make the point and verify what happened and what was still to be implemented. This new workshop was named ACSAM2 and held in Ranomafana National Park. Again, the meeting saw a great participation of the scientist and conservationist community and produced a great number of communications (ROSA *et al.*, 2014). Similarly, to what happened with the first ACSAM meeting, this new one produced a new Sahonagasy Action Plan (ANDREONE *et al.*, 2016). During the ACSAM2 a particular emphasis was given to the threatening situation due to the discovery that an alien amphibian, the Asian toad *Dutaphrynus melanostictus* was discovered in Madagascar around Toamasina, and was rapidly expanding. This invasion was particularly worrying due to the potential impact due to the presence of this species, affecting the local amphibians (LICATA *et al.*, 2019), and due to the fact that the presence of this species could cause the death of many potential predators, which are not used to the toxins produced by the toad's skin (MARSHALL *et al.*, 2018).

This focused more in detail the critical situation and drew a roadmap for further initiatives. As an important fallout, the core nucleus of the ASG Madagascar together with Durrell Wildlife Conservation Trust put together an important project and proposal entitled “Building a future for Madagascar amphibians”, which was supported by Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) (<https://www.cepf.net/grants/grantee-projects/building-future-amphibians-madagascar>). This grant extended from November 2015 to June 2019 allowed the possibility to contribute to the capacity building of local people, to the recruitment of two dedicated personnel (T.F. Rakotonanahary and S.H. Ndriantsoa). The project also focused on one critical site, the Ankaratra Massif (around 150 Km from the capital Antananarivo) which is the second highest massif of Madagascar and site of two of the most threatened amphibian species, respectively *Boophis williamsi* and *Mantidactylus pauliani*. Last but not least, the activity of the IUCN SSC Amphibian Specialist Group organized, on several occasions, meeting and educational initiatives with the amphibians as focus group, showing the importance of protecting them as ambassadors of biodiversity. The last event, named “Festival des amphibiens” was organized in on the 3<sup>rd</sup> May 2019 in Parc Ivoloïna, and continued the profitable collaboration with Madagascar Fauna and Flora

Group. Finished the CEPF fund the activities of ASG Madagascar were directed to a reboot of the conservation initiatives. Currently, following a meeting on the conservation of *Mantella cowanii* held in the town of Ambositra in December 2018 a new action plan, the McAP *Mantella cowanii* Action Plan was put together and updated a previous one (RABIBISOA, 2008; ANDREONE *et al.*, 2020). Unluckily, the COVID19 sanitary emergency hit Madagascar too and prevented to start-up a series of initiatives, included this one. In any case, the conservation of this iconic species, that was already one of the first interested by ASG activities (ANDREONE & RANDRIANIRINA, 2003) is scheduled to move on during the breeding season in late 2021, and will see a through collaboration between ASG Madagascar members, Chester Zoo, Madagasikara Voakajy, Fondazione A.R.C.A. and L'Homme et l'Environnement. This summary provides a good example of what the ASG Madagascar will become in the future, most likely an independent and autonomous association (Miaro ny Sahona, MISA) that will contribute to the conservation of one of the most attractive and rich amphibian fauna in the World.

#### REFERENCES

- ANDREONE F., 2008. A conservation strategy for the amphibians of Madagascar. *Monografie*, 45. *Mus. reg. Sc. nat.*, Torino.
- ANDREONE F., 2012. The lure of Madagascar. Pp. 28-35 in: Moore R.D. (Ed.), The Sabin award for amphibian conservation. Seven remarkable individuals on a quest to save amphibians. *Conservation Int. & IUCN SSC Amphibian Specialist Group*, Austin.
- ANDREONE F., ANDRIANTSIMANARILAFY R.R., CROTTINI A., EDMONDS D., GARCIA G., HANSEN-HENDRIKX C.M., RAKOTOARISON A. & RAZAFIMANAHAKA J.R., 2020. *Mantella cowanii* Action Plan. 2021–2025. *Mus. reg. Sc. nat., Amphibian Survival Alliance*, Torino.
- ANDREONE F., BEHLER J., BLOXAM Q., CADLE J., KUCHLING G., RABEMANANJARA F.C., RABESIHANAKA S., RABIBISOA N., RAKOTOARIMANANA J., RAKOTOMALALA D., RAKOTOMAVO E., RAMANAMANKJATO J.-B., RAMILISON O., RANDRIAMAHAZO H., RANDRIANIRINA J., RASELIMANANA A.P., RAVOLONAIVO R., RAXWORTHY C., RAZAFINDRASOA R. & RAZANDRIMAMILAFINIARIVO, 2001. Rapport du groupe reptiles et amphibiens. Pp. 1-14 in: AAVV (Eds.), Evaluation et plans de gestion pour la conservation (CAMP) de la faune de Madagascar: lémuriens, autres mammifères, reptiles et amphibiens, poissons d'eau douce. *Madagascar Fauna Group*, Antananarivo.
- ANDREONE F., CADLE J.E., COX N., GLAW F., NUSSBAUM R.A., RAXWORTHY C.J., STUART S.N., VALLAN D. & VENCES M., 2005. Species review of amphibian extinction risks in Madagascar: conclusions from the Global Amphibian Assessment. *Conserv. Biol.*, 19: 1790–1802.
- ANDREONE F., CARPENTER A.I., CROTTINI A., D'CRUZE N., DUBOS N., EDMONDS D., GARCIA G., LUEDTKE J., MEGSON S., RABEMANANJARA F.C.E., RANDRIANANTOANDRO C.J., RANDRIANAVELONA R., ROBINSON J., VALLAN D. & ROSA G.M., 2021. Amphibian conservation in Madagascar: old and novel threats for a peculiar fauna. Pp. 23-58 in: Heatwole H. & Rödel M.-O. (Eds.), Status and threats of Afrotropical amphibians – Sub-Saharan Africa, Madagascar, Western Indian Ocean Islands. *Amphibian Biology*, Vol 11, Part 7. Status of conservation and decline of amphibians. Eastern emisphere. *Chimaira*, Frankfurt am Main.



- ANDREONE F., DAWSON J., RABEMANANJARA F.C.E., RABIBISOA N.H.C. & RAKOTONANAHARY T., 2016. New Sahonagasy Action Plan 2016-2020 / Nouveau Plan d'Action Sahonagasy 2016-2020. *Mus. reg. Sc. nat.*, Torino.
- ANDREONE F., EUSEBIO BERGÒ P., MERCURIO V. & ROSA G., 2013a. Spatial ecology of *Scaphiophryne gottlebei* in the Isalo canyons, Madagascar. *Herpetologica*, 69: 11-21.
- ANDREONE F., RABEMANANJARA, F.C.E., RABIBISOA N., RAHANTALISOA H. & RAKOTONDRAISOA J.M., 2013b. Awareness and citizen-based initiatives in Madagascar boost the conservation of its endemic amphibians. *FrogLog*, 107: 38-40.
- ANDREONE F. & RANDRIAMAHAZO H., 2008. Sahonagasy Action Plan. Conservation programs for the amphibians of Madagascar / Programmes de conservation pour les amphibiens de Madagascar. *Mus. reg. Sc. nat.*, *Conserv. Int.*, *IUCN/SSC Amphibian Specialist Group*, Torino.
- ANDREONE F. & RANDRIANIRINA J.E., 2003. It's not carnival for the Harlequin mantella! Urgent actions needed to conserve *Mantella cowani*, an endangered frog from the high plateau of Madagascar. *FrogLog*, 59: 1-2.
- BLETZ M. C., ROSA G.M., ANDREONE F., COURTOIS E.A., SCHMELLER D.S., RABIBISOA N.H.C., RABEMANANJARA F.C.E., RAHARIVOLONIAINA L., VENCES M., WELDON C., EDMONDS D., RAXWORTHY C.J., HARRIS R.N., FISHER M.C. & CROTTINI A., 2015. Widespread presence of the pathogenic fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in wild amphibian communities in Madagascar. *Sc. Reports*, 5: 8633.
- CROTTINI A., BROWN J.L., MERCURIO V., GLAW F., VENCES M. & ANDREONE F., 2012. Phylogeography of the poison frog *Mantella viridis* (Amphibia: Mantellidae) reveals chromatic and genetic differentiation across ecotones in northern Madagascar. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 50 (4), 305-314.
- DUBOS N., MOREL L., CROTTINI A., FREEMAN K., HONORÉ L., NOËL L., PORTON I., RENDRIENDRY G., ROSA G.M. & ANDREONE F., 2020. High interannual variability of a climate-driven amphibian community in a seasonal rainforest. *Biodiv. & Conserv.*, 29: 893-912.
- EDMONDS D., RAKOTOARISOA J.C., DOLCH R., PRAMUK J., GAGLIARDO R., ANDREONE F., RABIBISOA N., RABEMANANJARA F., RABESIHANAKA S. & ROBSOMANITRANDRASANA E., 2012. Building capacity to implement conservation breeding programs for frogs in Madagascar: Results from year one of Mitsinjo's amphibian husbandry research and captive breeding facility. *Amphibian and Reptile Conserv.*, 5: 57-69.
- GASCON C., COLLINS J.P., MOORE R.D., CHURCH D.R., MCKAY J.E. & MENDELSON J.R.III, 2007. Amphibian Conservation Action Plan. *IUCN*, Gland.
- GLAW F. & VENCES M., 1992. A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar. *Vences and Glaw Verlags GbR*, Cologne.
- GLAW F. & VENCES M., 1994. A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar, 2<sup>nd</sup> edition. *Vences and Glaw Verlags GbR*, Cologne.
- GLAW F. & VENCES M., 2007. A field guide to the amphibians and reptiles of Madagascar, 3<sup>rd</sup> edition. *Vences and Glaw Verlags GbR*, Cologne.
- KOLBY J.E., 2014 Presence of the amphibian chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* in native amphibians exported from Madagascar. *PLoS ONE*, 9 (3): e89660.
- LICATA F., FICETOLA G.F., FREEMAN K., MAHASOA R.H., RAVOLOLONARIVO V., FIDY J.F.S.N., KOTOJEAN A.B., RASOANOMENJANAHARY E.N., ANDREONE F. & CROTTINI A., 2019. Abundance, distribution and spread of the invasive Asian toad *Duttaphrynus melanostictus* in eastern Madagascar. *Biol. Invasions*, 21: 1615-1626.
- LÖTTERS S., RÖDDER D., BIELBY J., BOSCH J., GARNER T.J.W., KIELGAST J., SCHMIDTLEIN S., VEITH M., WALKER S., WELDON C., AANENSEN D.A. & FISHER M.C., 2008. Meeting the challenge of conserving Madagascar's megadiverse amphibians: addition of a risk-assessment for the chytrid fungus. *PLoS Biology*, 6: ePub.

- MARSHALL B.M., CASEWELL N.R., VENCES M., GLAW F., ANDREONE F., RAKOTOARISON A., ZANCOLLI G., WOOG F. & WUSTER W., 2018. Widespread vulnerability of Malagasy predators to the toxins of an introduced toad. *Curr. Biol.*, 28: 654-655.
- RABEMANANJARA F.C.E., RANDRIANANTOANDRO C., WOLF S., EDMONDS D., RAKOTOARISOA J.C., RASOANANTENAINA S., SAM S.S., SOAMIARIMAMPIONONA J., TSIMALOMANANA E., DOLCH R., RABIBISOA N., RANDRIANIZAHANA H., RABESIHANAKA S., RANDRIANIRINA J., RAKOTONDRATSIMBA J., RAZAFINDRAMANANNA J., RANJANAHARISOA F., RABSOMANITRANDRASANA E., HERINIAIKO H. J. B., TSIORISOA G. & RASELIMANANA A.P., 2017. The first experience of the reintroduction of the Critically Endangered golden mantella frog in Madagascar. *Aark Newsletter*, 40: 15-17.
- RABIBISOA N., 2008. *Mantella cowanii* Action Plan. *Conserv. Int.*, Antananarivo.
- RAKOTONANAHARY T.F., DAWSON J., ANDREONE F., RAKOTOARISOA J.C. & EDMONDS D., 2017. Amphibian Captive Breeding Programs for Madagascar: Where we are now and the road ahead. *FrogLog*, 25: 37-39.
- ROSA G.M., ANDREONE F., CROTTINI A., HAUSWALDT J.S., NOEL J., RABIBISOA N.H., RANDRIAMBAHINIARIME M.O., REBELO R. & RAXWORTHY C.J., 2012. The amphibians of the relict Betampona low-elevation rainforest, eastern Madagascar: an application of the integrative taxonomy approach to biodiversity assessments. *Biodiv. and Conserv.*, 21: 1531-1559.
- TESSA G., GUARINO F.M., GIACOMA C., MATTIOLI F. & ANDREONE F., 2008. Longevity and body size in three populations of *Dyscophus antongilii* (Microhylidae, Dyscophinae), the tomatto frog from north-eastern Madagascar. *Acta Herpetol.*, 2: 139-146.
- TESSA G., GUARINO F.M., RANDRIANIRINA J.E. & ANDREONE F., 2011. The age structure in the false tomato frog *Dyscophus guineti* from eastern Madagascar, compared to the closely related *D. antongilii* (Anura, Microhylidae). *African J. Herpetol.*, 60: 84-88.
- VIEITES D.R., WOLLENBERG K.C., ANDREONE F., KÖHLER J., GLAW F. & VENCES M., 2009. Vast underestimation of Madagascar's biodiversity evidenced by an integrative amphibian inventory. *Proc. Nat. Acad. Sciences*, 106: 8267-8272.
- WELDON C., CROTTINI A., BOLLEN A., RABEMANANJARA F.C.E., COPSEY J., GARCIA G. & ANDREONE F., 2013. Pre-emptive national monitoring plan for detecting the amphibian chytrid fungus in Madagascar. *EcoHealth*, 10: 234-240.

*Authors' addresses* — A. RAKOTOARISON, Mention Zoologie et Biodiversité Animale, Université d'Antananarivo, BP 906, 101, Antananarivo, Madagascar, and IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (Co-Chair); S. H. NDRIANTSOA, IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (former Amphibian Project Officer), and Association Miaro ny Sahona (MISA); F.C.E. RABEMANANJARA, Langaha Association, and IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (former Amphibian Executive Secretary); N.H.C. RABIBISOA, Mention Sciences de la Vie et de l'Environnement, Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga, Campus Universitaire d'Ambondrona, BP 652, Mahajanga 401, Madagascar, and IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (former Co-Chair); T.F. RAKOTONANAHARY, IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (former Amphibian Program Lead), and Association Miaro ny Sahona (MISA); H.J.A.R. RANDRIAMAHAZO, Turtle Survival Association, and IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (former Co-Chair); F. ANDREONE, Museo Regionale di Scienze Naturali, Sezione di Zoologia, Via G. Giolitti, 36 - 10123 Torino (I), and IUCN SSC Amphibian Specialist Group / Madagascar (Chair); corresponding author.

CATARINA RATO

LEARNING FROM A MULTIDISCIPLINARY APPROACH:  
THE EVOLUTION OF A WIDELY INTRODUCED  
MEDITERRANEAN GECKO

SUMMARY

The Moorish gecko *Tarentola mauritanica* has a widespread circum-Mediterranean distribution. Because it is frequently associated with humanized infrastructures, accidental introductions into new areas have been reported, such as into most Mediterranean islands, Madeira, South America, the United States, and the Azores archipelago. Surprisingly, all introduced individuals belong to the same mitochondrial clade, known as the European clade, suggesting that the animals from this group are more prone to be introduced and also more successful in colonizing distinct environments. Following a multidisciplinary approach under genetic, ecophysiological and niche evolution frameworks, we intend to uncover the phenotypic attributes of this species that allows them to be such a successful colonizer. The lack of morphologically diagnosable characters typical of cryptic species poses a particular problem to taxonomists. Phylogenetic studies on the Moorish gecko uncovered extremely high levels of mtDNA diversity with six identified clades. Because of the conserved morphology of this species and lack of monophyly relative to *T. angustimentalis*, it has been suggested that *T. mauritanica* is a cryptic species complex that originated around 6 Mya. The recent addition of novel genetic markers and Bayesian coalescent species delimitation analysis support all six mitochondrial clades as “unconfirmed candidate species”, pending morphological data to define them. The quantification of realized niche overlap and the integration of species distribution models (SDMs) with calibrated phylogenies to study niche evolution are becoming powerful tools to understand speciation events. Our results suggest that diversification within *T. mauritanica* during the Miocene and Pleistocene is associated with both niche divergence and niche conservatism, related to temperature and humidity. Specifically, our ecophysiological experimental studies suggest that individuals from European populations display a trend for higher water loss, but higher variance compared with the Iberian populations. The detection of a phylogenetic signal suggests divergent evolutionary responses to the environment, which may account for the differences in their range expansion.

*Key words.* *Tarentola mauritanica*, introduced species, species delimitation, ecophysiology, niche evolution.



## RIASSUNTO

Il Geco comune *Tarentola mauritanica* ha un'ampia distribuzione nell'area circum-Mediterranea. Specie antropofila, è soggetta a introduzioni accidentali, come è avvenuto nella maggior parte delle isole del Mediterraneo, a Madeira, in Sud America, negli Stati Uniti e nell'Arcipelago delle Azzorre. È sorprendente notare come tutti gli individui introdotti appartengano al medesimo clade, noto come clade europeo; ciò fa supporre che gli individui provenienti da questo gruppo siano più soggetti al trasporto e più efficaci nel colonizzare diversi tipi di ambiente. Attraverso un approccio multidisciplinare, che tenga conto di aspetti legati alla genetica, alla ecofisiologia e all'evoluzione delle nicchie, ci siamo proposti di indagare le caratteristiche fenotipiche che rendono la specie un efficiente colonizzatore. La mancanza di tratti morfologici rilevabili, tipici di specie criptiche, costituisce un ostacolo per i tassonomi. Gli studi filogenetici condotti sul Geco comune hanno evidenziato elevati livelli di diversità nel mtDNA, identificando sei distinti cladi. Tenendo conto della scarsa variabilità morfologica della specie e della mancanza di monofilia di *T. angustimentalis*, è stato ipotizzato che *T. mauritanica* possa essere un complesso di specie originatosi circa 6 Ma fa. La recente aggiunta di nuovi marcatori genetici e l'analisi bayesiana di delimitazione di specie coalescenti supportano i 6 cladi come "specie candidate non ancora confermate", in mancanza di dati morfologici per la loro definizione. La quantificazione della sovrapposizione delle nicchie realizzate e l'integrazione di modelli di distribuzione delle specie (Species Distribution Models, SDMs) con una filogenesi calibrata nello studio dell'evoluzione delle nicchie, stanno diventando strumenti sempre più potenti per comprendere gli eventi di speciazione. I nostri risultati suggeriscono che la differenziazione genetica di *T. mauritanica* durante il Miocene e il Pleistocene è associata sia a divergenza di nicchia sia a conservatorismo di nicchia, in relazione a temperatura e umidità. Nello specifico, i nostri studi sperimentali sulla ecofisiologia della specie indicano per gli individui provenienti da popolazioni europee una tendenza verso una maggiore perdita di acqua, ma anche una variabilità più elevata rispetto alle popolazioni iberiche. L'individuazione di un segnale filogenetico suggerisce risposte evolutive divergenti rispetto all'ambiente, fenomeno che può spiegare le differenze nell'espansione dell'areale.

*Parole chiave.* *Tarentola mauritanica*, specie introdotte, delimitazione delle specie, ecofisiologia, evoluzione della nicchia

The Moorish gecko *Tarentola mauritanica* is one of the most common geckos in the Western Mediterranean Basin, distributed across southern Europe (Iberian Peninsula, France, Italy, the Balkans, and Greece), North Africa (Morocco, Algeria, and Tunisia), and most of the Mediterranean islands (VOGRIN *et al.*, 2017). *Tarentola mauritanica* is known to be frequently associated with humanized environments, such as houses and stone walls, especially near artificial lights that attract insect prey (ARNOLD & OVENDEN, 2002). This close relationship with humans, frequently leads to accidental anthropogenic introductions of these geckos into new areas (ARNOLD & OVENDEN, 2002), such as the Balearic Islands and Tenerife (Spain), the islands of Madeira and Azores (Portugal), South America and the United States (VOGRIN *et al.*, 2017). Surprisingly, all individuals introduced into these new areas belong to the same mitochondrial genetic cluster (HARRIS *et al.*, 2004a, 2004b; RATO *et al.*, 2010, 2012, 2015b, 2016), suggesting not only

that these individuals seem more prone to be introduced, but also that they possess some phenotypic trait that allows them to be so successful. This is what we intend to reveal following a multidisciplinary approach focused on genetics, ecophysiology and niche evolution.

The lack of morphologically diagnosable characters typical of cryptic species poses a particular problem for taxonomists. This is especially true when taxa are closely related, sharing a high degree of ancestral polymorphism. Phylogenetic studies on the Moorish gecko species-complex *Tarentola mauritanica* uncovered extremely high levels of mtDNA diversity with six identified clades, including one from the Canary Islands identified as *T. angustimentalis* (RATO *et al.*, 2015a). Because of its conserved morphology and its paraphyletic status with respect to *T. angustimentalis*, it was suggested that *T. mauritanica* constitutes a cryptic species complex. Nevertheless, none of the nuclear loci used were reciprocally monophyletic regarding the mitochondrial lineages due to retention of ancestral polymorphism. In our study, we added three new intron markers to the already available dataset and used additional tools, namely phylogenetic gene trees, species tree and species limits within a Bayesian coalescent framework to confirm the support for the main lineages. Bayesian clustering analysis supports all six mtDNA lineages as independent groups, despite showing signs of ancestral polymorphism or possibly gene flow between the Maghreb/South Iberia and Central Morocco clades. The species tree recovered two major groups; one clustering taxa from Europe and Northern Maghreb and another one encompassing the lineages from Central/Southern Morocco, Central Morocco and the Canary Islands, indicating that the ancestor of *T. angustimentalis* came from the Central/Southern Morocco region. Finally, Bayesian coalescent species delimitation analysis supports all six mitochondrial clades as “unconfirmed candidate species”, pending morphological data to define them (RATO *et al.*, 2016).

The quantification of realized niche overlap and the integration of species distribution models (SDMs) with calibrated phylogenies to study niche evolution are not only powerful tools to understand speciation events, but can also be used as proxies regarding the delimitation of cryptic species. We applied these techniques in order to unravel how the fundamental niche evolved during cladogenesis within the *Tarentola mauritanica* species-complex. Our results suggest that diversification within this complex, during the Miocene and Pleistocene, is associated with both niche divergence and niche conservatism, with a pattern that varies depending on whether the variables involved are related to the seasonality or mean values of temperature and humidity. Moreover, climatic variables related to humidity and temperature seasonality were involved in the niche shift and genetic diversification of the

European/North African clade during the Pleistocene and in its maintenance in a fundamental niche distinct from that of the remaining members of the group (RATO *et al.*, 2015a). This study further highlights the need for a taxonomic revision of the *T. mauritanica* species-complex.

Because the fitness of ectotherms, including reptiles, is highly dependent on temperature and water availability, the study of ecophysiological traits, such as preferred temperature (Tp) and water loss rates (WLRs), may provide mechanistic evidence for the factors restricting the species ranges. In the Iberian Peninsula, two parapatric sister forms of the *T. mauritanica* complex, known as the Iberian and the European clades, are found. Ecological models previously performed using presence records and bioclimatic variables suggest niche divergence between the lineages is correlated with precipitation rather than with temperature (RATO *et al.*, 2015a). In this study, we test this correlative hypothesis using ecophysiological evidence. In the laboratory, we analyzed the Tp and WLRs for 84 adult males from seven distinct populations ascribed to one of the two lineages present in Iberia. Specifically, we evaluated the existence of trait conservatism versus adaptation among populations, lineages, or both. In addition, we tested for a trade-off between water and thermal traits and assessed whether climate regime of sampling localities had any influence on the ecophysiological patterns found. We found that Tp is quite conserved at both the population and lineage levels and independent from body size. In contrast, water loss experiments revealed some variation among populations, but the regression analysis failed to detect correlation between Tp and WLR at any level. Overall, the European lineage displayed a trend for higher water loss and greater diversity among populations when compared with the Iberian lineage. The lack of correspondence between ecophysiological traits and local climatic conditions favors phylogenetic signal versus adaptation. This suggests divergent evolutionary responses to the environment, mainly acting on water ecology in both lineages, which may account for the differences in their range expansion (RATO & CARRETERO, 2015).

*Acknowledgements* — I would like to acknowledge all co-authors and colleagues from both CIBIO's Functional Biodiversity and Phenotypic Evolution scientific groups. This research was funded by several projects given by the Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT, Portugal): The project "Biodiversity, Ecology and Global Change" cofinanced by North Portugal Regional Operational Programme 2007/2013 (ON.2-O Novo Norte), under the National Strategic Reference Framework (NSRF), through the European Regional Development Fund (ERDF), PTDC/BIA-BEC/101256/2008, FCOMP-01-0124-FEDER-007062 COMPETE program, PTDC/BIA-BEC/105327/2008, PTDC/BIA-BDE/67678/2006, POCTI/BIA-BDE/61946/2004, PTDC/BIABDE/74349/2006. Also, by the project CGL2009-11663/BOS from the Ministerio de Educación y Ciencia (Spain) and the Systematics Research Fund from the Linnean Society of London (UK).

REFERENCES

- ARNOLD E.N. & OVENDEN D.W., 2002. A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. *Herper Collins*, London.
- HARRIS D.J., BATISTA V., CARRETERO M.A. & FERRAND N., 2004a. Genetic variation in *Tarentola mauritanica* (Reptilia: Gekkonidae) across the Strait of Gibraltar derived from mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Amphibia-Reptilia*, 25: 451-459.
- HARRIS D.J., BATISTA V., LYMBERAKIS P. & CARRETERO M.A., 2004b. Complex estimates of evolutionary relationships in *Tarentola mauritanica* (Reptilia: Gekkonidae) derived from mitochondrial DNA sequences. *Mol. phylogenet. Evol.*, 30: 855-859.
- RATO C., CARRANZA S. & HARRIS D.J., 2012. Evolutionary history of the genus *Tarentola* (Gekkota: Phyllodactylidae) from the Mediterranean Basin, estimated using multilocus sequence data. *BMC Evol. Biol.*, 12: 10.1186/1471-2148-1112-1114.
- RATO C., CARRANZA S., PERERA A., CARRETERO M.A. & HARRIS D.J., 2010. Conflicting patterns of nucleotide diversity between mtDNA and nDNA in the Moorish gecko, *Tarentola mauritanica*. *Mol. phylogenet. Evol.*, 56: 962-971.
- RATO C. & CARRETERO M.A., 2015. Ecophysiology tracks phylogeny and meets ecological models in an Iberian gecko. *Physiol. biochem. Zool.*, 88: 564-575.
- RATO C., HARRIS D.J., CARRANZA S., MACHADO L. & PERERA A., 2016. The taxonomy of the *Tarentola mauritanica* species complex (Gekkota: Phyllodactylidae): Bayesian species delimitation supports six candidate species. *Mol. phylogenet. Evol.*, 94: 271-278.
- RATO C., HARRIS D.J., PERERA A., CARVALHO S.B., CARRETERO M.A. & RÖDDER D., 2015a. A combination of divergence and conservatism in the niche evolution of the Moorish gecko, *Tarentola mauritanica* (Gekkota: Phyllodactylidae). *Plos ONE*, 10: e0127980-e0127980.
- RATO C., RESENDES R., TRISTÃO DA CUNHA R. & HARRIS D.J., 2015b. First record of *Tarentola substituta* Joger, 1984, and genetic identification of *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758) in the Azores. *Herpetozoa*, 27: 182-187.
- VOGRIN M., CORTI C., MELLADO V.P., SÁ-SOUSA P., CHEYLAN M., PLEGUEZUELOS J., EL DIN S.B. & MARTÍNEZ-SOLANO I., 2017. *Tarentola mauritanica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T61578A63716927. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T61578A63716927.en> (downloaded on 23 February 2021).

*Address of the author* — C. RATO, CIBIO, Research Centre in Biodiversity and Genetic Resources, InBIO, Universidade Do Porto, Campus de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 7 - 4485 661 Vairão, Vila do Conde (Portugal).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790568>

SALVATORE RESTIVO, ORESTE SACCHI, DALILA GIACOBBE, UGO ZILIANI,  
EDOARDO RAZZETTI, STEFANO MARETTI & PAOLO GUASCHI

## IL RESTAURO CONSERVATIVO DEL COCCODRILLO DEL NILO CUSTODITO PRESSO KOSMOS – MUSEO DI STORIA NATURALE DI PAVIA

### RIASSUNTO

Nelle raccolte zoologiche di Kosmos - Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia è presente un grande esemplare di *Crocodylus niloticus* risalente alla fine del XVIII secolo e proveniente dall'Egitto. Nel 2019 questo reperto è stato restaurato dalla società Platypus s.r.l. per le rinnovate sale espositive del Museo. Dopo un'accurata pulizia sono state consolidate tutte le porzioni di pelle instabili mediante l'impiego di omopolimero acetovinilico in dispersione acquosa, sono state ricostruite le zone lacunose e le fessurazioni mediante stuccature a livello e riempite le lacerazioni profonde con stucco ad alto potere legante. Il restauro delle zampe prive degli artigli ha richiesto invece la creazione di calchi degli artigli in legno ancora presenti per la creazione di repliche in resina poliuretanica. Le repliche, dotate di perno metallico, sono state poi fissate con omopolimero acetovinilico in dispersione acquosa all'ultima falange di ogni dito. Gli interventi di restauro conservativo effettuati sul coccodrillo del Nilo hanno permesso di migliorare l'aspetto ostensivo e soprattutto di arrestarne il degrado progressivo senza alterare il valore storico-scientifico dell'esemplare.

*Parole chiave.* Restauro conservativo, collezione storica, Università di Pavia, Lazzaro Spallanzani, *Crocodylus niloticus*.

### SUMMARY

*The restoration of the Nile crocodile in the collections of Kosmos - Natural History Museum of Pavia.* The zoological collections of Kosmos host a large specimen of *Crocodylus niloticus* dating back to the end of the eighteenth century and originating from Egypt. This specimen was restored in 2019 by the company Platypus s.r.l. for the renovated exhibition halls. After a thorough cleaning, all the damaged portions of skin were consolidated with acetovinyl homopolymer, the gaps and cracks were reconstructed and the deep tears were filled with plaster with a high binding power. The reconstruction of the missing claws required casts of the existing claws on the paws for the creation

of polyurethane resin replicas. The new claws, equipped with a metal pin, were then fixed to each distal phalanx. The conservative restoration carried out on the Nile crocodile improved its general look and stopped its degradation without altering the historical-scientific value of the specimen.

*Key words.* Conservative restoration, historical collection, University of Pavia, Lazzaro Spallanzani, *Crocodylus niloticus*.

## INTRODUZIONE

I coccodrilli sono animali di grandi dimensioni caratterizzati da pelle spessa e cuoiosa ulteriormente irrobustita da osteodermi. Queste loro caratteristiche ne favoriscono la conservazione museale anche nel caso siano stati preparati con tecniche tassidermiche imperfette come quelle in uso prima del XIX secolo. I coccodrilli si ritrovano quindi frequentemente nelle collezioni dei Musei di Storia Naturale, nelle Wunderkammer rinascimentali e, a volte, anche in raccolte precedenti (MORRIS, 2010; FIORAVANTI *et al.*, 2020). Un grande esemplare tassidermizzato di Coccodrillo del Nilo *Crocodylus niloticus* è presente nelle raccolte di Kosmos – Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia. Documenti archivistici permettono di collocarne l'arrivo alla fine del XVIII secolo pochi anni dopo la fondazione del Museo. Rimangono invece controverse le circostanze della sua acquisizione. PAVESI (1901) riporta che il conte Giacomo Sannazzari nel gennaio del 1782 avesse “*spontaneamente regalato un Cocodrilo di straordinaria grandezza e molto ben preparato*” e che per “*incitare altri Cavalieri a distinguersi in simili doni*” vennero coniate dalla zecca milanese alcune medaglie d'oro di benemerenzza con il ritratto dell'imperatore Giuseppe II e di sua madre Maria Teresa d'Austria. Questa versione delle vicende è quella tradizionalmente riportata da molti autori (cf. ROVATI & GALEOTTI, 1999) anche di recente (ad es. BALZARI, 2020). Una differente teoria sull'arrivo del reperto a Pavia è invece fornita dai carteggi pubblicati nell'edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani (SPALLANZANI, 1984-1990). Spallanzani in una lettera inviata al Regio Imperiale Consiglio di Governo datata 7 giugno 1789 (vedi. vol. 4 pag 102) scrive di aver ricevuto un “*coccodrillo imbalsamato... ..benissimo conservato*” grazie all'intercessione del marchese Choiseul (ambasciatore presso la corte ottomana) con il console francese al Cairo. Le misure del coccodrillo arrivato a Pavia e riportate nella lettera (ad es.: lunghezza 13 piedi parigini e 10 pollici) corrispondono con quelle dell'esemplare tuttora presente nelle collezioni di Kosmos, avvalorando così la tesi che il grande coccodrillo sia effettivamente quello descritto. A partire dal 2015 sono stati avviati interventi di restauro del patrimonio storico-scientifico del museo finalizzati alla realizzazione del nuovo Museo di Sto-



ria Naturale denominato “Kosmos” (RAZZETTI *et al.*, 2017; GIACOBBE *et al.*, 2019). Tra i mesi di gennaio e settembre 2019 sono stati quindi restaurati sei preziosi reperti zoologici di interesse storico, tra cui il Coccodrillo del Nilo (SACCHI *et al.*, 2019). Attualmente gli esemplari sono esposti nelle nuove sale espositive.

## MATERIALI E METODI

Il restauro conservativo è stato eseguito dalla società Platypus s.r.l. con l'autorizzazione della Soprintendenza competente. La prima fase del lavoro è consistita nell'analisi dello stato di conservazione del reperto, la compilazione della scheda di restauro in formato elettronico e la realizzazione di un'ampia documentazione fotografica.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione, il reperto si presentava coperto da polvere e depositi incoerenti, particolarmente concentrati all'interno della bocca e delle narici. Erano inoltre presenti alcune crepe sul collo, dovute al peso della testa che con il tempo ha provocato il cedimento di una stuccatura realizzata negli anni '90 durante un precedente intervento (Fig. 1). Altre fessurazioni più contenute si sviluppavano lungo il fianco destro del



*Fig. 1 — Lacerazioni profonde sul lato destro di testa, collo e fianco/Deep lacerations on the right side of the head, neck and flank.*

preparato. Risultavano infine mancanti quattro artigli in legno. Nel complesso lo stato di conservazione del coccodrillo è stato classificato come discreto. Prima dell'inizio del restauro è stato necessario rimuovere il reperto dalla base in legno che lo sorreggeva per consentire di accedere alla parte inferiore del preparato e in particolare al collo. Il coccodrillo del Nilo è stato sollevato gradualmente grazie a un elevatore meccanico e adagiato su un ripiano adeguatamente imbottito e sagomato.

Gli interventi di restauro sono iniziati con la pulitura accurata del preparato tassidermico. Lo strato di polvere e depositi incoerenti è stato rimosso mediante un getto controllato di aria compressa. Poi si è proceduto con la pulizia mediante l'utilizzo di spugne non abrasive e di un solvente polare quale acqua demineralizzata e sapone neutro. L'interno delle narici e della bocca ha richiesto l'uso di pennelli a setole morbide e aspiratore. Ove necessario è stato inoltre utilizzato alcol etilico a 94°, per facilitare la rimozione meccanica dello sporco incrostato.

La fase successiva è consistita nel consolidamento di tutte le porzioni di pelle instabili e delle stuccature ancora integre mediante l'impiego di omopolimero acetovinilico in dispersione acquosa a diverse diluizioni, applicato a pennello o per iniezione.

La ricostruzione di zone lacunose e fessurazioni localizzate in particolare sulla testa e lungo il fianco destro, è stata eseguita mediante stuccature a livello realizzate con spatoline e specilli. Lacerazioni ampie e profonde sono state invece riempite con stucco ad alto potere legante, realizzato appositamente in laboratorio, a base di omopolimero acetovinilico in dispersione acquosa, inerti e pigmenti idrosolubili. Per stuccature più superficiali è stata utilizzata una pasta autoindurente, modellata in modo da riprodurre la *texture* della pelle. Infine si è passati alla reintegrazione pittorica delle stuccature con colori e pigmenti idrosolubili, riproducendo le sfumature dell'epidermide senza alterarne la superficie originale (Fig. 2).

Il restauro delle zampe prive degli artigli in legno ha richiesto la creazione di calchi di due degli artigli ancora presenti sul reperto, con i quali sono state create quattro repliche in resina poliuretana (Fig. 3). Le repliche sono state dotate di un perno metallico e fissate all'ultima falange di ogni dito con omopolimero acetovinilico in dispersione acquosa. Si è poi proceduto alla stuccatura delle porzioni di dita mancanti, completando il restauro con la reintegrazione pittorica sia delle stuccature (con colori e pigmenti idrosolubili) sia delle repliche in resina (con colori sintetici) (Fig. 4). Gli ultimi interventi di restauro sono stati eseguiti solo dopo la movimentazione e l'esposizione del coccodrillo del Nilo presso la nuova sede espositiva all'interno del museo Kosmos.



*Fig. 2 — Intervento di stuccatura e reintegrazione pittorica/Intervention of plastering and pictorial reintegration.*



*Fig. 3 — Replica in resina di un artiglio con supporto in metallo per il fissaggio/Resin replica of a claw with metal support for fixing.*





Fig. 4 — Arto posteriore destro prima (a) e dopo (b) il completamento dell'intervento di restauro/*Right hind limb before (a) and after (b) the completion of the restoration.*

#### CONCLUSIONI

Gli interventi di restauro conservativo effettuati sul coccodrillo del Nilo hanno permesso di migliorarne l'aspetto ostensivo e soprattutto di arrestarne il degrado (Fig. 5). Tutte le operazioni sono state svolte nel rispetto del valore storico oltre che scientifico dell'esemplare senza ricorrere a interventi impattanti o irreversibili.



Fig. 5 — Il Coccodrillo del Nilo nella nuova sede espositiva/*The Nile Crocodile in the new exhibition venue.*

Gli specialisti di Platypus s.r.l hanno concordato con il personale del museo tutte le fasi degli interventi per offrire la maggiore trasparenza e condivisione della strategia di restauro conservativo. Questo approccio condiviso e multidisciplinare ha favorito il raggiungimento di eccellenti risultati in termini sia di conservazione sia di ostensione del reperto, restituendo al coccodrillo le caratteristiche ottimali per la fruizione da parte del pubblico, senza alterarne in alcun modo il valore storico-scientifico.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALZARI V.O., 2020. Raffaello a Milano. *Liceo Agnesi Ed.*, Milano, 265 pp.
- FIORAVANTI T., CASAFREDDA E., SPLENDIANI A., & CAPUTO BARUCCHI V., 2020. The stuffed crocodile of “Castel Nuovo” in Naples (Italy): new insights from ancient DNA and radiocarbon. *Eur. Zool. J.*, 87(1): 452-458.
- GIACOBBE D., ZILIANI U., RESTIVO S., SACCHI O. & MELLERIO G., 2019. Esperienze di restauro conservativo di due reperti di interesse storico: gli elefanti del Museo di Storia Naturale di Pavia. *Museol. sc. Mem.*, 20: 75-79.
- MORRIS P.A., 2012. A history of taxidermy: art, science and bad taste. *MPM Publ.*, Ascot, 396 pp.
- PAVESI P., 1901. L'abbate Spallanzani a Pavia: cenni storici del prof. Pietro Pavesi sindaco di Pavia letti il 23 aprile 1900 nell'Aula Magna dell'Ateneo ticinese fondandosi l'Unione zoologica italiana e presentati alla Società di scienze naturali di Milano nell'adunanza del 16 dicembre. *Mem. Mus. civ. St. nat. Milano Soc. ital. sci. nat.*, 6(3): 1-68.
- RAZZETTI E., GUASCHI P., MARETTI S., MAFFEI J., MELLERIO G., CANDEGABE P., MANZI S., RESTIVO S., GIACOBBE D., SACCHI O. & ZILIANI U., 2017. L'elefantessa di Napoleone: dalla ricostruzione storica alla valorizzazione. *Museol. sc. Mem.*, 17: 30-33.
- ROVATI C. & GALEOTTI P., 1999. Il Museo di Lazzaro Spallanzani: 1771-1799: una camera delle meraviglie tra l'Arcadia e Linneo. Catalogo della Mostra: Pavia, Castello Visconteo, 28 Marzo-27 Giugno 1999. *Greppi Ed.*, Cava Manara, 123 pp.
- SACCHI O., ZILIANI U. & RESTIVO S., 2019. Restauro conservativo di sei reperti di interesse storico del Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia. Relazione tecnica inedita. *Platypus srl*, Milano, 39 pp.
- SPALLANZANI L., 1984-1990. Edizione nazionale delle opere di Lazzaro Spallanzani. 1. Carteggi 12 voll. *Mucchi*, Modena.

*Indirizzo degli Autori* — S. RESTIVO, Museo di Zoologia, Centro di Ateneo per i Musei (CAM), Università degli Studi di Padova, Via Jappelli, 1A - 35121 Padova (I); salvatore.restivo@unipd.it; O. SACCHI, D. GIACOBBE, U. ZILIANI, Studio Naturalistico Platypus s.r.l., via Pedroni, 13 - 20161 Milano (I); e-mail: info@platypus.it; E. RAZZETTI, S. MARETTI, P. GUASCHI, Kosmos – Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia, Piazza Botta, 9/10 - 27100 Pavia (I); e-mail: paolo.guaschi@unipv.it; stefano.maretti@unipv.it; edoardo.razzetti@unipv.it



Naturalista sicil., S. IV, XLVI (1), 2022, pp. 327-340

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790572>

SALVATORE RESTIVO, UGO ZILIANI, DALILA GIACOBBE, ORESTE SACCHI,  
LIDIA FALOMO BERNARDUZZI, ESTER MARIA BERNARDI  
& MARIA CARLA GARBARINO

LA COLLEZIONE ERPETOLOGICA DEL MUSEO PER LA STORIA  
DELL'UNIVERSITÀ DI PAVIA: ORIGINE, RECUPERO  
E VALORIZZAZIONE DI UN PREZIOSO PATRIMONIO  
STORICO-SCIENTIFICO

RIASSUNTO

Il Museo per la Storia dell'Università di Pavia conserva una piccola collezione erpetologica di grande interesse storico-scientifico, i cui preparati di anatomia comparata, conservati in parte a secco e in parte in liquido, sono stati per la maggior parte realizzati dall'anatomista Bartolomeo Panizza. La collezione è stata oggetto di operazioni di restauro conservativo che hanno permesso di arrestarne il degrado e di rendere i singoli pezzi più adeguati alla loro ostensione al pubblico. È stato inoltre possibile approfondire gli studi circa le tecniche di realizzazione impiegate e identificare, attraverso l'analisi della cartellinatura storica, le collezioni originarie di appartenenza.

*Parole chiave.* Museo anatomico, collezione in liquido, restauro conservativo, collezione storica, anatomia comparata.

SUMMARY

*The herpetological collection of the Museum for the History of Pavia University: origin, recovery and enhancement of a precious historical and scientific heritage.* The Museum for the History of the University of Pavia preserves a small herpetological collection of great historical and scientific interest. Many preparations of comparative anatomy, partly dried and partly preserved in liquid, were made by the anatomist Bartolomeo Panizza. In the past years, the collection was restored. The conservative restoration made it possible to stop its deterioration and to make each piece more suitable for the display to the public. We also had the possibility of deepening the studies on the construction techniques used and identifying, through the analysis of the historical folder, the original collections they belonged to.

*Key words.* Anatomical museum, liquid collection, conservative restoration, historical collection, comparative anatomy.



## INTRODUZIONE

Il Museo per la Storia dell'Università di Pavia, inaugurato nel 1936, conserva un ricco archivio, volumi antichi e due collezioni principali legate alla storia della medicina e della fisica (FALOMO *et al.*, 2020). In quest'ultima sezione, in particolare, sono conservati strumenti appartenuti all'antico Gabinetto di Fisica diretto da Alessandro Volta, giunto a Pavia nel 1778. La sezione di medicina è suddivisa in tre sale, dedicate all'anatomista e chirurgo Antonio Scarpa, al chirurgo Luigi Porta e all'istologo e patologo Camillo Golgi. Una parte considerevole delle collezioni è costituita da preparati anatomici e anatomo-patologici, con un nucleo originario collocabile nell'ultimo quarto del Settecento. In questo periodo, l'insegnamento dell'anatomia veniva condotto attraverso osservazioni sul tavolo autoptico, ma anche grazie allo studio di preparati naturali, conservati a secco e in liquido. Giunto a Pavia da Padova nel 1783, Antonio Scarpa ereditò una piccola collezione avviata dal suo predecessore alla cattedra di anatomia, Giacomo Rezia. Si dedicò quindi ad ampliare il Museo anatomico che, grazie alla sua ricchezza e al nome del suo direttore, divenne noto in Europa (MONZA, 2006; MAZZARELLO & CANI, 2015; MAZZARELLO & GARBARINO, 2015). Già all'epoca, alla collezione di anatomia umana normale e patologica si affiancava una collezione di anatomia comparata che in seguito divenne competenza della cattedra di zoologia. Alcuni allievi di Scarpa, in particolare Bartolomeo Panizza e Mauro Rusconi (GARBARINO, 2014, 2017), si dedicarono a studi in questo campo, divenendo abili preparatori. Una piccola collezione di anfibi e rettili, considerata significativa per testimoniare l'attività di Panizza e Rusconi, fu selezionata all'inizio del Novecento per entrare a far parte del neonato Museo storico. Panizza, vicentino, si laureò in medicina a Pavia nel 1809 e cominciò a lavorare con Scarpa, divenendo in seguito il suo successore sulla cattedra di anatomia e nella direzione del Museo. Nel 1833 fu autore di un lavoro *Sopra il sistema linfatico dei rettili. Ricerche zootomiche* in cui descrisse il passaggio, alla base dei due tronchi aortici del cuore del coccodrillo, attraverso il quale il sangue venoso si mescola con quello arterioso, ricordato come 'forame di Panizza'. Grazie a quest'opera fu nominato membro dell'Accademia delle scienze dell'Istituto di Francia. Entrò poi anche a far parte dell'Istituto Lombardo di Milano, dove, nel 1840, si svolse un'accesa discussione con Rusconi. Questi pensava che i tronchi arteriosi fossero, nella salamandra e nei rettili, contenuti nei vasi linfatici, mentre secondo Panizza il sistema linfatico di questi animali si addossava ad essi, avviluppandoli. La polemica portò alla pubblicazione di vari lavori, giungendo a interessare anche il Congresso degli scienziati italiani, tenuto a Milano nel 1844, all'interno del quale si istituì una

commissione per decidere quale fosse l'opinione corretta, e che si pronunciasse infine in favore di Panizza.

Nel 2016 ha avuto inizio il recupero delle collezioni anatomiche del Museo, con lo scopo di arrestare il fisiologico degrado dei reperti biologici e al contempo di migliorarne la fruizione.

## MATERIALI E METODI

L'opera di restauro, tuttora in corso, è stata svolta dallo studio *Platypus* s.r.l. con un programma di lavoro autorizzato dalla Soprintendenza territoriale competente e concordato con il personale del Museo, finalizzato al migliore recupero dei reperti (RESTIVO *et al.*, 2019; FALOMO BERNARDUZZI *et al.*, 2021). Il restauro è stato rigorosamente conservativo e finalizzato a preservare nel miglior modo e il più a lungo possibile ciascun campione. Per ogni preparato sono state registrate su una banca dati in formato elettronico tutte le informazioni deducibili dai cartellini, la valutazione dello stato di conservazione e gli interventi di risanamento eseguiti. È stata inoltre realizzata un'accurata documentazione fotografica, per rendere tracciabile ogni operazione effettuata.

Sono state verificate la chiusura del tappo di ogni vaso patologico e le condizioni di integrità di tutti gli elementi che lo costituiscono: il vaso in vetro, il tappo, la membrana biologica di copertura (vescica di suino o altro tessuto di origine animale) e lo strato di ceralacca o gommalacca a protezione di quest'ultima (quando presenti). Si è poi proceduto a pulire esternamente il contenitore in ogni sua parte, utilizzando prodotti specifici per il vetro e solventi idonei alla pulizia delle altre parti. Si sono poi valutati la quantità di liquido di dimora presente nel vaso e il suo eventuale stato di alterazione. Date le criticità rilevate nell'analisi preliminare, sono stati quasi sempre necessari l'apertura dei vasi e il rabbocco o ripristino del liquido di dimora. Gli interventi di restauro hanno previsto anche di verificarne la tipologia – sempre formalina – e l'analisi del pH per mezzo di cartine indicatrici a diverse sensibilità. Occorre ricordare che la formaldeide è impiegata per la conservazione di reperti biologici solo dal 1896 (SIMMONS, 2014) e che i preparati del museo sono antecedenti a questa data, pertanto risulta evidente che tutti i reperti analizzati siano stati oggetto di una sostituzione del liquido di dimora.

Ove necessario si è effettuato un rabbocco con formalina tamponata al 10%, in quanto già impiegata intorno al 2000, durante un precedente intervento di manutenzione non eseguito dagli Autori. Solo nei casi in cui nel vaso fosse presente una ridottissima quantità di liquido, soprattutto se visibilmente

te alterato, questo è stato sostituito. Infine, qualora il liquido mancasse del tutto, ma il campione biologico non si presentasse totalmente essiccato, si è provveduto a ripristinarlo con formalina tamponata al 10%.

I campioni biologici sono stati esaminati attentamente per individuare l'eventuale presenza di depositi di sali, di muffe o la rottura dei tessuti più delicati. Gli interventi hanno previsto, ove necessario, la rimozione del preparato biologico dall'interno del vaso, la pulizia con acqua demineralizzata da eventuali residui di liquido alterato o sali e il riposizionamento del reperto all'interno del vaso pulito. In alcuni casi è stato necessario fissare nuovamente il campione ai propri supporti. I contenitori sono stati infine nuovamente sigillati con metodiche diverse, in base alla tipologia del tappo e al contenuto stesso del vaso.

I coperchi rotti o non idonei sono stati sostituiti con un nuovo disco di vetro con la pagina inferiore smerigliata. Dopo aver sigillato i vasi con tecniche diverse in base al contenuto, il tappo e la bocca di ogni contenitore sono stati rivestiti con vescica di suino, fissata con uno spago cerato legato a mano, su cui è stato apposto uno strato di ceralacca nera sciolta in alcol etilico (GESTRO, 1925; ZANGHERI, 1976; NAJ *et al.*, 2019; RESTIVO *et al.*, 2019). Questo intervento ha consentito di ripristinare in maniera completa l'aspetto originale del reperto, migliorandone lo stato di conservazione a lungo termine.

Poiché le etichette e i cartellini sono un'importante componente del reperto, fonti di preziose informazioni storico-scientifiche, onde evitare la perdita di dati e nell'intento di renderli fruibili in futuro, tutti i cartellini sono stati fotografati e trascritti integralmente in banca dati; è stata inoltre effettuata una delicata operazione di pulizia superficiale delle etichette, quelle parzialmente distaccate o con angoli ripiegati sono state fissate nuovamente al vaso. Contestualmente è stata aggiornata la nomenclatura dei nomi comuni e scientifici riportati sui cartellini. Si è fatto riferimento a RAZZETTI *et al.* (2001) per i nomi comuni e a MERTENS & WERMUTH (1960) per la sinonimia scientifica. Il campione ottocentesco di testuggine greca (Inv. MSU 992) è stato attribuito a *Testudo hermanni* in quanto fino a inizio Novecento le due specie erano considerate un unico taxon: *Testudo graeca* (MERTENS & MULLER, 1928).

## RISULTATI

I preparati erpetologici della collezione del Museo per la Storia (ZOJA, 1889), ricollegabili all'attività di Panizza nel XIX sec. comprendono:

- Preparati a secco e realizzati con la tecnica dell'iniezione (Tabella 1), stesi su tavolette in legno verniciato, in alcuni casi coperti da teche in vetro.

**Tab. 1**

Preparati a secco e realizzati con la tecnica dell'iniezione, stesi su tavolette in legno verniciato, in alcuni casi coperti da teche in vetro.

*Taxidermized and made with the injection technique, spread on painted wooden tablets, in some cases covered by glass cases.*

1	<b>Angiologia.</b> Aorta di ramarro [ <i>Lacerta bilineata</i> ] iniettata in rosso e separata dal dotto toracico iniettato a mercurio	Inv. MSU 969; Zoja E 212 <i>Panizza 1833, p. XV, tav. VI.</i>
2	<b>Angiologia.</b> Vari pezzi di aorta e dotto toracico nelle salamandre [ <i>Salamandra salamandra</i> ] preparati a secco	Inv. MSU 1002; Zoja E 209 <i>Panizza 1833, p. XXVI, tav. VI.</i>
3	<b>Angiologia.</b> Aorta e dotto toracico nel <i>Coluber flavescens</i> . [ <i>Zamenis longissimus</i> ] (due esemplari)	Inv. MSU 998; Zoja E 210 <i>Panizza 1833, p. XVII, tav. V e VI.</i>
4	<b>Angiologia.</b> <i>Coluber flavescens</i> [ <i>Zamenis longissimus</i> ] con iniezioni nelle maggiori arterie e nel dotto toracico.	Inv. MSU 984; Zoja E 274
5	<b>Angiologia.</b> Pezzi di aorta e di dotto toracico del <i>Coluber flavescens</i> [ <i>Zamenis longissimus</i> ] (due esemplari)	Inv. MSU 997; Zoja E 211 <i>Panizza 1833, p. XVII, tav. V e VI.</i>

- Preparati in liquido, realizzati da Panizza ad eccezione di due reperti attribuiti a Rusconi e di uno risalente a fine Settecento, attribuibile a Scarpa o Rezia. (Tab. 2)

**Tab. 2**

Preparati in liquido, realizzati da Panizza ad eccezione di due reperti attribuiti a Rusconi e di uno risalente a fine Settecento, attribuibile a Scarpa o Rezia.

*Specimens prepared in liquid, made by Panizza with the exception of two finds attributed to Rusconi and one dating back to the late eighteenth century, attributable to Scarpa or Rezia.*

6	<b>Angiologia.</b> Vasi linfatici e sanguigni iniettati del mesentero e dell'intestino di una testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ] (1 campioni in acqua ragia)	Inv. MSU 993; Zoja E 191 <b>Restaurato</b>
7	<b>Angiologia.</b> Iniezione dei vasi linfatici dell'intestino retto della testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ] (in acqua ragia)	Inv. MSU 981; Zoja E 204 <b>Restaurato</b>
8	<b>Angiologia.</b> Iniezione dei vasi linfatici dell'intestino della testuggine europea [ <i>Emys orbicularis</i> ] (orig. in acqua ragia)	Inv. MSU 982; Zoja E 2021 <b>Restaurato</b>
9	<b>Angiologia.</b> Aorta della testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ] avviluppata al dotto toracico	Inv. MSU 988; Inv. Zoja E 272 <b>Restaurato</b>
10	<b>Angiologia.</b> Iniezione in diverso colore dei vasi sanguigni e linfatici del mesentero e dell'intestino di una testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ], per dimostrare i rapporti intercorrenti tra questi vasi (2 campioni in acqua ragia)	Inv. MSU 962; Zoja E 193 <b>Restaurato</b>

11	<b>Angiologia.</b> Iniezione a colla tinta in rosso dei vasi linfatici del mesenterio e dell'intestino di una testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ] (orig. in acqua ragia)	Inv. MSU 966; Zoja E 192 <b>Restaurato</b>
12	<b>Angiologia.</b> Fine iniezione a mercurio dei linfatici dell'ovidotto e della sua duplicatura membranosa di una testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ]. Iniettati in cera rossa i vasi sanguigni (orig. in acqua ragia)	Inv. MSU 994; Zoja E 251
13	<b>Angiologia.</b> Corpo della testuggine cauana [ <i>Caretta caretta</i> ] dove si vedono iniettati i vasi linfatici della vescica urinaria e del retto (orig. in alcool)	Inv. MSU 985; Inv. Zoja E 273 <b>Restaurato</b>
14	<b>Angiologia.</b> Vasi linfatici di intestino digiuno della testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ]. Sono anche iniettati i vasi sanguigni con cera rossa per arterie e blu per vene (orig. in acqua ragia)	Inv. MSU 964; Zoja E 194 Premiato all'esposizione di Londra 1862 <b>Restaurato</b>
15	<b>Angiologia.</b> Linfatici dell'intestino di una testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ] (orig. in acqua ragia)	Inv. Museo storico 978; Inv. Zoja E 199 <b>Restaurato</b>
16	<b>Angiologia.</b> Iniezione vasi linfatici venosi e arteriosi dell'intestino di testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ].	Inv. MSU 974; Inv. Zoja E 195 <b>Restaurato</b>
17	<b>Angiologia.</b> Preparato mancante di etichetta [ <i>Caretta caretta</i> ].	<b>Restaurato</b>
18	<b>Angiologia.</b> Preparato mancante di etichetta [ <i>Caretta caretta</i> ].	<b>Restaurato</b>
19	<b>Angiologia.</b> Linfatici dell'intestino di una testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ].	Inv. MSU 978
20	<b>Angiologia.</b> Linfatici dello stomaco di una testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ], iniettati a mercurio (orig. in essenza di trementina)	Inv. MSU 963; Zoja E 179 <b>Restaurato</b> <i>Panizza 1833, p. VI, tav. I.</i>
21	<b>Angiologia.</b> Linfatici dell'intestino della testuggine greca [ <i>Testudo hermanni</i> ] (iniezione a mercurio conservata in acqua ragia)	Inv. MSU 992; Zoja E 203 <b>Restaurato</b>
22	<b>Angiologia.</b> Vasi sanguigni e linfatici mesenterici della salamandra [ <i>Salamandra salamandra</i> ]. (orig. in alcool)	Inv. MSU 990; Zoja E 213 <i>Panizza 1833, p. XXVI, tav. V</i> <b>Restaurato</b>
23	<b>Angiologia.</b> Vasi lattei dell'intestino tenue e del mesenterio di una testuggine marina [ <i>Caretta caretta</i> ] iniettati a mercurio. Anche le arterie e le vene sono distese da materia ceracea diversamente colorata (orig. in acqua ragia). <b>Fine XVIII sec., Giacomo Rezia o Antonio Scarpa.</b>	Inv. MSU 959; Zoja E 196; Scarpa Index n. 339
24	<b>Angiologia.</b> <i>Salamandra maculosa</i> [ <i>Salamandra salamandra</i> ]. Vasi mesenterici iniettati	Inv. MSU 973; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2071 Esposto alla I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1151 <b>Restaurato</b>
25	<b>Sistema circolatorio.</b> <i>Salamandra maculosa</i> [ <i>Salamandra salamandra</i> ]. Cuore e vasi iniettati	Inv. MSU 972; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2076 <b>Restaurato</b>
26	<b>Angiologia.</b> <i>Coluber viridiflavus</i> [ <i>Hierophis viridiflavus</i> ].	Inv. MSU 987; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2079 Esposto alla I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1156 <b>Restaurato</b>

27	<b>Angiologia.</b> <i>Triton cristatus</i> [ <i>Triturus carnifex</i> ]. Arterie e linfatici iniettate	Inv. MSU 971; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2077 Esposto nella I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1152 <b>Restaurato</b>
28	<b>Angiologia.</b> Pezzo di testuggine terrestre [ <i>Testudo hermanni</i> ], in cui si vede l'aorta iniettata in rosso, avviluppata alla membrana interna del dotto toracico ma non contenuta in essa (orig. in alcool).	(Inv. MSU 989; Zoja E 277) <b>Restaurato</b>
29	<b>Angiologia.</b> <i>Lacerta viridis</i> [ <i>Lacerta bilineata</i> ]. Sistema circolatorio, cuore e grossi vasi.	Inv. MSU 970; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2072 <b>Restaurato</b>
30	<b>Angiologia.</b> Vasi linfatici e sanguigni del mesentere e dell'intestino della testuggine [ <i>Caretta caretta</i> ]. (due pz.) iniettati a colori diversi (orig. in essenza di trementina)	Inv. MSU 976; Zoja E187 <b>Restaurato</b>
31	<b>Sistema circolatorio</b> Sistema circolatorio <i>Bufo vulgaris</i> [ <i>Bufo bufo</i> ]. Aorta e vasi mesenterici iniettati	Inv. MSU 967; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 2074 Esposto nella I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1157 <b>Restaurato</b>
32	<b>Sistema respiratorio</b> <i>Bufo vulgaris</i> [ <i>Bufo bufo</i> ]. Polmoni iniettati e vasi addominali	Inv. MSU 968; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della R. Università di Pavia 2075 Esposto nella Prima Espos. Naz. di Storia della Scienza, Firenze 1929, n. 1153 <b>Restaurato</b>
33	<b>Sistema uro-genitale.</b> <i>Chamaleon vulgaris</i> . [ <i>Chamaleon chamaleon</i> ]. ChaOrgani genito-urinari  <b>XIX sec., Mauro Rusconi</b>	Inv. MSU 1001; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 320 Esposto alla I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1155
34	<b>Sistema circolatorio</b> <i>Rana esculenta</i> [ <i>Pelophylax kl. esculentus</i> ]. Cuore e vasi iniettati  <b>XIX sec., Mauro Rusconi</b>	Inv. MSU 999; Museo di Anat. e Fisiol. comparate della I. R. Univ. di Pavia 822 Esposto alla I Espos. Naz. di St. della Scienza, Firenze 1929, n. 1154

Alcuni preparati trovano una precisa corrispondenza nelle tavole calcografiche del volume di Panizza (1833) *Sopra il sistema linfatico dei rettili. Ricerche zootomiche*, del quale il Museo possiede due esemplari. Si conservano inoltre le sei lastre in rame (Fig. 1), disegnate e incise da Cesare Ferreri, dalle quali sono state stampate le tavole (Fig. 2 e 3).

Ad oggi sono stati restaurati 23 reperti erpetologici conservati in liquido. Le principali criticità riscontrate erano legate all'alterazione o all'evapo-





*Fig. 1 — Una delle sei lastre in rame dalle quali sono state stampate le tavole del volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833)/One of the six copper plates from which the tables of the volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833) were printed.*

razione del liquido di dimora, riconducibile alla presenza di tappi rotti o alla sostituzione avvenuta in passato dei tappi originali con altri non idonei, o semplicemente al degrado del mastice usato per sigillare il vaso. Questo ha





Fig. 2 — Tavola 1 del volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833)/Plate 1 of the volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833).

comportato l'esposizione all'ambiente esterno dei preparati, la loro essiccazione e, nei casi peggiori, l'accumulo di sali sulla superficie del campione biologico. Inoltre è stata riscontrata in alcuni casi la rottura di piccole parti

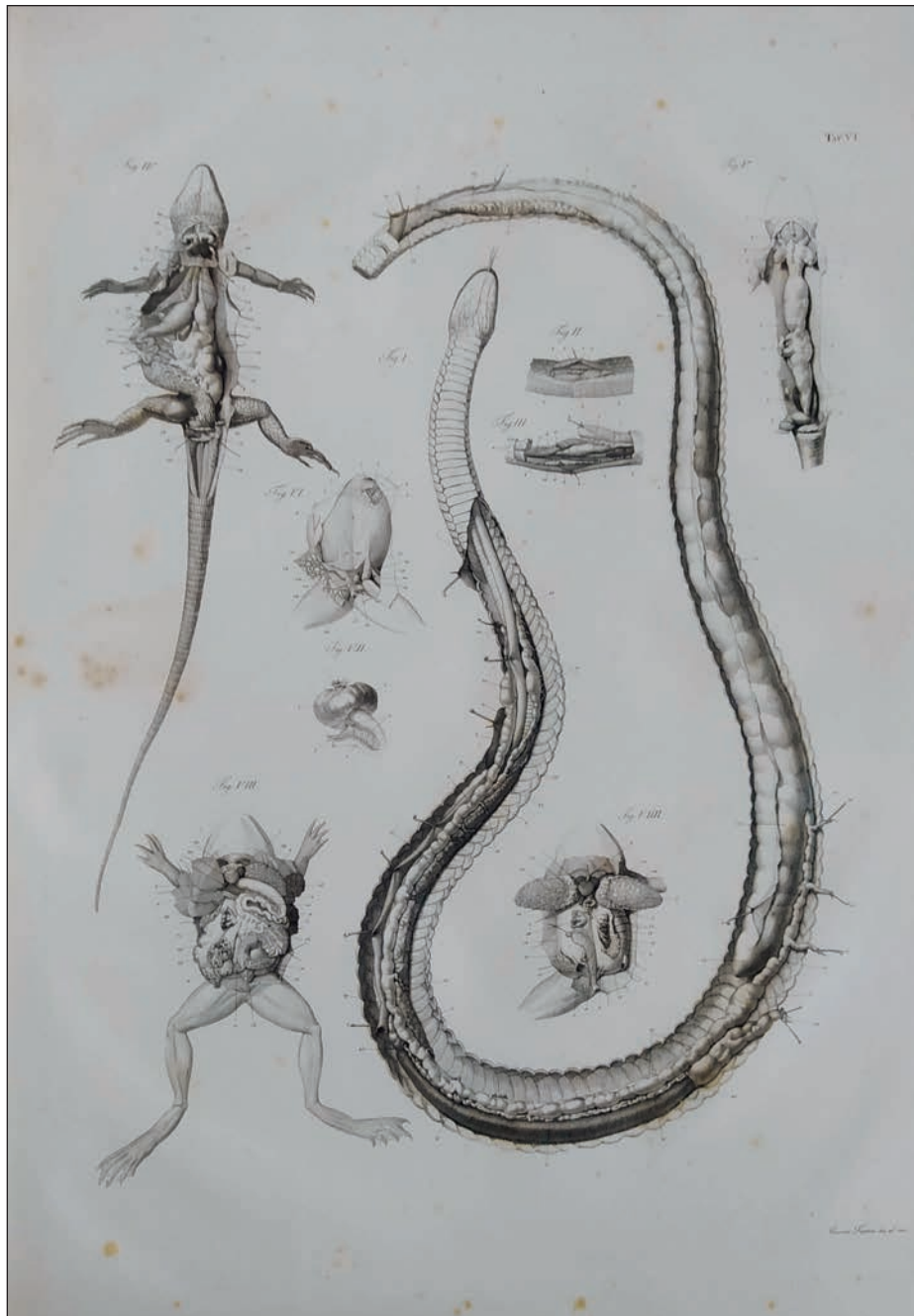


Fig. 3 — Tavola 6 del volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833)/  
Plate 6 of the volume “Sopra il sistema linfatico dei rettili: ricerche zootomiche” (1833).

di tessuto, dei vasi linfatici e delle legature di sostegno che mantenevano i preparati anatomici in posizione all'interno del vaso patologico. Tuttavia le operazioni di restauro hanno permesso l'arresto del degrado in corso e il recupero del materiale biologico sia dal punto di vista scientifico sia ostensivo (Fig. 4).



Fig. 4 — Il reperto “MSU 987” [*Hierophis viridiflavus*] prima (A) e dopo (B) l'intervento di restauro/*The exhibit “MSU 987” [Hierophis viridiflavus] before (A) and after (B) the restoration.*

## CONCLUSIONI

L'analisi degli inventari e dei cartellini antichi permette di tracciare una storia di questa piccola ma preziosa collezione, rivelandone l'interesse storico e museologico. I preparati sono riconducibili all'antico Gabinetto anatomico dell'Università di Pavia, avviato da Giacomo Rezia (al quale forse è da attribuire il pezzo più antico), ma il nucleo più interessante deve attribuirsi agli studi di Bartolomeo Panizza sul sistema linfatico dei rettili, come dimostra la precisa corrispondenza con il grande volume *in folio* dello scienziato. L'eterogeneità di questo materiale permette di avvicinare i visitatori ai metodi e agli strumenti di studio e ricerca nel campo dell'anatomia comparata tra la fine del XVIII e la prima metà del XIX secolo. L'esame condotto durante i lavori di restauro permette di completare il quadro, esaltando i materiali e le tecniche utilizzati per la preparazione dei campioni, non solo per la conservazione ma anche per evidenziare, attraverso iniezioni in cera, colla e mercurio, le strutture anatomiche oggetto di studio e di interpretazioni al tempo ancora controverse. Tutti gli interventi di restauro conservativo sono stati svolti nel pieno rispetto del valore storico oltre che scientifico dei preparati, migliorandone l'aspetto ostensivo ma soprattutto arrestando il degrado al quale i preparati biologici erano andati incontro. Ciò ha consentito di restituire alla comunità questo pregiato patrimonio storico-scientifico custodito dall'Università di Pavia.

## BIBLIOGRAFIA

- FALOMO BERNARDUZZI L., BERNARDI E.M., CUSELLA G., MAZZARELLO P., GARBARINO M.C., MESIANO G., GIACOBBE D., RESTIVO S., SACCHI O. & ZILIANI U., 2021. Dietro le quinte. Dal recupero di collezioni storico-mediche alla progettazione di nuovi percorsi narrativi. *Museol. sc. – Mem.*, n. spec. on-line 2021: 211-216.
- FALOMO L., GARBARINO M.C. & MAZZARELLO P., 2020. Il Museo per la Storia dell'Università. Pp. 787-804 in: Mantovani D. (ed.), *Almum Studium Papiense. Storia dell'Università di Pavia*. Vol. 3, Il Ventesimo secolo, tomo II. *Cisalpino*, Milano.
- GARBARINO M.C., 2014. Bartolomeo Panizza. Pp. 789-791 in: *Dizionario biografico degli italiani*. Vol. 80. *Istituto dell'Enciclopedia Italiana*, Roma.
- GARBARINO M.C., 2017. Rusconi, Mauro. Pp. 300-302 in: *Dizionario biografico degli italiani*. Vol. 89. *Istituto dell'Enciclopedia Italiana*, Roma.
- GESTRO R., 1925. Il naturalista preparatore, imbalsamatore, tassidermista. *U. Hoepli*, Milano, 228 pp.
- MAZZARELLO P. & CANI V., 2015. La Medicina nel Settecento. Pp. 259-290 in: Mantovani D. (ed.), *Almum Studium Papiense. Storia dell'Università di Pavia*, vol. 2, Dall'età austriaca alla nuova Italia, tomo I. L'età austriaca e napoleonica. *Cisalpino*, Milano.
- MAZZARELLO P. & GARBARINO M.C., 2015. La Facoltà di Medicina dal 1796 al 1814. Pp. 571-600 in: Mantovani D. (ed.), *Almum Studium Papiense. Storia dell'Università di Pavia*, vol. 2,

- Dall'età austriaca alla nuova Italia, tomo I. L'età austriaca e napoleonica. *Cisalpino*, Milano.
- MERTENS R. & MULLER L., 1928. Liste der Amphibien und Reptilien Europas. *Abhandl. Senck. Naturforsch. Ges.*, 41 (1): 1-62.
- MERTENS R. & WERMUTH H., 1960. Die Amphibien und Reptilien Europas. Dritte Liste, nach dem Stand vom 1. Januar 1960. *W. Kramer*, Frankfurt Am Main, 264 pp.
- MONZA F., 2006. Anatomia in posa. Il Museo anatomico dell'Università di Pavia dal XVIII al XX secolo. *Cisalpino*, Milano, 316 pp.
- NAJ L., RAZZETTI E., GUASCHI P. & FASOLA M., 2019. Recupero di una collezione in liquido di anatomia comparata del Museo di Storia Naturale dell'Università di Pavia. *Museol. sc. – Mem*, 20: 91-93.
- SIMMONS J., 2014. Fluid Preservation: A Comprehensive Reference. *Rowman & Littlefield Publ.*, Lanham, 364 pp.
- RAZZETTI E., BONINI L. & ANDREONE F., 2001. Lista ragionata di nomi comuni degli anfibi e dei rettili italiani, *Ital. J. Zool.*, 68 (3): 243-259.
- RESTIVO S., SACCHI O., GIACOBBE D., ZILIANI U., FALOMO BERNARDUZZI L., CANI V. & GARBARINO M. C., 2019. Il restauro conservativo delle collezioni anatomiche del Museo per la Storia dell'Università di Pavia. *Museol. sc. – Mem*, 20: 80-85.
- PANIZZA B., 1833. Sopra il sistema linfatico dei rettili. Ricerche zootomiche. *Bizzoni*, Pavia, 43 pp., 6 tavv.
- ZANGHERI P., 1969. Il naturalista esploratore raccoglitore preparatore imbalsamatore. Quarta ed. riveduta ed aggiornata. *U. Hoepli*, Milano, 493 pp.
- ZOJA G., 1889. Il gabinetto di anatomia umana della R. Università di Pavia. *Bizzoni*, Pavia, 587 pp.

*Indirizzo degli Autori* — S. RESTIVO, Museo di Zoologia, Centro di Ateneo per i Musei (CAM), Università degli Studi di Padova, Via Jappelli, 1A - 35121 Padova (I); salvatore.restivo@unipd.it; U. ZILIANI, D. GIACOBBE, O. SACCHI, Studio Naturalistico Platypus s.r.l., via Pedroni, 13 - 20161 Milano (I); e-mail: info@platypus.it; L. FALOMO BERNARDUZZI, E.M. BERNARDI & M.C. GARBARINO, Museo per la storia dell'Università di Pavia; e-mail: museo.storico@unipv.it.





ANTONIO ROMANO & MARCO CARAFA

STUDI DI POPOLAZIONE DI *BOMBINA PACHYPUS*  
(BONAPARTE, 1838) NEL PARCO NAZIONALE  
DELLA MAIELLA (ABRUZZO)

RIASSUNTO

Nel corso del 2020 sono stati monitorati 10 siti noti di presenza di *Bombina pachypus* nel Parco Nazionale della Maiella. In 6 di essi la specie è ancora presente con un numero adeguato di individui tali da consentire l'elaborazione di stime demografiche. Sono stati registrati inoltre la sex ratio e parametri biometrici, come la lunghezza e la massa corporea. Infine, considerando anche i dati disponibili del 2016, è stata effettuata una valutazione delle possibili minacce e dello stato complessivo delle popolazioni.

*Parole chiave.* Maiella, Ululone appenninico, popolazione.

SUMMARY

*Population studies of Bombina pachypus (Bonaparte, 1838) in the Maiella National Park (Abruzzo).* *Bombina pachypus* populations were monitored in 10 sites in the Maiella National Park, during 2020. In 6 sites, the species is still present with an adequate number of individuals and demographic estimates were performed. Sex ratio and biometric parameters, such as length and body mass, were also recorded. Finally, considering available data from 2016, an assessment of the possible threats and of the status of the populations was carried out.

*Key words.* Appennine Yellow-bellied toad, CMR, demography, Maiella, population.

INTRODUZIONE

Le indagini svolte nel territorio del Parco Nazionale della Maiella (Abruzzo, PNM) sulle popolazioni di *Bombina pachypus* (Bonaparte, 1838)



sono state effettuate nell'ambito del "Progetto di monitoraggio delle popolazioni di anfibi di cui all'allegato II e IV della Direttiva 92/43/CEE e s.m.i." (finanziamento "Direttiva Biodiversità" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ex cap. 1551; Autorizzazione Ministeriale prot. 17193 del 04.08.2017). L'Ululone appenninico è ben distribuito sull'intero territorio del Parco Nazionale della Maiella dove vive sia in ambienti forestali che in ambienti più aperti, dalle aree incolte ai pascoli continui. Nel Parco i siti riproduttivi maggiormente utilizzati sono rappresentati da pozze residuali in alveo torrentizio, da piccole pozze a carattere stagionale, talvolta da torrenti e ruscelli nonché, raramente, da vasche-abbeveratoio (CARAFA, 2007).

## MATERIALI E METODI

Nel corso del 2020 sono stati eseguiti monitoraggi in 10 siti riproduttivi di *Bombina pachypus* (Tab. 1), in un'area complessiva di 187,930 km<sup>2</sup> (Fig.1).

**Tabella 1.**

Siti riproduttivi di *Bombina pachypus* monitorati nel 2020 nel P. N. della Maiella, tipologia dei siti, valutazione dell'idroperiodo (in base alle osservazioni anche in anni precedenti), del successo riproduttivo (sulla base dell'abbondanza di neo-metamorfozati e giovani di 1 anno) e delle minacce alle popolazioni.

Tipologia: PR= pozza residuale in alveo;

FA = fontanile-abbeveratoio; ST = stagno; PS = Pozze sorgive

*Reproductive sites of Bombina pachypus monitored in 2020 in the Maiella National Park, type of sites, evaluation of the hydroperiod (based on observations also in previous years), reproductive success (based on the abundance of newly metamorphosed and 1 year old juveniles) and threats to populations.*

*Typology: PR = residual pool in the riverbed;*

*FA = fountain-drinking trough; ST = tin; PS = Spring pools.*

SITO	Intervallo Campion.	Tipo	Idroperiodo	Successo riprod.	Stabilità	Minacce
S. Valentino 350 m slm	2016-2020	PR	Semi-perenne	Basso	Inapplicabile	Non presenti
F.te Luigi 630 m slm	2018-2020	FA+PR	Perenne	Medio	Stabile	Non presenti

S. Bartolomeo 650 m slm	2017-2020	PR	Perenne	Alto	Stabile	Disturbo antropico
C. Civita 850 m slm	2017-2020	FA	Perenne	Esiguo	Inapplicabile	Non presenti
P.te Luciano A 1125 m slm	2019-2020	ST	Perenne	Basso	Stabile	Interramento
P.te Luciano B 1000 m slm	2018-2020	PR	Semi-perenne	Esiguo	Inapplicabile	Non presenti
C. Croce 1280 m slm	2018-2020	PR	Perenne	Esiguo	Stabile	Disturbo antropico
Pignataro 1060 m slm	2020	PS	Perenne	Alto	Stabile	Non presenti
Sorg.te Coccia 1400 m slm	2017-2020	PS	Perenne	Esiguo	Stabile	Interramento, alta presenza di predatori delle larve (odonati)
Polledrara 1840 m slm	2017-2020	PS	Stagionale	Esiguo	Inapplicabile	Interramento, idroperiodo insufficiente

Sono stati eseguiti almeno due sopralluoghi per ogni sito con periodicità tra le singole sessioni di rilevamento di 15-30 giorni, a partire dall'inizio dell'attività della popolazione. Per ciascun individuo sono stati registrati i seguenti dati: *identità*: tramite fotografia digitale del pattern ventrale e successivo riconoscimento; *sex*: maschio, femmina, giovane immaturo; *massa corporea*: tramite bilancia digitale (precisione al decimo di grammo); *dimensioni*: muso-urostilo, misurata digitalmente con il programma ImageJ utilizzando le foto scattate per l'identificazione individuale. I dati raccolti sono stati elaborati attraverso il metodo di Cattura-Marcatura-Ricattura (CMR). Per le popolazioni con più di due occasioni positive (rinvenimento di ululoni nel sito) è stata effettuata, in base ai dati di CMR, una stima demografica, mediante l'uso del software CAPTURE (OTIS *et al.*, 1978) e il modello "nullo", Null-Model  $M(0)$ . Infatti il "Closure test" non è risultato significativo ( $p > 0.5$ ) per nessuna delle popolazioni analizzate che pertanto possono considerarsi "chiuse" nel periodo di studio.

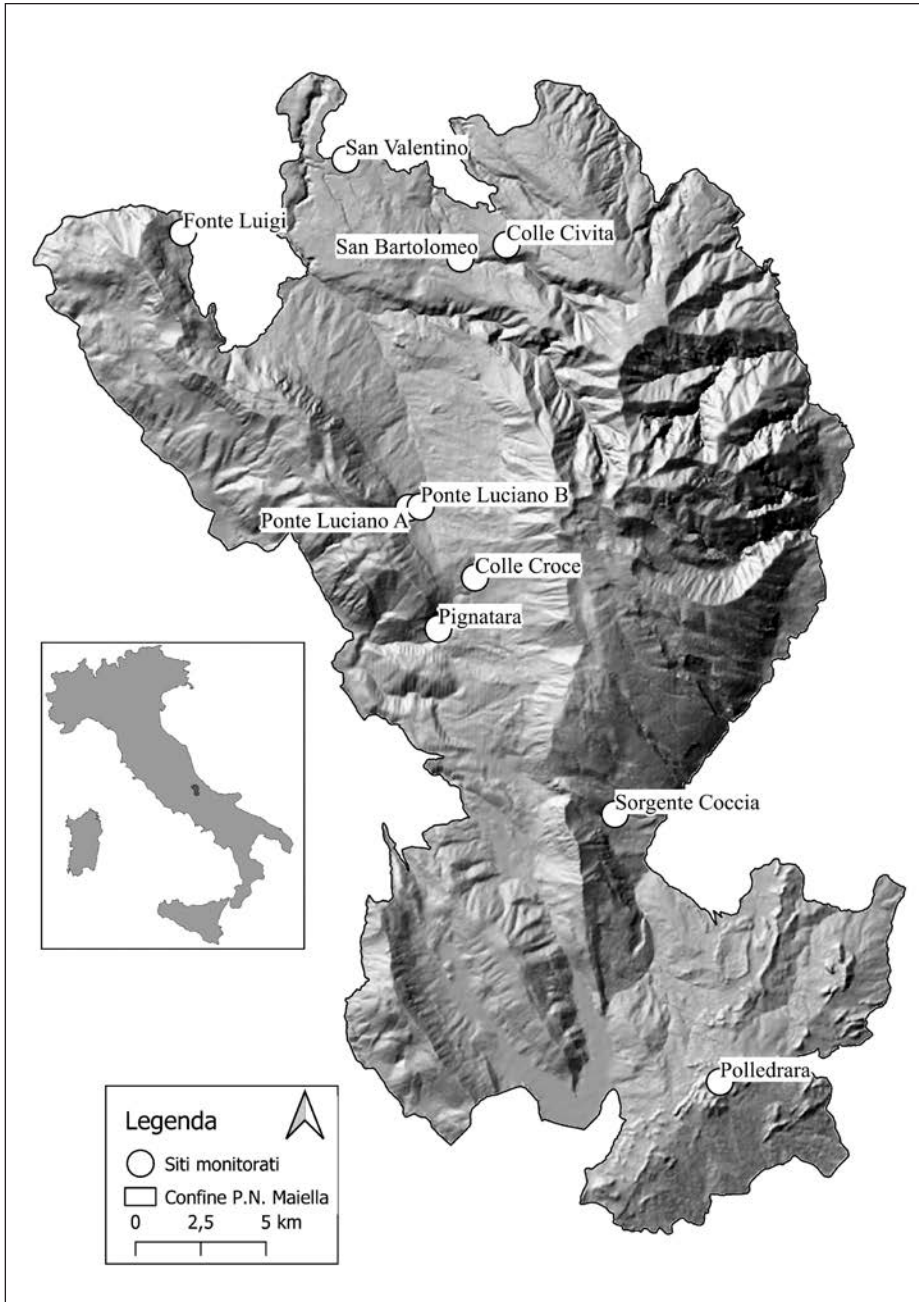


Fig. 1 — Distribuzione e denominazione dei 10 siti riproduttivi di *Bombina pachypus* monitorati nel P. N. della Maiella/Distribution and denomination of the 10 *Bombina pachypus* reproductive sites monitored in Maiella N. P.

La Sex Ratio (SR), seguendo i criteri raccomandati da WILSON & HARDY (2002), è stata calcolata come la proporzione di maschi sessualmente maturi:  $SR = \text{maschi}/(\text{maschi} + \text{femmine})$ . Scostamenti significativi dall'equilibrio della SR sono stati verificati per ogni popolazione con il test binomiale a due code, con significatività a 0.05. Il test binomiale, se non significativo ( $p > 0.05$ ), indica che la popolazione è bilanciata nel rapporto dei sessi. In base a questo rapporto e al numero di individui di entrambi i sessi è stata calcolata la *Effective population size* ( $N_e$ ). Il numero di riproduttori di una popolazione ( $N_e$ ) generalmente non coincide con gli individui adulti censiti o stimati ( $N$ ), e in alcuni casi è molto minore. La stima di  $N_e$  avviene o tramite metodi di analisi genetica o tramite formule empiriche basate sul rapporto dei sessi.

In questo caso è stata utilizzata l'equazione  $N_e = (4 * N_m * N_f) / (N_m + N_f)$ , dove  $N_m$  = numero di maschi,  $N_f$  = numero di femmine (Wright, 1938). Tale equazione è ampiamente usata per ottenere stime demografiche di  $N_e$  (ad es. JEHLÉ *et al.*, 2001; SCHMELLER & MERILA, 2007). Inoltre per valutare la stabilità della popolazione è stato calcolato il rapporto  $N_e/N$  (NUNNEY, 1993). Come regola generale, popolazioni animali stabili mostrano valori di  $N_e/N$  variabili tra 0.5 e 1 (NUNNEY & ELAM, 1994; NUNNEY, 1995), mentre popolazioni fluttuanti assumono valori inferiori a 0.5 (FRANKHAM, 1995; KALINOWSKI & WAPLES, 2002).

Le differenze nelle biometrie (lunghezza muso-urostilo, LMU, e massa corporea, W) sono state indagate tramite il test di U Mann-Whitney solo sugli individui adulti a livello intra-popolazionale e tramite l'Anova di Kruskal Wallis tra adulti a livello inter-popolazionale.

Per molti dei siti monitorati nel 2020 erano disponibili anche dati dai 2 ai 4 anni precedenti. In base al numero medio di metamorfosati osservati alla fine della stagione riproduttiva nei vari anni, valutati in categorie di numerosità (*inesistente* = nessun neometamorfosato; *esiguo* = 1-10 neometamorfosati; *basso* = 11-30; *medio* = 31-50; *alto* > 50), al numero di potenziali ed evidenti minacce rilevate, e dei risultati di stabilità delle popolazioni ( $N_e/N$ ) è stata infine redatta una tabella di rischio di estinzione delle singole popolazioni indagate.

## RISULTATI

Il numero di sessioni indicato in Tab. 2 si riferisce ai rilevamenti con esito positivo per la presenza di animali. Alcuni rilevamenti infatti hanno dato esito negativo (assenza di animali) perché i siti erano privi di acqua. In altri casi invece (es. Colle Civita), nonostante la perenne presenza di acqua nell'abbeveratoio, la presenza della specie è stata saltuaria e con numeri esigui di

individui, tale da rendere inapplicabili le stime demografiche. Pertanto le stime demografiche sono state elaborate solo su 6 dei 10 siti monitorati (Tab. 2, Fig. 2).

Per quanto riguarda la Sex Ratio, anche essa è stata calcolata in queste sei popolazioni. Tutte le popolazioni avevano una SR che non si discostava significativamente dall'equilibrio, come anche confermato dai valori di  $N_e$  prossimi a 1 (Tab. 3).

Relativamente alle biometrie (LMU e peso, Tab. 4) a livello intra-popolazione non sono emerse differenze tra maschi e femmine per nessuna delle 5 popolazioni studiate (F.te Luigi, S. Bartolomeo, P.te Luciano A, Pignataro, Sorg.te Coccia; Colle Croce aveva numeri di individui troppo esigui per statistiche robuste). Alcune delle popolazioni confrontate attraverso l'Anova di Kruskal Wallis, differivano invece tra loro per le dimensioni ( $H = 39.09$ ;  $p < 0.001$ ; Fig. 3) e per le masse corporee ( $H = 33.18$ ;  $p < 0.001$ ; Fig. 4). Nelle figure 3 e 4 sono restituite graficamente tali differenze tramite boxplot e indicati i confronti a coppie statisticamente significativi ( $p < 0.05$ ) con test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni.

**Tabella 2.**

Stime demografiche in base ai dati di CMR per le popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella.  $p$ : probabilità di cattura; E.S: Errore Standard; I.C. Intervallo di confidenza al 95%.

*Demographic estimates based on CMR data for Bombina pachypus populations monitored in 2020 in Maiella N. P.; p: probability of capture; E.S: Standard Error; I.C. 95% confidence interval.*

SITO	N sessioni	TOT Individui	TOT catture	Probabilità cattura	<b>Stima</b>	E.S.	I.C. 95%
S. Valentino	inapplicabile						
F.te Luigi	6	39	96	0.395	<b>41</b>	1.615	40-47
S. Bartolomeo	6	27	69	0.417	<b>28</b>	1.167	28-34
C. Civita	inapplicabile						
P.te Luciano A	5	17	20	0.087	<b>46</b>	21.593	25- 123
P.te Luciano B	inapplicabile						
C. Croce	4	12	17	0.248	<b>17</b>	4.597	14-35
Pignataro	6	39	87	0.347	<b>42</b>	2.186	40-49
Sorg.te Coccia	4	49	113	0.561	<b>50</b>	1.557	50-57
Polledrara	inapplicabile						

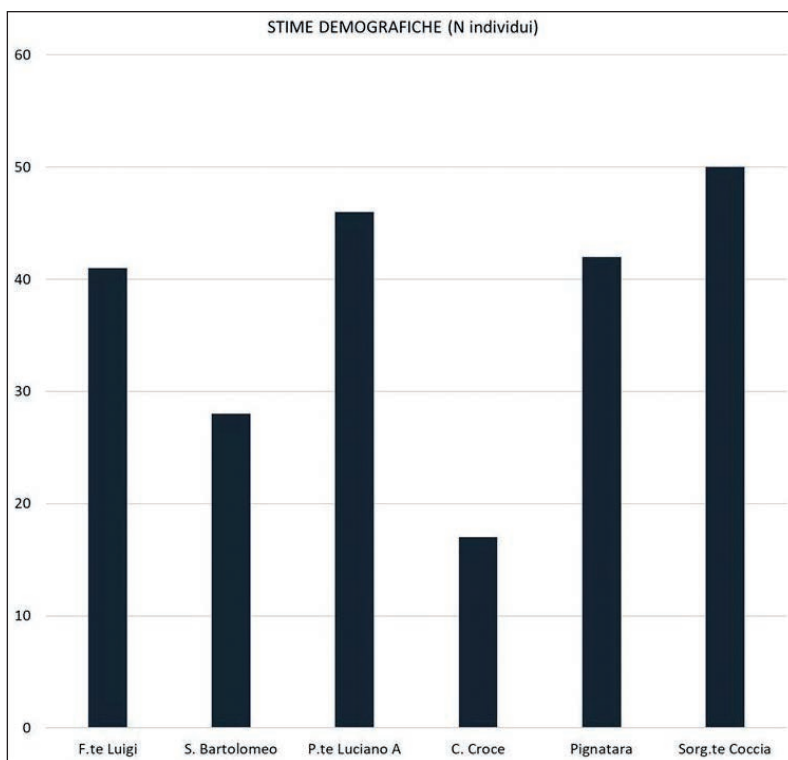


Fig. 2 — Stime demografiche per l'anno 2020 di sei popolazioni di *Bombina pachypus* nel P. N della Maiella / Demographic estimates for the year 2020 of six populations of *Bombina pachypus* in Maiella N. P.

**Tabella 3.**

Sex ratio (SR), e suo scostamento dall'equilibrio ( $p$  SR), delle popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella;  $N_e$  = Effective population size.  
 Sex ratio (SR), and its deviation from the equilibrium ( $p$  SR), of the *Bombina pachypus* populations monitored in 2020 in Maiella N. P.;  $N_e$  = Effective population size.

SITO	N adulti	SR	$p$ SR test binomiale	$N_e$	$N_e/N$	Stabilità popolazione
F.te Luigi	39	0.658	0.0730	34.211	0.900	stabile
S. Bartolomeo	19	0.368	0.3593	17.684	0.931	stabile
P.te Luciano A	17	0.471	1	16.941	0.997	stabile
C. Croce	9	0.556	1	8.889	0.988	stabile
Pignataro	18	0.722	0.0963	14.444	0.802	stabile
Sorg.te Coccia	49	0.367	0.0854	34.211	0.900	stabile

**Tabella 4.**

Biometrie (LMU = lunghezza muso-urostilo in mm; W = massa corporea in grammi) di cinque popolazioni di *Bombina pachypus* monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella, suddivise per maschi (M) e femmine (F).

*Biometrics (LMU = snout-urostyle length in mm; W = body mass in grams) of five populations of Bombina pachypus monitored in 2020 in Maiella N. P., divided into males (M) and females (F).*

SITO	n M/ n F	LMU M mm	LMU F mm	W M g	W F g
		media $\pm$ d.s. (range)	media $\pm$ d.s. (range)	media $\pm$ d.s. (range)	media $\pm$ d.s. (range)
F.te Luigi	24/15	46.9 $\pm$ 3.59 (39.3-52.5)	46.7 $\pm$ 3.78 (38.56-51.24)	10.31 $\pm$ 1.57 (7.47-12.61)	9.75 $\pm$ 1.85 (6.05-12.36)
S. Bartolomeo	10/13	43.2 $\pm$ 4.99 (34.18-50.6)	39.5 $\pm$ 7.47 (32.8-52.8)	8.5 $\pm$ 2.17 (6.34-12.44)	7.3 $\pm$ 4.17 (3.59-15.86)
P.te Luciano A	11/5	46.2 $\pm$ 4.58 (38.4-51.8)	49.16 $\pm$ 3.60 (45.2-53.8)	9.22 $\pm$ 2.00 (6.25-12.8)	11.98 $\pm$ 2.24 (9.77-15.55)
Pignataro	13/5	44.3 $\pm$ 4.36 (35.6-48.6)	41.4 $\pm$ 4.63 (34.4-47)	9.5 $\pm$ 2.18 (6.13-12.25)	7.8 $\pm$ 2.10 (4.5-9.93)
Sorg.te Coccia	16/28	40.3 $\pm$ 4.59 (32.2-47.4)	40.7 $\pm$ 4.39 (33.6-49.6)	7.6 $\pm$ 2.05 (3.63-10.99)	7.3 $\pm$ 2.14 (4.0-12.01)

Infine, per quanto riguarda la valutazione complessiva dello status delle popolazioni, in base ai dati pregressi e ai criteri esposti nei Materiali e Metodi, emerge che alcune popolazioni hanno un successo riproduttivo estremamente basso, di cui talvolta si riesce ad individuare la potenziale causa (es. massiva presenza di invertebrati predatori delle larve, fenomeni di interramento e conseguente idroperiodo insufficiente al completamento della metamorfosi etc.) e pertanto risultano essere esposti ad una seria minaccia di estinzione (Tab. 1).

## DISCUSSIONE

Per la maggior parte delle popolazioni nel PNM la situazione appare nel complesso abbastanza positiva. Alcune di esse sono costituite da un numero relativamente elevato di individui (alcune decine) e hanno un



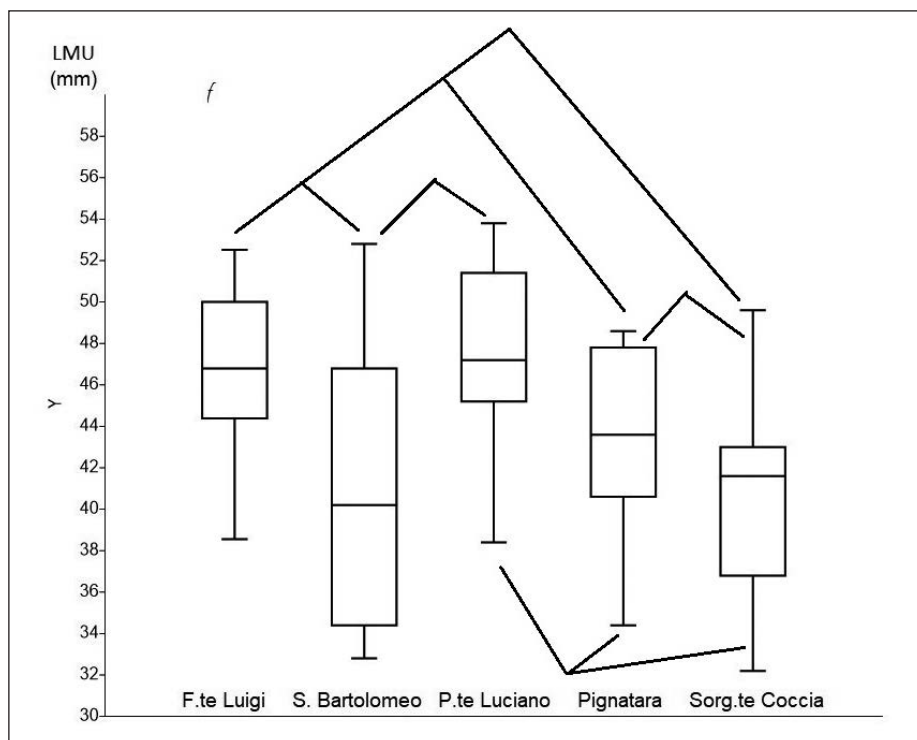


Fig. 3 — Box plot delle lunghezze muso-urostilo (LMU, in mm) delle di *Bombina pachypus* nelle popolazioni monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella. Il rettangolo rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori di LMU, la linea orizzontale interna indica la mediana. I valori minimi e massimi sono delimitati dalle linee verticali. Le differenze statisticamente significative tra coppie di popolazioni ( $p < 0.05$ ; test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni) sono indicate dalle linee spezzate/Box plot of snout-urostyle lengths (LMU, in mm) of *Bombina pachypus* in the populations monitored in 2020 in Maiella N. P. The rectangle represents the interval between the 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentile of the LMU values, the internal horizontal line indicates the median. The minimum and maximum values are delimited by vertical lines. Statistically significant differences between pairs of populations ( $p < 0.05$ ; Mann-Whitney U test and Bonferroni correction) are indicated by the broken lines.

buon successo riproduttivo. I valori di *Effective population size* ( $N_e$ ) calcolati per queste popolazioni di poco inferiori all'unità, suggeriscono che esse sono demograficamente stabili e che assumono il ruolo "source" nella dinamica delle popolazioni. Inoltre il parametro della sex ratio che appare bilanciato, fenomeno non comune né in *B. variegata* (ad es. DI CERBO & BIANCARDI, 2004) né in *B. pachypus* (ad es. MATTOCCIA *et al.*, 2006), contribuisce ulteriormente alla valutazione positiva dello status di queste popolazioni. Tuttavia per altre si evidenziano rischi di estinzione dovuti principalmente a fenomeni non antropici, quali:

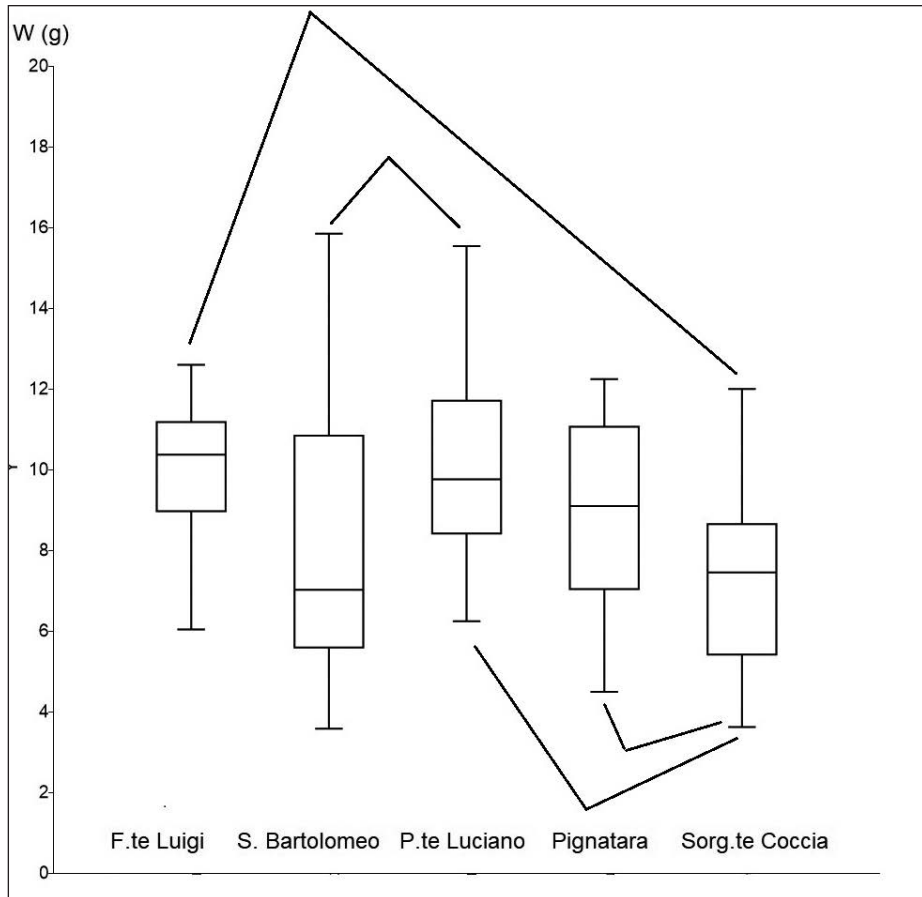


Fig. 4 — Box plot delle masse corporee ( $W$ , in grammi) di *Bombina pachypus* nelle popolazioni monitorate nel 2020 nel P. N. della Maiella. Il rettangolo rappresenta l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile dei valori di  $W$ , la linea orizzontale interna indica la mediana. I valori minimi e massimi sono delimitati dalle linee verticali. Le differenze statisticamente significative tra coppie di popolazioni ( $p < 0.05$ ; test di U di Mann-Whitney e correzione di Bonferroni) sono indicate dalle linee spezzate/Box plot of the body mass ( $W$ , in grams) of *Bombina pachypus* in the populations monitored in 2020 in Maiella N. P. The rectangle represents the interval between the 25<sup>th</sup> and 75<sup>th</sup> percentile of the  $W$  values, the internal horizontal line indicates the median. The minimum and maximum values are delimited by vertical lines. Statistically significant differences between pairs of populations ( $p < 0.05$ ; Mann-Whitney U test and Bonferroni correction) are indicated by the broken lines.

- A. progressivo interrimento con conseguente idroperiodo insufficiente al completamento della metamorfosi (es. Polledrara). Il fenomeno di interrimento, con conseguente riduzione del volume d'acqua dispo-

nibile, agisce contestualmente in modo drammatico negli anni caratterizzati da scarse precipitazioni estive.

- B. scarso successo riproduttivo dovuto a presenza consistente di predatori delle larve (principalmente larve di Odonati Anisotteri) in siti di piccole dimensioni (meno di 10 m<sup>2</sup>) sebbene la *Effective population size* sia buona (es. Sorg.te Coccia)
- C. numerosità esigue e scarso successo riproduttivo le cui cause sono di difficile individuazione (es. abbeveratoio di Colle Civita)

Le minacce A e B possono essere mitigate o eliminate con interventi volti, per la situazione A, ad aumentare la dimensione e dunque la capacità dei siti stessi e, per la situazione B, a ridurre la pressione predatoria sugli stadi pre-adulti attraverso l'istallazione di barriere per gli invertebrati o con la realizzazione di siti riproduttivi alternativi con substrato meno idoneo alle larve di insetti. Queste opzioni sono attualmente in fase progettuale.

Le lunghezze e i pesi medi di alcune popolazioni differiscono significativamente tra loro. Gli anfiabi hanno una crescita indeterminata e una differenza nel pattern di longevità/mortalità che può spiegare talvolta variazioni nelle taglie corporee tra popolazioni (ANGILLETTA *et al.*, 2004; CVETKOVIC *et al.*, 2009). Effettivamente le taglie e i pesi inferiori si sono riscontrati in un torrente mediterraneo (San Bartolomeo) che come tipologia è tipicamente caratterizzato da alluvioni imprevedibili e frequenti all'inizio della primavera, il che potrebbe influire sulla longevità media della popolazione e quindi sulla sua taglia media. L'altro sito con taglie inferiori appare più stabile (Sorg.te Coccia), con elevato numero di individui, ma forse con disponibilità trofica ridotta date le piccole dimensioni. I dati biometrici sono in elaborazione per valutare differenze nel Body Condition Index tra le popolazioni, che può riflettere lo stato di salute e può essere correlato alla qualità dell'habitat e alla disponibilità di cibo (ad es. POPE & MATTHEWS, 2002; SCHULTE-HOSTEDDE *et al.*, 2005). Tale indice è infatti largamente usato come strumento di gestione nella biologia di conservazione, in quanto, ad esempio, la capacità di dispersione può essere fortemente condizionata dal BCI (DUBOIS *et al.*, 2010).

#### BIBLIOGRAFIA

- ANGILLETTA M. J. JR, NIEWIAROWSKI P.H., DUNHAM A.E., LEACHE A.D. & PORTER W.P., 2004. Bergmann's clines in ectotherms: illustrating a life-history perspective with sceloporine lizards. *Am. Nat.*, 164: E168–E183.
- CARAFÀ M., 2007. Atlante degli Anfibi del Parco Nazionale della Majella. Documenti tecnico-scientifici del Parco Nazionale della Majella (5). Ed. *Ente Parco Naz. Majella*, pp. 135.
- CVETKOVIC D., TOMASEVIC N., FICETOLA G.F., CRNOBRNJA-ISAILOVIĆ J. & MIAUD C., 2009. Berg-

- mann's rule in amphibians: combining demographic and ecological parameters to explain body size variation among populations in the common toad *Bufo bufo*. *J. Zool. Syst. Evol. Res.*, 47: 171-180.
- DI CERBO A.R. & BIANCARDI C.M., 2004. Seasonal activity and thermobiology of *Bombina v. variegata* in Lombardy (Seriana Valley, northern Italy). *Ital. J. Zool.*, 71(S2): 143-146.
- DUBOIS G.F., LE GOUAR P.J., DELETTRE Y.R., BRUSTEL H. & VERNON P., 2010. Sex-biased and body condition dependent dispersal capacity in the endangered saproxylic beetle *Osmoderma eremita* (Coleoptera: Cetoniidae). *J. Insect Conserv.*, 14: 679-687.
- FRANKHAM R., 1995. Effective population size/adult population size ratios in wildlife: a review. *Genetic Res.*, 66: 95-107.
- JEHLE R., ARNTZEN J.W., BURKE T., KRUPA A.P. & HÖDL W., 2001. The annual number of breeding adults and the effective population size of syntopic newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*). *Mol. Ecol.*, 10: 839-850.
- KALINOWSKI S.T. & WAPLES R.S., 2002. Relationship of effect to census size in fluctuating populations. *Conserv. Biol.*, 16: 129-136.
- MATTOCCIA M., CARI B., ROMANO A. & ANGELINI C., 2006. Osservazioni sull'ecologia di alcune popolazioni di *Bombina pachypus* (Amphibia: Bombinatoridae) nei Monti Lepini (Lazio). Pp. 161-166 in: Zuffi M.A.L. (ed.), Proc. V Congr. naz. Soc. Herpetol. Ital., Firenze University Press, Firenze.
- NUNNEY L., 1993. The influence of mating system and overlapping generations on effective population size. *Evolution*, 47: 1329-1341.
- NUNNEY L., 1995. Measuring the ratio of effective population size to adult numbers using genetic and ecological data. *Evolution*, 49: 389-392.
- NUNNEY L. & ELAM D.R., 1994. Estimating the effective population size of conserved populations. *Conserv. Biol.*, 8: 175-184.
- OTIS D., BURNHAM K.P., WHITE G.C. & ANDERSON D.R., 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildl. Monographs*, 62:1-135.
- POPE K.L. & MATTHEWS K.R., 2002. Influence of anuran prey on the condition and distribution of *Rana muscosa* in the Sierra Nevada. *Herpetologica*, 58: 354-363.
- SCHMELLER D.S. & MERILA J., 2007. Demographic and genetic estimates of effective population and breeding size in the amphibian *Rana temporaria*. *Conserv. Biol.*, 21: 142-151.
- SCHULTE-HOSTEDDE A.I., ZINNER B., MILLER J.S. & HICKLING G.J., 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology*, 86: 155-163.
- WILSON K. & HARDY I.C.W., 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. Pp. 48-92 in: Hardy I.C.W. (ed.), Sex Ratios – Concepts and Research Methods. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- WRIGHT S., 1938. Size of population and breeding structure in relation to evolution. *Science*, 87: 430-431.

*Indirizzo degli autori* — A. ROMANO, CNR- IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Via dei Taurini, 19 - 00100 Roma (I); e-mail: antonioromano71@gmail.com; antonio.romano@ibe.cnr.it; M. CARAFA, Ente Parco Nazionale della Maiella, Via Badia, 28 - 67039 Sulmona (L'Aquila, I); e-mail: marco.carafa@parcomaiella.it

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790582>

ANTONIO ROMANO & RICCARDO NOVAGA

STIME DI ABBONDANZA DELLA TESTUGGINE ALLOCTONA  
*TRACHEMYS SCRIPTA* IN UN SITO DEL CENTRO ITALIA  
(LATINA, LAZIO)

RIASSUNTO

L'invasione biologica da parte di specie aliene costituisce una delle più gravi minacce per la biodiversità. Tra le 100 specie invasive più pericolose al mondo secondo la IUCN rientra la Testuggine palustre americana *Trachemys scripta*, ampiamente diffusa in Italia con potenziali impatti nei confronti dell'erpetofauna nativa, in particolare a discapito della Testuggine palustre europea *Emys orbicularis*. In questo contributo presentiamo i risultati di una stima di abbondanza effettuata presso un canale di bonifica in provincia di Latina, nelle vicinanze del Parco Nazionale del Circeo. Le stime sono state effettuate seguendo il metodo del "Doppio Osservatore Dipendente" (DOD). Sono state conteggiate in totale 62 testuggini palustri americane, con una stima di  $64 \pm 0.97$  individui (circa 3,6 testuggini/100 metri lineari). Questo metodo, se applicato in condizioni ambientali di elevata visibilità, risulterebbe idoneo per pianificare monitoraggi speditivi e verificare trend demografici di *T. scripta* o altre testuggini acquatiche.

*Parole chiave.* Doppio osservatore, pianura pontina, specie aliene

SUMMARY

*Abundance estimates of the alien slider Trachemys scripta in a site in Central Italy (Latina, Lazio).* The biological invasion by alien species represents one of the major threats to biodiversity. Among the 100 most dangerous invasive alien species in the world, there is the Pond slider *Trachemys scripta*, widespread in Italy with potential impacts towards native herpetofauna, especially at the detriment of the European pond turtle *Emys orbicularis*. In this study we provide the results of an abundance estimation carried out in a drainage canal in the province of Latina, close to the National Park of Circeo. The estimations were performed following the dependent-double observer (DDO) method. 62 pond sliders were counted, with an abundance estimation of  $64 \pm 0.97$  individuals (about 3.6 turtles/100 linear meters). This method, if applied in environmental conditions of

high visibility, would be suitable to plan quick monitoring and assess demographic trends of *T. scripta* or other pond turtles.

*Key words.* Alien species, double observer, Pontine Plain.

## INTRODUZIONE

Le progressive invasioni di specie alloctone costituiscono attualmente una delle principali emergenze ambientali e sono considerate dalla comunità scientifica internazionale la seconda causa di perdita di biodiversità su scala globale. Secondo SALA *et al.* (2000), che hanno elaborato un modello predittivo in grado di stimare l'andamento della biodiversità globale nei prossimi 100 anni, l'introduzione di specie aliene, insieme al cambiamento di uso del suolo, risulterebbe la principale responsabile della perdita di biodiversità nel bioma mediterraneo. L'Europa e l'Italia stanno tentando di affrontare il problema con una strategia comune a livello nazionale e trans-nazionale (AA.VV., 2009).

La IUCN ha redatto una lista delle 100 specie invasive più pericolose al mondo (LOWE *et al.*, 2000). Tra queste compare anche la Testuggine palustre americana *Trachemys scripta* (Thunberg in Schoepff, 1792), originaria degli Stati Uniti sudorientali ed ormai largamente naturalizzata anche in Italia (DI TIZIO & DI CERBO, 2011). La specie può esercitare una pressione negativa difficilmente quantificabile sulle popolazioni di anfibi, grazie ad un'efficienza predatoria significativamente maggiore rispetto alle testuggini palustri autoctone. Questo è dovuto soprattutto alla mancata evoluzione, da parte delle larve degli anfibi, di meccanismi antipredatori (essenzialmente di fuga e ricerca di un rifugio) innescati dalle tracce chimiche del predatore alloctono in acqua, al contrario di quanto avviene nei confronti dell'autoctona *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) (POLO-CAVIA *et al.*, 2010). Inoltre la presenza di *T. scripta* influisce negativamente sulle popolazioni della Testuggine palustre europea, specie in allegato II e IV della Direttiva Habitat e categorizzata come In Pericolo (EN) nella Lista Rossa nazionale della IUCN. *Emys orbicularis* soffre grandemente la sintopia con la Testuggine palustre americana, soprattutto per la competizione relativa all'utilizzo dei siti di basking, che porta *E. orbicularis* a una riduzione della propria fitness e a un aumento della mortalità (CADI & JOLY, 2003).

Nella pianura pontina (provincia di Latina) *T. scripta* è estremamente diffusa, soprattutto lungo i canali di bonifica, anche all'interno del territorio del Parco Nazionale del Circeo, dove sembra tuttavia mancare dalle piscine della foresta demaniale (ROMANO *et al.*, 2016). Nel territorio pontino erano note abbondanti popolazioni di *Emys orbicularis* fino ai primi anni 2000 men-

tre i recenti sopralluoghi ne hanno evidenziato una presenza sporadica, a fronte di decine di osservazioni della specie alloctona (A. Romano, *oss. pers.*). Tuttavia stime di abbondanza di *T. scripta* sono piuttosto rare in Italia, e non ve ne sono per il territorio della provincia di Latina. Nel presente contributo si riportano i risultati delle stime di abbondanza in un canale di bonifica della pianura pontina.

Quando si effettuano stime demografiche non sempre è possibile effettuare i campionamenti seguendo il classico approccio di Cattura-Marcatura-Ricattura (CMR). In alcuni casi infatti, gli animali non possono essere contrassegnati fisicamente, ma solo avvistati e registrati da due o più osservatori, con un protocollo che consente la suddivisione dei conteggi tra gli animali avvistati da un osservatore e quelli avvistati solo dall'altro osservatore (SOUTHWELL, 1996; NICHOLS *et al.*, 2000). Questi adattamenti del classico campionamento con CMR, sono noti come metodo degli "osservatori multipli" (Tab. 16 in SOUTHWELL, 1996). Tali dati, raccolti da osservatori multipli in più siti, possono essere analizzati attraverso la modellizzazione *multinomial N-mixture*, che è una generalizzazione del modello binomiale degli *N-mixture* tratto da ROYLE (2004), e costituisce una variante gerarchica dei modelli CMR (KERY, 2018). Nel presente studio è stata effettuata una stima di popolazione di *Trachemys scripta* usando il metodo del "Doppio Osservatore Dipendente" (DOD).

## MATERIALI E METODI

Il sito di studio è costituito da un tratto di un canale di bonifica, sito nel comune di Latina a 2300 metri dai confini del Parco Nazionale del Circeo: il Canale Cicerchia, nei tratti identificati secondo la codifica del Consorzio Bonifica Agro Pontino come codice asta: RMA-400\_C1\_004 + RMA-400\_C1\_005 + RMA-400\_C1\_006 + RMA-400\_C1\_019, per una lunghezza complessiva di 1720 m e una larghezza media dell'alveo bagnato, nella data dei rilievi, di 3 m (Fig. 1). Il canale è bordato in destra orografica da una strada sterrata di facile percorribilità, ad eccesso unicamente pedonale. Le sponde sono rettificata in cemento nella parte basale e vegetate da rovi, canne palustri e altra vegetazione erbacea e arbustiva. Dato l'andamento del canale (da Nord-Ovest a Sud-Est), osservazioni preliminari hanno evidenziato che nelle prime ore del giorno è illuminata la sponda sottostante la strada (non quindi visibile), mentre nelle ore della tarda mattina e del primo pomeriggio è illuminata unicamente la sponda sinistra (opposta alla strada dunque e ben visibile dalla stessa), dove sono facilmente osservabili le *Trachemys* in basking. Nel giorno 8 aprile 2021, tra le ore 10:30 e 11:30 (ora legale) è stato effettuato il campionamento appli-



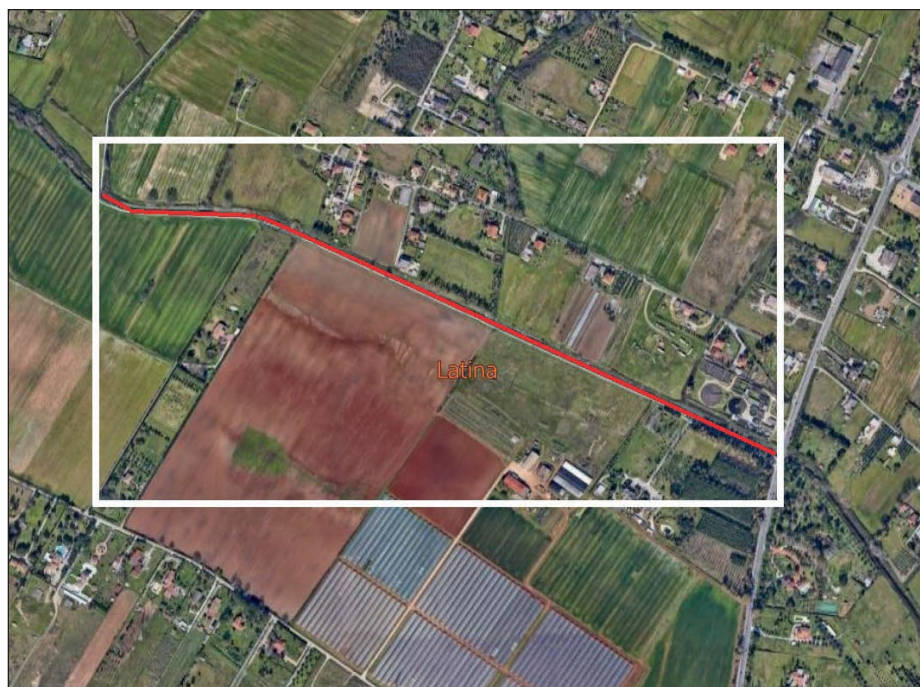


Fig. 1 — Il sito di studio per la stima demografica di *Trachemys scripta* in un tratto del canale Cicerchia alla periferia meridionale del comune di Latina (Lazio)/The study site for the demographic estimate of *Trachemys scripta* in a stretch of the Cicerchia canal on the southern outskirts of the municipality of Latina (Lazio).

cando la metodologia del DOD. Data l'omogeneità del sito, piuttosto che utilizzare una suddivisione in transetti spaziali, per praticità, i conteggi sono stati eseguiti utilizzando transetti temporali della durata di 1 minuto ciascuno, ovvero camminando a velocità costante venivano registrati gli animali conteggiati in ogni transetto. Il transetto temporale di 1 minuto costituiva dunque l'unità di campionamento. Gli osservatori procedevano affiancati. Nel DOD l'Osservatore #1 indicava e contava tutte le testuggini in ciascun sotto-transetto (ogni minuto di percorrenza) all'Osservatore #2 (COOK & JACOBSON, 1979; NICHOLS *et al.*, 2000). L'Osservatore #2 registrava ciò che riportava l'Osservatore #1, ma registrava anche in una colonna separata della tabella di campo qualsiasi testuggine aggiuntiva da lui rilevata e non avvistata dall'Osservatore #1. Per gli avvistamenti e i conteggi ci si è talvolta avvalsi di binocolo 8x42. Ad ogni transetto i due osservatori si sono scambiati i ruoli. Ogni transetto percorso in un minuto corrispondeva a circa 50 m lineari.

I dati sono stati analizzati usando il software DOBOBSERV (NICHOLS *et*

*al.*, 2000; WILLIAMS *et al.*, 2001), che restituisce oltre alla stima della popolazione ( $N$ ), anche gli intervalli di confidenza al 95 % (I.C. 95 %) e la *detection probability* della specie ( $p$ ). Inoltre per la stima di  $p$ , DOBOBSERV genera una serie di modelli che tengono ad esempio conto di differenze o meno nella  $p$  dei due osservatori, suggerendo come i dati raccolti ricadano meglio in un modello piuttosto che in altri.

## RISULTATI

Sono stati conteggiati un totale di 62 individui di *Trachemys scripta* (50 individui dall'Osservatore 1 e 12 individui dall'Osservatore 2), per una media di 3,6 testuggini/100 m lineari del canale. Durante i rilevamenti sono stati osservati individui appartenenti sia alla ssp. *elegans* che alla sottospecie *scripta*, e sono stati avvistati individui appartenenti a tutte le classi d'età. Solo 4 individui sono stati osservati in acqua, mentre gli altri tutti in basking, sulla sponda opposta agli osservatori. I risultati delle elaborazioni sono stati i seguenti:  $N = 64 \pm 0.97$  (stima  $\pm$  e.s.), I.C. 95% = 62-72,  $p = 0.971$ . Il miglior modello selezionato è  $P(.,.)$ , ovvero la *detection probability* è la stessa per entrambi gli osservatori.

## DISCUSSIONE

Il metodo degli osservatori multipli è stato applicato generalmente ad animali facilmente osservabili da lunghe distanze, come i grandi mammiferi (LANGTIMM *et al.*, 2011; BRÖKER *et al.*, 2019), gli uccelli acquatici (KONEFF *et al.*, 2008; VRTISKA & POWELL, 2011), ma anche a tracce e segni di animali, masse di uova di anfibi (GRANT *et al.*, 2005), o vocalizzazioni (rane e rospi, SHIROSE *et al.*, 1997; uccelli, FORCEY *et al.*, 2006). Recentemente è stato applicato anche ad anfibi terrestri (come Osservatori Indipendenti, COSTA *et al.*, 2020; Osservatori Dipendenti, ROMANO *et al.*, 2021). L'utilizzo con le testuggini acquatiche qui riportato, nella condizione di alta visibilità degli individui ( $p = 0.971$ ) è risultato estremamente speditivo ed efficiente. Dato il valore di  $p$  prossimo all'unità, la stima ( $N = 64$ ; I.C. 62-72) non si discosta molto dall'effettivo conteggio degli individui che quindi, nelle condizioni dello studio già di per sé costituisce un buon metodo per valutare le abbondanze. Tuttavia i meri conteggi impediscono confronti statistici per individuare trend temporali nella demografia delle popolazioni, che invece è possibile applicare attraverso le stime (che forniscono anche un I.C.). Pertanto il metodo si presta ottimamente per pianificare monitoraggi speditivi in situazioni ambientali simili a quella

di studio, e per verificare incrementi o decrementi demografici, eventualmente anche a seguito di azioni di controllo o tentativi di eradicazione della specie. In Italia i dati di abbondanza di *T. scripta* disponibili dimostrano la presenza di popolazioni floride e numerose (OTTONELLO *et al.*, 2017).

Durante il rilievo sono state osservate differenti classi di taglia e alcuni individui estremamente piccoli confermano la piena vitalità e attività riproduttiva di *T. scripta* nel territorio pontino. Viceversa, non sono stati avvistati individui di Testuggine palustre europea, pur presente nel canale fino a pochi anni fa: l'ultimo avvistamento risale al 2015 (A. Romano, *oss. pers.*). Data la similarità comportamentale (attività di basking) il metodo risulta verosimilmente idoneo anche per monitoraggi di *Emys orbicularis*.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2009. L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: proposte di gestione - Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità. *MATTM & WWF Onlus*.
- BRÖKER K.C.A., HANSEN R.G., LEONARD K.E., KOSKI W.R. & HEIDE-JØRGENSEN M.P., 2019. A comparison of image and observer based aerial surveys of narwhal. *Mar. Mammal Sci.*, 35: 1253–1279.
- CADI A. & JOLY P., 2003. Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced redeared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Can. J. Zool.*, 81(8): 1392–1398.
- COOK R.D. & JACOBSON J.O., 1979. A design for estimating visibility bias in aerial surveys. *Biometrics*, 35: 735–742.
- COSTA A., ROMANO A. & SALVIDIO S., 2020. Reliability of multinomial N-mixture models for estimating abundance of small terrestrial vertebrates. *Biodivers. Conserv.*, 29: 2951–2965.
- DI TIZIO L. & DI CERBO A. R., 2011. *Trachemys scripta* (Thunberg in Schoepff, 1792). Pp. 170-179 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (Eds.), Fauna d'Italia Reptilia. *Ed. Calderini de Il Sole 24 Ore SpA*, Bologna.
- FORCEY G.M., ANDERSON J.T., AMMER F.K. & WHITMORE R.C., 2006. Comparison of two double-observer point-count approaches for estimating breeding bird abundance. *J. Wildlife Manage.*, 70(6): 1674-1681.
- GRANT E.H.C., JUNG R.E., NICHOLS J.D. & HINES J.E., 2005. Double-observer approach to estimating egg mass abundance of pool-breeding amphibians. *Wetl. Ecol. Manag.*, 13: 305–320.
- KERY M., 2018. Identifiability in N-mixture models: a large-scale screening test with bird data. *Ecology*, 99: 281–288.
- KONEFF M.D., ROYLE J.A., OTTO M.C., WORTHAM J.S. & BIDWELL J.K., 2008. A double-observer method to estimate detection rate during aerial waterfowl surveys. *J. Wildlife Manage.*, 72: 1641–1649.
- LANGTIMM C.A., DORAZIO R.M., STITH B.M. & DOYLE T.J., 2011. New aerial survey and hierarchical model to estimate manatee abundance. *J. Wildlife Manage.*, 75: 399–412
- LOWE S., BROWNE M., BOUDJELAS S. & DE POORTER M., 2000. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species: a selection from the Global Invasive Species Database. *The Invasive Species Specialist Group (ISSG)-World Conservation Union (IUCN)*, 12 pp. [www.issg.org/booklet.pdf](http://www.issg.org/booklet.pdf).

- NICHOLS J. D., HINES J. H., SAUER J. R., FALLON F. W., FALLON J. E. & GEGLUND P. J., 2000. A Double-observer Approach for Estimating Detection Probability and Abundance from Point Counts. *Auk*, 117: 393–408.
- OTTONELLO D., ONETO F., CAPPELLINI G., BRAIDA L. & SALVIDIO S., 2017. Population structure and reproduction of red-eared slider *Trachemys scripta elegans* in Liguria (NW Italy). In: Menegon M., Rodriguez-Prieto A. & Deflorian M.C. (Eds.), Atti XI Congr. naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Ed.*, Pescara.
- POLO-CAVIA N., GONZALO A., LOPEZ P. & MARTIN J., 2010. Predator recognition of native but not invasive turtle predators by naïve anuran tadpoles. *Anim. Behav.*, 80: 461–466.
- ROMANO A., NOVAGA R. & COSTA A., 2016. Olim palus, where once upon a time the marsh: Distribution, demography, ecology and threats of amphibians in the Circeo National Park (Central Italy). *Acta Herpetol.*, 11(2): 197-212.
- ROMANO A., RONER L., COSTA A., SALVIDIO S., TRENTI M. & PEDRINI P., 2021. When no color pattern is available: Application of double observer methods to estimate population size of the Alpine salamander. *Arctic Antarctic Alpine Res.*, 53(1): 300-308. Doi:10.1080/15230430.2021.1994103.
- ROYLE J.A., 2004. N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. *Biometrics*, 60: 108–115.
- SALA O.E., CHAPIN III F.S., ARMESTO J.J., BERLOW R., BLOOMFIELD J., DIRZO R., HUBER-SANWALD E., HUENNEKE L.F., JACKSON R.B., KINZIG A., LEEMANS R., LODGE D., MOONEY H.A., OESTERHELD M., POFF N.L., SYKES M.T., WALKER B.H., WALKER M. & WALL D.H., 2000. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 10 (287/5459): 1770-1774.
- SHIROSE L.J., BISHOP C.A., GREEN D.M., MACDONALD C.J., BROOKS R.J. & HELEFERTY N.J., 1997. Validation tests of an amphibian call count survey technique in Ontario, Canada. *Herpetologica*, 53: 312–320.
- SOUTHWELL C., 1996. Estimation of population size and density when counts are incomplete. Pp 196–210 in: Wilson D.E., Russel C.F., Nichols J.D., Rudram R. & Foster M.S. (eds.), *Measuring and monitoring biological diversity - standard methods for mammals*. *Smiths. Inst. Press*, Washington, London.
- WILLIAMS B.K., NICHOLS J.D. & CONROY M.J., 2001. Analysis and management of animal populations. *Academic Press*, San Diego.
- VRTISKA M.P. & POWELL L.A., 2011. Estimates of duck breeding populations in the Nebraska sand-hills using double observer methodology. *Waterbirds*, 34: 96–101.

*Indirizzo degli autori* — A. ROMANO, CNR- IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la BioEconomia, Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma (I); email: antonioromano71@gmail.com; antonio.romano@ibe.cnr.it; R. NOVAGA, La Giovane Ecologia, Via Emilia SNC – 04018 Sezze (Latina, I); email: novagariccardo@gmail.com.



LUCA RONER, MATTEO TRENTI, SEBASTIANO SALVIDIO, ANDREA COSTA,  
PAOLO PEDRINI & ANTONIO ROMANO

IL MONITORAGGIO DELLA SALAMANDRA ALPINA  
*SALAMANDRA ATRA* IN TRENTINO: APPLICAZIONE E VALIDITÀ  
DEL METODO DEL DOPPIO OSSERVATORE  
IN DIVERSE CONDIZIONI METEOROLOGICHE

RIASSUNTO

Il monitoraggio delle popolazioni animali risulta di estrema importanza nella valutazione dello status di conservazione di una specie. Tuttavia le informazioni riguardo la diffusione e l'abbondanza di *Salamandra atra* in Italia appaiono piuttosto scarse a causa delle particolari caratteristiche morfologiche ed ecologiche della specie. I protocolli CMR (Cattura-Marcatura-Ricattura), ad oggi tra i metodi più solidi e affidabili nella stima dell'abbondanza di popolazione, risultano infatti di difficile applicazione per la sottospecie nominale della *Salamandra alpina*: l'assenza di un pattern di colorazione individuale rende impossibile ricostruire la "storia di cattura" di ogni individuo senza l'utilizzo di metodi di marcatura invasivi. In questo studio abbiamo applicato i modelli *multinomial N-mixture* ad una singola popolazione di *Salamandra atra* situata nel Parco di Paneveggio – Pale di San Martino. I dati sono stati raccolti attraverso un protocollo a doppio osservatore dipendente, nel corso di 3 giornate caratterizzate da diverse condizioni metereologiche. I nostri obiettivi sono stati: i) stimare l'abbondanza di popolazione attraverso un metodo speditivo e non invasivo, ii) testare tale metodologia in diverse condizioni metereologiche, iii) verificare la validità delle stime. Il metodo del doppio osservatore dipendente, applicato in adeguate condizioni metereologiche, si è dimostrato molto affidabile per la stima di abbondanza di popolazione, consentendo inoltre un'importante riduzione dello sforzo di campionamento nonché l'azzeramento dello stress sugli animali. Considerate le oggettive difficoltà nel monitoraggio della *Salamandra alpina*, l'impiego di questo protocollo di campionamento potrà contribuire in modo consistente alla conoscenza riguardo la distribuzione e l'abbondanza della specie, permettendo nel tempo una valutazione più ampia sullo stato di conservazione.

*Parole chiave.* Stima di abbondanza, Alpi, Anfibi, Doppio osservatore

SUMMARY

*Monitoring alpine salamander Salamandra atra in Trentino: application and validation of double observer method under different weather conditions.* Wild population monitoring has a pivotal role for



the evaluation of the conservation status of a species. However, information on *Salamandra atra* distribution and abundance in Italy is lacking due to the particular morphological and ecological characteristics of this species. CMR (Capture-Mark-Recapture) protocols are nowadays the most robust and reliable methods for abundance estimation. Nevertheless, CMR methods are difficult to apply to the Alpine salamander nominal subspecies: tracing the encounter history of individuals without invasive marking methods is impossible because of the absence of an individual colour pattern. In this research we studied a single *Salamandra atra* population located in Paneveggio – Pale di San Martino Natural Park. We applied multinomial N-mixture models on data collected during three sessions, characterized by different weather conditions, using a dependent double-observer approach. Our aims were: i) to estimate population abundance and density using a less-effort and non-stressful technique, ii) to test this method under different weather conditions, iii) to verify the new method reliability. Double observer approach, applied under proper weather conditions, resulted to be a cost-effective technique that provided reliable demographic estimates of population density, also preventing any possible stress on animals. The enforcement of this monitoring protocol will significantly improve the knowledge of the Alpine salamander distribution and abundance, leading to a better evaluation of conservation status.

*Key words.* Abundance estimation, Alps, Amphibians, Double observer

## INTRODUZIONE

Il monitoraggio delle popolazioni di animali selvatici risulta di fondamentale importanza per determinarne lo stato di conservazione e valutare l'efficacia nel tempo delle misure intraprese (Yoccoz *et al.*, 2001; Witmer, 2005). I metodi basati sul protocollo di Cattura-Marcatura-Ricattura (CMR) sono considerati i più solidi per la stima di abbondanza di una popolazione (Williams *et al.*, 2002): il riconoscimento di ogni animale è un fattore di fondamentale importanza per tale metodologia poiché la stima della popolazione è fondata sulla “storia di cattura” di ogni individuo (Costa *et al.*, 2020). Il riconoscimento individuale può essere effettuato tramite la marcatura di ogni individuo attraverso l'utilizzo di tecniche più o meno invasive che tuttavia possono avere conseguenze negative inattese sugli animali (Saraux *et al.*, 2011). Nelle situazioni nelle quali è preferibile non utilizzare metodi di marcatura e la specie non presenta un *pattern* individuale distintivo può essere utilizzato il metodo degli osservatori multipli (MO = *Multiple Observer*) (Tab. 16 in Southwell, 1996). Tale approccio prevede l'avvistamento e la registrazione degli animali da parte di due o più osservatori in modo tale da suddividere gli avvistamenti di ciascun operatore. Recentemente i dati raccolti attraverso il protocollo MO e analizzati tramite modelli *multinomial N-mixture* sono stati utilizzati con successo per stimare l'abbondanza della popolazione di *Speleomantes strinatii* (Allen 1958) (Costa *et al.*, 2020). In questo studio abbiamo analizzato, attraverso i modelli *multinomial N-mixture*, i dati raccolti utilizzando un approccio a doppio osservatore dipendente (DOD) per la stima della densità e dell'abbondanza di una popolazione di *Salamandra alpina* (*Salamandra atra*, Laurenti 1768). I dati riguardo l'abbon-



danza delle popolazioni italiane di *Salamandra atra* sono ad oggi piuttosto scarsi (LANZA *et al.*, 2007). Tale mancanza è una diretta conseguenza delle peculiari caratteristiche morfologiche ed ecologiche della specie: la *Salamandra alpina* è attiva principalmente durante la notte e in seguito a condizioni meteorologiche adeguate (pioggia o elevata umidità). Le condizioni meteorologiche e l'orario rappresentano quindi due fattori limitanti per un monitoraggio efficace in condizioni di massima *detection probability*. Ad oggi le stime dell'abbondanza di popolazioni di *Salamandra atra* sono state effettuate utilizzando protocolli che prevedevano una marcatura invasiva (LUISELLI *et al.*, 2001; HELFER *et al.*, 2012) o un importante sforzo di campionamento (ROMANO *et al.*, 2018). L'utilizzo del protocollo DOD, associato all'analisi tramite modelli *multinomial N-mixture*, ha quindi lo scopo di testare e validare un metodo speditivo che non necessita inoltre di nessun metodo di marcatura né della manipolazione delle salamandre. Il metodo è stato testato all'interno della stessa area in diverse giornate caratterizzate da differenti condizioni meteorologiche: l'obiettivo è stato quello di valutare l'influenza delle condizioni climatiche sulla probabilità di contattare le salamandre e quindi sull'affidabilità delle stime di popolazione ottenute.

## MATERIALI E METODI

### *La salamandra alpina*

La *Salamandra alpina Salamandra atra* Laurenti, 1768 è un anfibio urodelo completamente terrestre rappresentato da 4 sottospecie, 3 delle quali sono presenti in Italia. Lo studio è stato condotto sulla sottospecie nominale *Salamandra atra atra*, la più diffusa, con una distribuzione che si estende dalle Alpi Centrali fino alle Alpi Dinariche (SILLERO *et al.*, 2014). In Italia la *Salamandra alpina* frequenta boschi a prevalenza di faggio *Fagus sylvatica* o conifere (*Abies alba*, *Picea abies*), arbusteti a pino mugo o ontano verde, praterie altomontane e substrati rupestri come macereti e falde detritiche (BONATO *et al.*, 2007). Diversamente dalle altre sottospecie italiane, *S. atra atra* è caratterizzata da una livrea completamente nera, una particolarità che ne impedisce la distinzione individuale basata sui pattern di colorazione. L'attività annuale è di norma concentrata nei mesi più caldi (da aprile ad ottobre), mentre durante quelli invernali le salamandre rimangono inattive (KLEWEN, 1988).

### *Area di studio e disegno di campionamento*

L'area oggetto di studio è localizzata nel Parco di Paneveggio – Pale di San Martino (Trentino-Alto Adige, Italia). L'habitat è caratterizzato da ambienti aperti (pascoli, praterie e aree rocciose) con boschi di conifere dominati da abete bianco *Picea abies* e abete rosso *Larix decidua*. Il sito selezionato

è situato a 1900 metri s.l.m. nei pressi di Malga Venegiota (Fig. 1) lungo il sentiero 749. Sul versante esposto a S-W è stato predisposto un transetto di 300 metri suddiviso in 30 sub-transetti da 10 metri con larghezza variabile corrispondente a quella del sentiero, identificati singolarmente tramite paletti etichettati con un numero progressivo. Il transetto aveva una larghezza compresa tra 1 e 7 m rilevata sul campo, corrispondente alla larghezza del sentiero stesso. I campionamenti sono stati effettuati tramite il metodo del DOD.

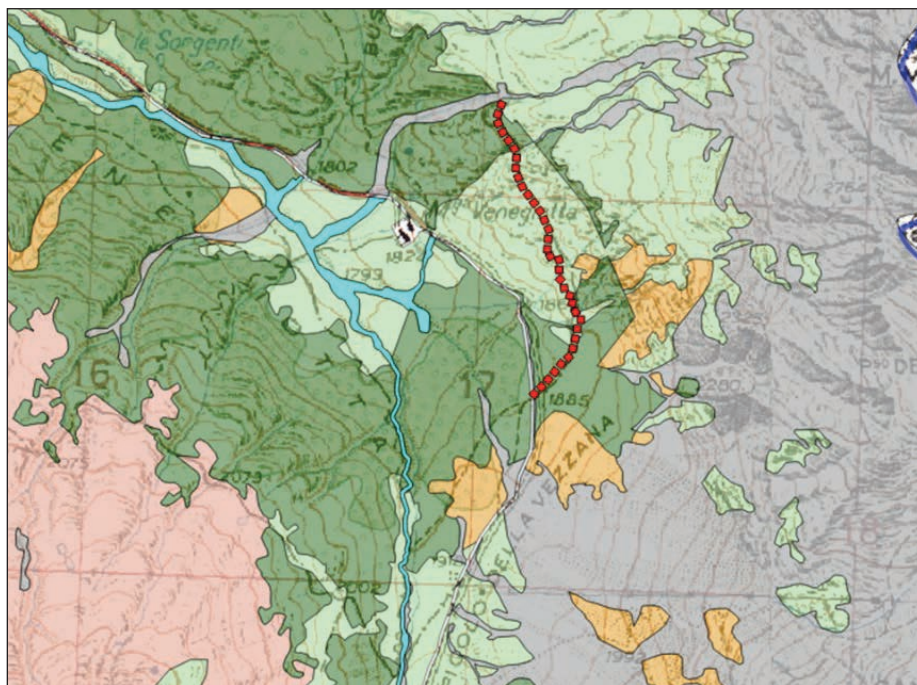


Fig. 1 — Transetto di Malga Venegiota – Sentiero 749. Pallini = transetto monitorato; grigio = rocce nude; verde chiaro = aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota; verde scuro = Boschi di Conifere; celeste = boschi misti; ocra = arbusti e mugheti; marrone = Rupì boscate; rosa = brughiere e cespuglieti/Transect of Malga Venegiota - Path 749. Dots = monitored transect; grey = bare rocks; light green = natural pasture areas and high altitude grasslands; dark green = Coniferous Woods; light blue = mixed woods; ochreous = shrubs and lily-of-the-valley; brown = Wooded cliffs; pink = heaths and bushes.

Il transetto è stato percorso in contemporanea da due operatori che ad ogni sub-transetto hanno alternato la loro posizione (1 e 2). Il compito dell'operatore in posizione 1 era quello di contare e segnalare all'osservatore in posizione 2 gli individui avvistati, mentre quest'ultimo si è occupato di rilevare le salamandre da lui avvistate e sfuggite all'osservatore in posizione 1.

Ogni sessione è stata svolta in un tempo compreso tra i 30 e i 45 minuti. I dati raccolti nel corso delle tre sessioni sono stati analizzati tramite il software DOBSERV (NICHOLS *et al.*, 2000) utilizzando l'opzione per osservatori dipendenti. Le stime di probabilità di rilevamento ( $p = \textit{detection probability}$ ) sono state calcolate in base a due modelli:  $P(.,.)$  in cui la *detection probability* è uguale per entrambi gli osservatori e  $P(.,I)$  in cui la *detection probability* risulta diversa tra gli osservatori. Il programma sceglierà automaticamente il modello migliore in base ai calcoli effettuati per la *detection probability* dei singoli operatori.

## RISULTATI

### *Misurazioni e conteggi*

Sono stati effettuati un totale di tre campionamenti in altrettante giornate (24-28-29/08/2020), caratterizzate da condizioni meteo differenti (24/08= pioggia leggera/grandine, 28/08= pioggia e in seguito temporale, 29/08= post temporale e post pioggia abbondante). Le salamandre conteggiate nello stesso transetto nelle diverse giornate variano da un minimo di 13 ad un massimo di 63 individui (Tab. 1), con un andamento che risulta altamente subordinato alle condizioni meteorologiche. Mentre infatti il numero di individui contattati in seguito a piogge scarse (24/08) o durante precipitazioni abbondanti (29/08) è risultato simile, è stata riscontrata un'abbondanza nettamente maggiore nel rilievo effettuato dopo abbondanti precipitazioni (29/08).

La rilevazione della larghezza di ogni sub-transetto ha permesso di calcolare esattamente l'area campionata che corrisponde a 1170 m<sup>2</sup>.

**Tab. 1.**

Individui di *Salamandra atra* conteggiati nel sito di Malga Venegiota in tre diverse sessioni.

Vengono riportati anche l'orario di inizio della sessione (durata 45 min.)

e le condizioni meteo di operatività.

*Salamandra atra individuals counted on the Malga Venegiota site in three different sessions.*

*The session start time (duration 45 min.) and the operating weather conditions are also reported.*

<b>Data</b>	<b>Individui</b>	<b>Ora</b>	<b>Meteo</b>
24/08/2020	13	21:00	Pioggia leggera/grandine
28/08/2020	17	21:00	Pioggia/temporale
29/08/2020	63	01:00	Post pioggia abbondante

### *Stime demografiche*

Le stime demografiche ottenute per le diverse sessioni variano da 14 a 64 individui per il campionamento migliore, effettuato il 29 agosto. Dalle anali-

si si evidenzia una *detection probability* ( $p$ ) piuttosto alta, il che rende le stime molto prossime al numero totale di conteggi con range abbastanza ristretti (Tab. 2). La differenza nelle stime della popolazione di animali “disponibili” durante il campionamento nelle tre diverse sessioni appare molto evidente, con un abbassamento della *detection probability* nelle sessioni con numerosità di individui ridotta (che rimane comunque piuttosto alta) ed intervalli di confidenza di maggior ampiezza. In particolare mentre gli intervalli di confidenza tra la prima (24/08) e la seconda sessione (28/08) si sovrappongono, non mostrando quindi differenze apprezzabili nelle stime, nella terza sessione (29/08), effettuata nelle condizioni meteo più idonee, la stima ottenuta differisce in modo significativo da quella calcolata nelle prime due sessioni.

**Tab. 2.**

Stime demografiche ( $N$ ), *detection probability* ( $P$ ) e miglior modello stimatore (Mod.), per una popolazione di *Salamandra atra* nel sito di Malga Venegiota, calcolate in base ai conteggi ( $X$  = numero totale di individui osservati) con il metodo del DOD effettuati in tre giornate con condizioni meteo differenti. Modelli: P (,..) -> uguale *detection probability* tra gli osservatori; P (.,I) -> diversa *detection probability* tra gli osservatori.

*Demographic estimates* ( $N$ ), *detection probability* ( $P$ ) and best estimator model (Mod.), or a population of *Salamandra atra* in the Malga Venegiota site, calculated on the basis of the counts ( $X$  = total number of individuals observed) with the method of DOD carried out in three days with different weather conditions. Models: P (,..) -> equal *detection probability* among observers; P (., I) -> different *detection probability* among observers

Data	X	P	S.E. (P)	N	S.E. (N)	I.C. 95% (Chao)	Mod.	Densità 1000 m <sup>2</sup>
24/08/2020	13	0.9100	0.1185	<b>14.29</b>	2.21	13.13 – 25.79	P (,..)	14.1
28/08/2020	17	0.9053	0.1083	<b>18.78</b>	2.65	17.21 – 31.80	P (,..)	18.3
29/08/2020	63	0.9882	0.0129	<b>63.75</b>	1.21	63.08 – 69.87	P (.,I)	55.5

## DISCUSSIONE

I protocolli *Double Observer* sono stati storicamente applicati ad animali grandi e vistosi con un’alta *detection probability* e solo recentemente tali protocolli sono stati utilizzati anche per gli anfibi (COSTA *et al.*, 2020). Per comprendere l’affidabilità del metodo del DOD nel monitoraggio della Salamandra alpina è utile il confronto con una stima pregressa per lo stesso sito di rilievo, effettuata con il metodo del *Removal* da ROMANO *et al.* (2018), pari a 47 individui/1000 m<sup>2</sup> (95% C.I.= 31-63). Mentre le stime effettuate nelle prime due sessioni (24/08, 28/08) risultano significativamente diverse (rispettivamente 14 ind./1000 m<sup>2</sup>, range 13-25; 18 ind./1000 m<sup>2</sup>, range 17-32), quella effettuata nella terza sessione (29/08) presenta invece valori per-

fettamente comparabili (55 ind./1000 m<sup>2</sup>, range 63-70). Sebbene i dati siano stati raccolti in anni diversi (2017/2020) non esistono evidenze apprezzabili o altre ragioni per presumere importanti cambiamenti dell'habitat in oggetto o della popolazione studiata. Pertanto, considerando i risultati ottenuti nel terzo campionamento, i due metodi risultano in buon accordo, rendendo corretto considerare il protocollo del DOD come perfettamente adeguato al monitoraggio della Salamandra alpina. È tuttavia importante considerare l'influenza delle condizioni meteorologiche. Le prime due sessioni, effettuate in condizioni meteo sub-ottimali (24/08 = pioggia leggera, 28/08 = nel corso di un temporale), hanno portato infatti ad una stima della popolazione significativamente diversa da quella ottenuta con il metodo della rimozione nel 2017. Dal momento che nel protocollo DOD i dati vengono raccolti nel corso di una singola sessione, l'analisi fornisce una stima istantanea della popolazione disponibile. I classici protocolli CMR prevedono invece una raccolta dati estesa su più sessioni che, quindi, andrà ad includere anche quelle frazioni della popolazione che non sono disponibili durante i precedenti campionamenti. Appare quindi evidente che il metodo del DOD, per ottenere stime di popolazioni solide e affidabili, debba essere applicato in condizioni ottimali per la specie (notte e post pioggia abbondante): nelle giuste condizioni tale metodologia si è dimostrata molto efficace nella stima di popolazione di *Salamandra atra*, con una *detection probability* molto alta ( $p > 0.9$ ) che ha permesso di effettuare stime di abbondanza robuste, con intervalli di confidenza ridotti e in accordo con le precedenti stime effettuate attraverso solide metodologie. Nonostante il chiaro svantaggio nell'operare di notte e in condizioni climatiche piovose, il protocollo testato consente di ridurre in modo significativo lo sforzo di campionamento, permettendo il monitoraggio contemporaneo di più siti nelle stesse condizioni ambientali. Inoltre, a differenza dei classici metodi CMR, viene evitato qualsiasi stress alle salamandre, non rendendosi necessario il marcaggio individuale o la manipolazione diretta. Considerate le oggettive difficoltà nel monitoraggio di una specie monocromatica, criptica ed elusiva come *Salamandra atra*, l'applicazione del metodo DOD, risultato affidabile e a basso sforzo, potrà contribuire in modo consistente alla conoscenza riguardo la distribuzione e l'abbondanza di questa specie all'interno del territorio italiano, ad oggi ancora piuttosto scarsa.

*Ringraziamenti* — Il presente studio è stato supportato dal Servizio Aree Protette e Sviluppo Sostenibile PAT (Piano di monitoraggio fauna vertebrata Direttiva Habitat; Progetto LIFE11/NAT/IT/000187 "TEN"—Trentino Ecological Network) e dal Parco di Paneveggio - Pale di San Martino. Vogliamo ringraziare il Coordinatore Tecnico Piergiovanni Partel, il Direttore Vittorio Ducoli e il Guardiaparco Gilberto Volcan. Ringraziamo inoltre Rachele Gobbi che ha contribuito alla raccolta dati.



## BIBLIOGRAFIA

- BONATO L., FRACASSO G. & LUISELLI L., 2007. *Salamandra atra* Laurenti, 1768. Pp. 197-211 in Lanza B., Andreone F., Bologna M.A., Corti C. & Razzetti E., 2007. Fauna d'Italia. XLII. Amphibia. *Calderini*, Bologna.
- COSTA A., ROMANO A. & SALVIDIO S., 2020. Reliability of multinomial N-mixture models for estimating abundance of small terrestrial vertebrates. *Biodiver. Conserv.*, 29: 2951-2965.
- HELPER V., BROQUET T. & FUMAGALLI L., 2012. Sex-specific estimates of dispersal show female philopatry and male dispersal in a promiscuous amphibian, the alpine salamander (*Salamandra atra*). *Mol. Ecol.*, 21: 4706-4720.
- KLEWEN R., 1988. Die Land salamander Europas 1: Die Gattungen Salamandra und Mertensiella. *Die Neue Brehm-Bücherei* 584. *Ziemsen Verlag*, Wittenberg Lutherstadt.
- LUISELLI L., ANDREONE F., CAPIZZI D. & ANIBALDI C., 2001. Body size, population structure and fecundity traits of a *Salamandra atra atra* (Amphibia, Urodela, Salamandridae) population from the northeastern Italian Alps. *Ital. J. Zool.*, 68: 125-130.
- NICHOLS J.D., HINES J.E., SAUER J.R., FALLON F., FALLON J. & HEGLUND P.J., 2000. A double-observer approach for estimating detection probability and abundance from avian point counts. *Auk*, 117: 393-408.
- ROMANO A., ANDERLE M., FORTI A., PARTEL P. & PEDRINI P., 2018. Population density, sex ratio and body size in a population of *Salamandra atra atra* on the Dolomites. *Acta Herpetol.*, 13: 195-199.
- SARAUX C., LE BOHEC C., DURANT J.M., VIBLANC V.A., GAUTHIER-CLERC M., BEAUNE M., PARK J., YOCOZO N.G., STENSETH N.C. & LE MAHO Y., 2011. Reliability of flipper-banded penguins as indicators of climate change. *Nature*, 469: 203-206.
- SILLERO N., CAMPOS J., BONARDI A., CORTI C., CREEMERS R., CROCHET P.A., CRNOBRNJA ISAILOVIC J., DENOËL M., FICETOLA G.F., GONÇALVES J., KUZMIN S., LYMBERAKIS P., DE POUS P., RODRÍGUEZ A., SINDACO R., SPEYBROECK J., TOXOPEUS B., VIEITES D.R. & VENCES M., 2014. Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, 35: 1-31.
- SOUTHWELL C., 1996. Estimation of population size and density when counts are incomplete. Pp 196-210 in: Wilson D.E., Russel C.F., Nichols J.D., Rudram R. & Foster M.S. (eds.), *Measuring and monitoring biological diversity—standard methods for mammals*. *Smiths. Inst. Press*, Washington, London.
- WILLIAMS B.K., NICHOLS J.D. & CONROY M.J., 2002. Analysis and management of animal populations: Modelling, Estimation and Decision-Making. *Academic Press*, Cambridge.
- WITMER G.W., 2005. Wildlife population monitoring: Some practical considerations. *Wildlife Res.*, 32(3): 259-263.
- YOCOZO N.G., NICHOLS J.D. & BOULINIER T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends Ecol. Evol.*, 16: 446-453.

*Addresses of the authors* — L. RONER, M. TRENTI, P. PEDRINI, A. ROMANO, MUSE - Museo delle Scienze, Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Corso del Lavoro e della Scienza, 3 - 38122 Trento (I); S. SALVIDIO, A. COSTA, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università degli Studi di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova (I); L. RONER, A. ROMANO, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per la BioEconomia, Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790596>

GIACOMO ROSA, SEBASTIANO SALVIDIO, JULIEN RENET, ANTONIO ROMANO,  
LUCA RONER & ANDREA COSTA

## IS TAIL A GOOD PROXY FOR ESTIMATING INDIVIDUAL BODY CONDITION IN SALAMANDERS?

### SUMMARY

Body condition indexes (BCIs) are useful tools to estimate body fat mass in animals. These methods are various and widely employed with different taxa, despite some inherent limitations. Recently, tail width has been used to estimate body condition in salamanders. Since this organ represents an important site of fat storage, variation of tail width should reflect changes of salamanders' body condition. However, this approach presents some constraints and must be validated. For this reason, we calculated a scaled measure of tail width for six Mediterranean taxa of salamanders, comparing it with the related Scaled Mass Index (SMI), which has proven to be a very reliable body condition estimator for amphibians. We found that tail width can be used as a BCI proxy only in some salamander species, while in others this measure is mostly influenced by the ecological and sexual traits of individuals, rather than their physiological status.

*Key words.* Body condition index, ecological traits, salamanders, tail width

### RIASSUNTO

*La coda è un buon stimatore della condizione corporea individuale nelle salamandre?* Gli indici di condizione corporea rappresentano uno strumento utile per stimare il grasso corporeo negli animali. Questi metodi sono molteplici e, nonostante alcune limitazioni, largamente utilizzati. Recentemente, la larghezza della coda è stata usata per stimare la condizione corporea nelle salamandre. Dato che questo organo rappresenta un importante sito di stoccaggio dei lipidi, le variazioni della sua larghezza dovrebbero riflettere la quantità di riserve energetiche presenti negli urodeli. Questo approccio, tuttavia, possiede alcuni limiti e necessita di una validazione. Per questo motivo abbiamo calcolato una misura scalare della larghezza della coda per sei taxa di salamandre mediterranee, raffrontandola al corrispettivo Indice di Massa Scalare, che si è dimostrato essere un ottimo stimatore della condizione corporea per gli anfibi. I nostri risultati mostrano che la larghezza della coda può



essere usata come indicatore della condizione corporea solo per alcune specie di salamandre, mentre in altre questo parametro è influenzato soprattutto dalle caratteristiche ecologiche e sessuali degli individui, piuttosto che dalla loro condizione fisica.

*Parole chiave.* Indice di condizione corporea, aspetti ecologici, salamandre, larghezza della coda

## INTRODUZIONE

In salamanders, the tail is mainly composed of trophic muscle and fat and represents a storage organ of lipids, which could be used during hibernation, droughts period, reproduction, or metamorphosis (POND, 2011). Consequently, changes in tail width (TW), should reflect changes in lipid and/or protein content (FRASER, 1980). Recently, the measure of TW has been employed, without being validated as a BCI of *Eurycea sosorum* and *E. tonkawae* (BENDIK & GLUESENKAMP, 2013; PIERCE & GONZALEZ, 2019; NISSEN & BENDIK, 2020).

To evaluate the reliability of tail width as BCI in salamanders, we calculated individuals' TW, related to snout-vent-length (SVL), in six salamanders' taxa. However, the methodology possesses inherent issues since TW could be influenced by multiple factors (e.g. ecological constraints, reproductive strategy and anatomical structure). Therefore, we related this measure to the Scaled Mass Index (SMI), a BCI which is based on the relationship between body mass and a linear predictor of body size, taking into consideration measurement error and accounting for allometric growth (PEIG & GREEN, 2009). The SMI reliably predicts body fat in many animals and specifically in salamanders (MCCRACKEN & STEBBINGS, 2012).

## MATERIAL AND METHODS

We randomly selected 345 individuals of *Salamandrina perspicillata*, *Salamandra atra*, *Salamandra atra aurorae*, *Speleomantes imperialis*, *Euproctus montanus* and *Triturus cristatus*. All individuals were weighted with a digital scale (precision 0.01g), while SVL and TW were estimated using digital images of the ventral side of animals, taken against a reference ruler and imported in software ImageJ. This approach has several advantages as it provides good data quality, with minimal stress for animals (LUNGI *et al.*, 2020).

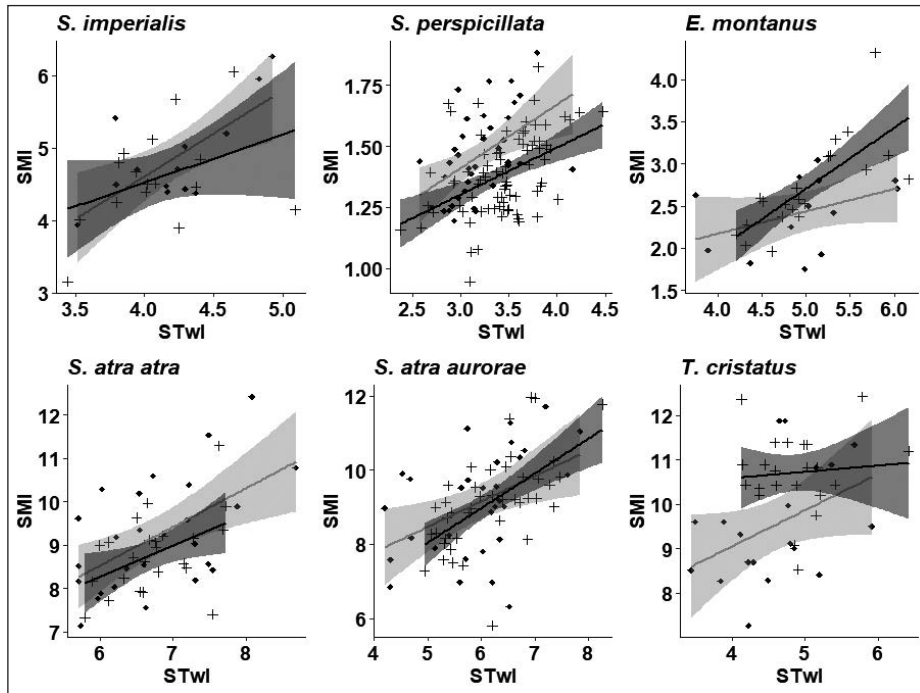
Permits for temporary capture were issued by: Italian Ministry of Environment (Prot. 10210/PNM of 21/05/2015) and Sardinia Region (Det. 14951 N 465 of 01/07/2015) for *S. imperialis*; Italian Ministry of Environment (Prot. PNM-II-2012- 0015691; PNM-EU-2017-005370; PNM-EU-2017-005370) for *S. perspicillata*, *S. atra atra* and *S. a. aurorae*, respectively; Prefecture of Haute Corse (2B-2018-01-92-004) for *E. montanus*, and Prefect Bouches-du-Rhône (2010 252-0001) for *T. cristatus*.

In order to compare SMI to TW, we calculated a scaled measure of tail width (STwI), by relating TW (measured immediately after the cloaca region), instead of body mass, with SVL. We used a linear regression, for all species and sex separately, to investigate if there was a relationship between SMI and STwI, assuming the latter as a predictor of the former.

Furthermore, we used ANCOVA to test for variation in those taxa where slopes between sexes did not differ.

RESULTS AND DISCUSSION

The relationship of linear regression between SMI and STwI was significant for both sexes in *S. perspicillata* ( $p_M < 0.001$  and  $p_F = 0.002$ ), *S. atra* ( $p_M = 0.026$  and  $p_F = 0.003$ ) and *S. a. aurorae* ( $p_M < 0.001$  and  $p_F = 0.011$ ). In *S. imperialis* and *E. montanus* slope of the regression model was significant only for females ( $p_F = 0.006$ ) and males ( $p_M < 0.001$ ) respectively, while it was not significant for neither sex in *T. cristatus* (Fig. 1).



*Fig. 1* — Scatterplots representing the relationship between SMI and STwI for six salamander taxa, divided by sex. Sexes are coded by colours and dots shape, as follows: light grey and diamond=females, dark grey and cross = males.

The ANCOVA highlighted a significant difference in slope between *S. perspicillata* and the two subspecies of *S. atra* ( $p < 0.001$ ), while no significant differences in slope were found between the two alpine salamanders.

Since tail width can be subjected to a wide range of biological and ecological processes, we do not recommend employing tail as a proxy of body condition without a validation by using a conventional method for estimate lipid content. This measure may be an indicator of body condition only for those species where tail is not involved in environmental or reproductive specializations.

#### REFERENCES

- BENDIK N.F. & GLUESENKAMP A.G., 2013. Body length shrinkage in an endangered amphibian is associated with drought. *J. Zool.*, 290: 35-41.
- FRASER D., 1980. On the environmental control of oocyte maturation in a plethodontid salamander. *Oecologia*, 46: 302-307.
- LUNGI E., GIACHELLO S., MANENTI R., ZHAO Y., CORTI C., FICETOLA G.F. & BRADLEY J.G., 2020. The post hoc measurement as a safe and reliable method to age and size plethodontid salamanders. *Ecol. Evol.*, 10: 11111-11116.
- MCCRACKEN J.G. & STEBBINGS J.L., 2012. Test of a body condition index with amphibians. *J. Herpetol.*, 46: 346-350.
- NISSSEN B.D. & BENDIK N.F., 2020. Effects of Season, Gravidity, and Streamflow on Body Condition from Tail Width in Two Federally Listed Salamanders, *Eurycea sosorum* and *E. tonkawae*. *Herpetologica*, 76: 375-382.
- PEIG J. & GREEN A.J., 2009. New perspectives for estimating body condition from mass/length data: the scaled mass index as an alternative. *Oikos*, 118: 1883-1891.
- PIERCE A.B. & GONZALEZ D.R., 2019. Frequency and Ecology of Tail Loss in Populations of the Georgetown Salamander (*Eurycea naufragia*). *J. Herpetol.*, 53: 81-86.
- POND C.M., 2011. Ecology of storage and allocation of resources: animals. eLS. *John Wiley & Sons*, Ltd, Chichester.

*Addresses of the authors* — G. ROSA, S. SALVIDIO, A. COSTA, University of Genova, Department of Earth, Environment and Life Sciences (DISTAV), Corso Europa, 26 – 16166 Genova (I); J. RENET, Conservatoire d'espaces naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Pôle Biodiversité régionale, 18 avenue du Gand, Sisteron (France); A. ROMANO, Italian National Research Council (CNR), Institute of Bioeconomy – Biology, Agriculture and Food Sciences Department (IBE), Via dei Taurini, 19 – 00185 Roma (I); A. ROMANO, L. RONER, MUSE - Museo delle Scienze, Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Corso del Lavoro e della Scienza, 3 – 38121 Trento (I).

ROBERTO SACCHI, MARCO MANGIACOTTI, STEFANO SCALI, MARCO ZUFFI,  
MATTEO RICCIA, ALAN JIOELE COLADONATO & FEDERICO STORNIOLO

CORRELATED SEASONAL VARIATIONS OF COLOUR  
AND CHEMICAL SIGNALS SUPPORT THE OCCURRENCE  
OF A MULTI-CHANNEL SYSTEM OF COMMUNICATION  
IN THE ITALIAN WALL LIZARDS *PODARCIS SICULUS*

SUMMARY

The signals animals use in intraspecific communication are usually extremely conspicuous because they serve to convey honest information about their quality in order to maximize their mating success. Precisely because they are flashy, communication signals tend to increase the possibility of being detected by predators, leading to a reduction of individual fitness. There are different evolutionary solutions to solve this trade-off between the opposing requirements of camouflage and communication, including multi-channel signal systems, in which information is encoded in more than one type of signal. In the March-October 2019 period we characterized the dorsal colouration and the structure of the proteins of the femoral secretions in a sample of 228 male Italian wall lizards captured at the Certosa di Calci (Pi). The results of the analyses support the hypothesis that color and secretions may be part of a multi-channel communication system.

*Key words.* Intraspecific communication, visual signals, chemical signals, seasonal variation.

RIASSUNTO

*Le variazioni correlate stagionali di colore e segnale chimico supportano la presenza di un sistema di comunicazione multicanale nella Lucertola campestre Podarcis siculus.* I segnali che gli animali utilizzano nella comunicazione intraspecifica sono estremamente appariscenti perché servono per trasmettere informazioni oneste sulla propria qualità al fine di massimizzare il proprio successo di accoppiamento. Proprio perché appariscenti, i segnali comunicativi tendono ad aumentare la possibilità di essere rilevati dai predatori con una conseguente riduzione della fitness. Le soluzioni evolutive per risolvere questo trade-off tra le opposte esigenze di mimetizzazione e comunicazione sono diverse e comprendono anche i sistemi di segnale multicanale. Nel periodo marzo-ottobre 2019 abbiamo caratterizzato la colorazione dorsale e la struttura delle proteine delle secrezioni femorali in un campione di 228 maschi di lucertola campestre catturati presso la Certosa di Calci (Pi). I risul-

tati delle analisi supportano l'ipotesi che colore e secreti possano essere parte di un sistema di comunicazione multicanale.

*Parole chiave.* Comunicazione intraspecifica, segnali visivi, segnali chimici, variazioni stagionali.

## INTRODUZIONE

Research on animal signals has been carried out intensively in recent decades and is now a rapidly-growing interdisciplinary branch of zoology that involves a wide variety of biological sectors including genetics, developmental biology, reproductive biology and feeding ecology. The evolution of intra-specific signals is most often the result of the interaction between contrasting pressures rather than the outcome of one single factor (ENDLER, 1981). Indeed, individual signals involved in intraspecific communication are normally extremely conspicuous in order to convey honest information on the quality of the sender and serve both to fight off competing males and to attract mating partners. In contrast, conspicuous signals tend to increase the chance of being detected by predators, causing fitness reduction. Evolutionary solutions for reconciling the competing requirements of camouflage and communication include signal partitioning, signal resolution, signalling behaviour, or seasonal variation in signalling. A further solution is offered by multi-channel signal systems, in which information is coded in more than one type of signal (e.g., visual and chemical signals) in order to optimize the probability the receiver would be able to detect the information given the costs associated with each communication channel. Reptiles, notably lizards, offer an ideal model to check multi-channel signalling, as both visual and chemical signals are contemporaneously used for intraspecific communication in most species. A recent study (PELLITTERI-ROSA *et al.*, 2020) described seasonal variation in dorsal colouration of the Italian wall Lizards *Podarcis siculus* and related it to the background colour of vegetation, supporting the hypothesis that the green dorsal colouration in this species has a primary role in camouflage. However, a second study on the same species (STORNILO *et al.*, 2021) clearly demonstrated that the green colouration in males is more saturated and brilliant than in females, and the intensity of colouration peaks during the breeding season, supporting the hypothesis that green colouration in males plays a primary role in intra- and intersexual communication. In this study we compared the seasonal patterns of dorsal colouration and chemical signals of femoral pores in order to understand if colour and chemicals might be part of a multi-channel system of communication in this species.

## MATERIALS & METHODS

Data were collected from March to October 2019 in Calci (Tuscany, 43°43' N, 10°31' E), and 228 males were captured by noosing (Aut. PNM 0004217/2017), measured (SVL) and photographed adjacent to a Gretag-MacBeth Mini ColorChecker chart (24 colour references, 5.7 cm × 8.25 cm) in a 44 × 44 cm lightbox illuminated with two daylight 22 W circular neon tubes (Reporter 55100 Studio-kit). Each digital image was processed according to SACCHI *et al.* (2013). Femoral pore secretions were collected from individuals each month and analysed for protein composition following MANGIACOTTI *et al.* (2019).

### *Analyses*

Both colour and chemical data were summarized using a Principal Component analysis (PCA) and the scores of the first PCs were used as the dependent variable in statistical models. Seasonal variation was analysed through random intercept linear mixed models (LMM) including a single component cosinor function to model the effect of season. LMMs were fit in a Bayesian analytical framework available in the package JAGS 4.3.0 (<http://mcmc-jags.sourceforge.net/>), using flat priors for coefficients and intercept ( $\mu = 0$  and  $\sigma = 0.001$ ), and uninformative half-Cauchy priors ( $x_0 = 0$ ,  $\gamma = 25$ ) for both error and random effect.

## RESULTS

Results confirmed the seasonal pattern of variation of hue saturation and brightness observed in previous studies, with a peak between mid-February and late March. The analyses of the protein showed that the ensemble of protein clusters remained constant throughout the season, while changing its relative expression. Notably, the central region (29-50 KDa) decreased expression and the low-molecular weight region (< 29 KDa) and the region around 60 KDa did not vary, whereas two distinct bands in the high-molecular weight region (> 65 KDa) were expressed maximally later in the season.

## DISCUSSION

Our data show the occurrence of a clear correlation between seasonal pattern of expression of the green dorsal colouration and pore secretions in male Italian wall lizards, and support the hypothesis that colouration and chemical

secretions could be part of a multi-channel system of communication in this species.

## REFERENCES

- ENDLER J.A., 1981. An overview of the relationships between mimicry and crypsis. *Biol. J. Linn. Soc.*, 16: 25–29.
- MANGIACOTTI M., PEZZI S., FUMAGALLI M., COLADONATO A.J., D’ETTORE P., LEROY C., BONNET X., ZUFFI M.A.L., SCALI S. & SACCHI R., 2019. Seasonal variations in femoral gland secretions reveals some unexpected correlations between protein and lipid components in a lacertid lizard. *J. Chem. Ecol.*, 45: 673–683.
- PELLITTERI-ROSA D., GAZZOLA A., TODISCO S., MASTROPASQUA F. & LIUZZI C., 2020. Lizard colour plasticity tracks background seasonal changes. *Biol. Open*, 9: bio052415.
- SACCHI R., PELLITTERI-ROSA D., BELLATI A., DI PAOLI A., GHITTI M., SCALI S., GALEOTTI P. & FASOLA M., 2013. Colour variation in the polymorphic common wall lizard (*Podarcis muralis*): Analysis using the RGB colour system. *Zool. Anz.*, 252: 431–439.
- STORNILO F., ZUFFI M.A.L., COLADONATO A.J., DI VOZZO L., GIGLIO G., GINI A.E., LEONETTI F., LUCCINI S., MANGIACOTTI M., SCALI S., ABATE F., SPERONE E., TATINI I. & SACCHI R., 2021. Patterns of variations in dorsal colouration of the Italian wall lizard *Podarcis siculus*. *Biol. Open*, 10(10): bio058793.

*Addresses of the authors* — R. SACCHI, M. MANGIACOTTI, M. RICCIA, A.J. COLADONATO, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, Via Taramelli, 24 - 27100 Pavia (I); M. MANGIACOTTI, S. SCALI, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia, 55 - 20121 Milano (I); M. ZUFFI, F. STORNILO, Museo di Storia Naturale e del Territorio, Università di Pisa, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I).



Naturalista sicil., S. IV, XLVI (1), 2022, pp. 377-380

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790614>

SEBASTIANO SALVIDIO, GIACOMO ROSA, ANNA MARIA STAGNO  
& ANDREA COSTA

## ARTIFICIAL SITES AND AMPHIBIANS: A PRELIMINARY BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS

### SUMMARY

Many amphibian species reproduce or are active in artificial habitats such as ponds, troughs, and caves. In this study, we analysed the temporal patterns relating amphibians and artificial sites, emerging from the scientific literature examined from Scopus database over the period 1981-2020. The proportion of papers relating to amphibians and artificial sites remained constant during 1981-2000, but increased from 2005, suggesting a recent growing scientific interest over this topic.

*Key words.* Amphibian decline, change-point analysis, constructed ponds, trend.

### RIASSUNTO

*Siti artificiali e anfibi: un'analisi preliminare della bibliografia.* Lo studio analizza il trend delle pubblicazioni accessibili su Scopus e riguardanti siti artificiali e anfibi, nel periodo 1981-2020. L'incremento delle pubblicazioni a partire dal 2005 mostra un recente interesse su questo argomento.

*Parole chiave.* Anfibi, declino, change-point analysis, siti artificiali, andamento.

### INTRODUCTION

Amphibians breed, forage and are active in different kinds of man-made artificial habitats. In particular, species with a biphasic reproductive cycle often breed in artificial water reservoirs, that were constructed for watering livestock, crop irrigation, water discharge or human consumption (TEMPLE &

COX, 2009; ROMANO *et al.*, 2012; HARTEL *et al.*, 2014). However, this ecological adaptation has been recognised as relevant for the ecology and conservation of amphibian populations only in recent times (e.g., ARNTZEN & TEUNIS, 1993; CABALLERO-DIAZ *et al.*, 2020 and references therein). In this preliminary study, this growing interest concerning amphibian artificial sites was assessed by evaluating the trend of the annual number of scientific papers published on this topic over 40 years, from 1981 to 2020.

## MATERIALS AND METHODS

In March 2021, Scopus database was searched for the annual numbers of papers published in the period 1981-2020, with the word “amphibians” in title, abstract or keywords. Moreover, for each year, the number of amphibian articles with the words “artificial pond”, or “man-made”, or “constructed”, or “tank”, or “trough” in title, abstract or keywords was also retrieved. Only papers effectively dealing with artificial amphibians breeding or activity sites were selected. The total scientific output increased exponentially in the last 100 years (LARSEN & VON INS, 2010), and to evaluate the presence of proportional trends, we divided the total annual amphibian publications by the annual number of articles dealing with artificial sites. Temporal patterns were analysed by means of Mann-Kendall non-parametric test (GILBERT, 1987) and the presence of change-points was modelled by means of a Bayesian algorithm that uses Markov chain Monte Carlo iterations (GALLAGHER *et al.*, 2011). All statistics were obtained with PAST 4.05 software.

## RESULTS AND DISCUSSION

During the 40-year study period, 35,975 articles with the word “amphibians” in title, abstract or keywords were retrieved. Within these, 210 papers dealing with artificial sites were selected. There was a clear overall temporal increase in both time series over the entire period (Mann-Kendall trend test,  $P < 0.0001$ , in both cases; Fig. 1). However, the percentage of publications dealing with artificial sites remained constant during the 1981-1990 and 1991-2000 decades (Mann-Kendall trend test,  $P > 0.40$ , in both cases), while an increasing trend was observed starting in 2001-2010 (Mann-Kendall trend test,  $P = 0.014$ , Fig. 1). There were two change points in the total amphibian publication series, the first in 2005 and the second in 2010 (Fig. 1). Also the artificial papers series showed two change points in 2005 and in 2007, when a plateau in the series could be observed.

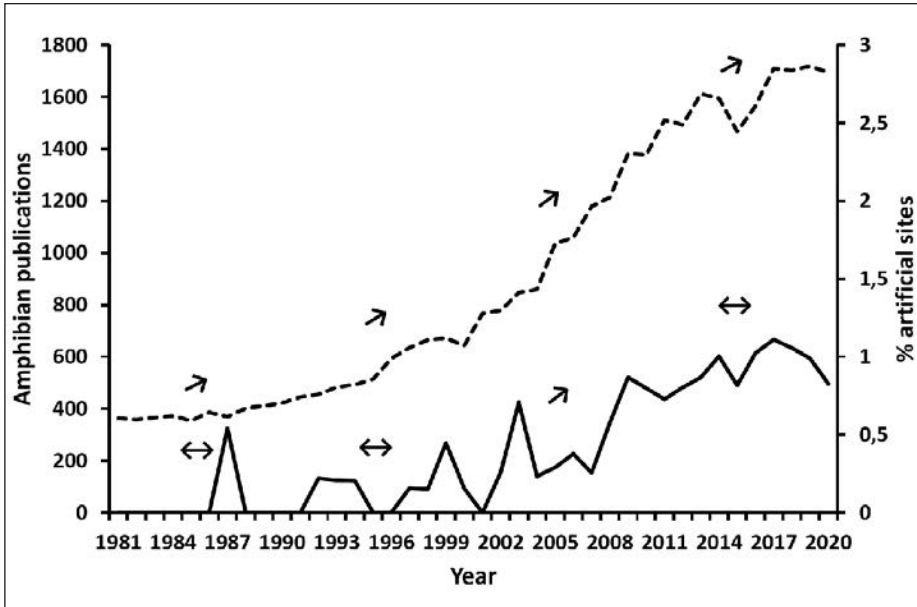


Fig. 1 — Trend in amphibian (stippled line) and in the % of artificial site papers (filled line). One-sided arrows indicate increasing trend; two-sided arrows indicate no trend.

Our preliminary analysis showed that a constant increase in amphibian publication was observed over the last 40 years, as observed in all scientific disciplines over the same period (LARSEN & VON INS, 2010). A more interesting finding is that there was a higher rate of scientific publications concerning amphibians and artificial sites, in the decade 2001-2010 and in particular starting in 2005. These preliminary findings suggest that there was a recent interest in the ecology of amphibians breeding, feeding or active in artificial habitats. The implications of this specific interest should be investigated to better understand conservation issues of amphibian populations that reproduce in small and isolated standing water habitats. Amphibians are experiencing a global decline, since about 1990 (BLAUSTEIN & WAKE, 1990). Many different factors have been suggested as responsible for these widespread declines such as habitat modification, water pollution, climate change, diseases and introduction of invasive alien species (STUART *et al.*, 2004). In regions with temperate and dry climate, the loss of standing water habitats, due to reduction in rainfall or abandonment of traditional farming, are possible causes of decline (e.g. TEMPLE & COX, 2009; CANESSA *et al.*, 2013). In these situations, maintaining artificial water reservoirs used in traditional farming, could be a successful conservation strategy, being favourable to both

local agricultural communities and endangered amphibian populations (TEMPLE & COX, 2009).

#### REFERENCES

- ARNTZEN J.W. & TEUNIS S.F.M., 1993. A six-year study on the population dynamics of the crested newt *Triturus cristatus* following the colonization of a newly created pond. *Herpetol. J.*, 3: 99-110.
- BLAUSTEIN A.R. & WAKE D.B., 1990. Declining amphibian populations: A global phenomenon? *Trends Ecol. Evol.*, 7: 203-204.
- CANESSA S., ONETO F., OTTONELLO D., ARILLO A. & SALVIDIO S., 2013. Land abandonment may reduce disturbance and affect the breeding sites of an endangered Amphibian in Northern Italy. *Oryx*, 47: 280-287.
- CABALLERO-DÍAZ C., SÁNCHEZ-MONTES G., BUTLER H.M., VREDENBURG V.T. & MARTÍNEZ-SOLANO I., 2020. The Role of Artificial breeding sites in amphibian conservation: a case study in rural areas in Central Spain. *Herpetol. Cons. Biol.*, 15: 87-104.
- GALLAGHER K., BODIN T., SAMBRIDGE M., WEISS D., KYLANDER M. & LARGE D., 2011. Inference of abrupt changes in noisy geochemical records using transdimensional changepoint models. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 311: 182-194.
- GILBERT R.O., 1987. Statistical methods for environmental pollution monitoring. *Van Nostrand Reinhold*, New York.
- HARTEL T., SOS T., POPESCU V. D., BŢNICIL R. I., COGNICEANU D. & ROZYŁOWICZ L., 2014. Amphibian conservation in traditional cultural landscapes: The case of Central Romania. *North West. J. Zool.* 10: S51-S61.
- LARSEN P.O. & VON INS M., 2010. The rate of growth in scientific publication and the decline in coverage provided by Science Citation Index. *Scientometrics*, 84: 575-603.
- STUART N.S., CHANSON J.S., COX N.A., YOUNG B.E., RODRIGUES A.S.L., FISCHMAN D.L. & WALLER R.W., 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306: 1783-1786.
- ROMANO A., BARTOLOMEI R., CONTE A.L. & FULCO E., 2012. Amphibians in Southern Apennine: distribution, ecology and conservation notes in the “Appennino Lucano, Val d’Agri e Lagonegrese” National Park (Southern Italy). *Acta herpetol.*, 7: 203-219.
- TEMPLE H.J. & COX N.A., 2009. European Red List of Amphibians. *Office Official Publ. Eur. Communities*, Luxembourg.

*Addresses of the authors* — S. SALVIDIO, G. ROSA, A. COSTA, Dipartimento di Scienze della Terra dell’Ambiente e della Vita (DISTAV), Università degli Studi di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova (I); e-mail: sebastiano.salvidio@unige.it; A.M. STAGNO, Laboratory of Environmental Archaeology and History (DAFIST-DISTAV), Università degli Studi di Genova, Via Balbi, 2 - 16126 Genova (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790620>

STEFANO SCALI, MARCO MANGIACOTTI, ROBERTO SACCHI,  
ALAN JOELE COLADONATO, MATTIA FALASCHI, LUCA SAVIANO,  
MARINA GIULIA RAMPOLDI, MATTEO CROZI, CESARE PEROTTI,  
FRANCESCO ZUCCA, ELISABETTA GOZZO & MARCO ALBERTO LUCA ZUFFI

## INCONTRI RAVVICINATI DEI TRE MORFI: IL RUOLO DEL COLORE NELL'AGGRESSIVITÀ DI UNA LUCERTOLA POLIMORFICA

### RIASSUNTO

Il polimorfismo cromatico è un fenomeno comune controllato geneticamente e il processo che genera e mantiene i morfi può influenzare i tassi di speciazione/estinzione. Le colorazioni sono segnali utilizzati nella comunicazione intraspecifica perché forniscono informazioni riguardo le strategie alternative e possono ridurre i potenziali rischi legati a conflitti non necessari. La competizione e le interazioni aggressive tra i morfi possono contribuire al mantenimento del polimorfismo cromatico. Ciò può portare ad una distribuzione spaziale non uniforme dei morfi in una popolazione, perché la frequenza locale dei morfi stabilisce l'intensità della competizione e la fitness di ciascun maschio. Abbiamo utilizzato la lucertola polimorfica *Podarcis muralis* per verificare se l'aggressività vari tra i morfi sulla base di due ipotesi contrastanti: un'aggressività omomorfica contro una eteromorfica. Abbiamo usato il test dello specchio dopo aver manipolato i colori e abbiamo verificato la consistenza dei risultati con l'analisi della distribuzione spaziale dei morfi in una popolazione selvatica. Entrambi gli esperimenti hanno confermato che l'aggressività è più comune durante i conflitti omomorfici rispetto a quelli eteromorfici. L'adozione di strategie comportamentali alternative che minimizzano i rischi e i costi, potrebbe facilitare la coesistenza stabile dei fenotipi e ridurre la competizione. Uno sbilanciamento dell'aggressività avvantaggerebbe il morfo più raro, che subirebbe meno attacchi dai morfi più comuni, ottenendo un vantaggio nella fitness. Questo processo sarebbe frequenza-negativa dipendente e stabilizzerebbe il polimorfismo, contribuendo, probabilmente, alla speciazione simpatica.

*Parole chiave.* Polimorfismo cromatico, aggressività omomorfica, test dello specchio, *Podarcis muralis*, lacertidi, distribuzione spaziale dei morfi, strategie alternative.

### SUMMARY

*Close encounters of the three morphs: the role of color on aggression in a polymorphic lizard.* Color polymorphism is a common phenomenon under genetic control, and the generation and

maintenance of morphs can affect speciation/extinction rates. Colours are used in intraspecific communication to give information about alternative strategies and can avoid or decrease unwanted fighting among morphs. This way, competition and aggression among colour morphs could contribute to polymorphism maintenance. This could cause an uneven spatial distribution of individuals of different morphs in a population because the frequency of each morph establishes the intensity of the competition and the fitness of each male. We studied the polymorphic lacertid *Podarcis muralis* to assess if aggression varies among morphs under two contrasting hypotheses: a heteromorphic vs. a homomorphic aggression. We manipulated ventral colours and used laboratory mirror tests to measure aggression, then we verified the consistency of results analysing the spatial distribution of all morphs in a wild population. Both the experiments confirmed that aggressive behaviours are more common between homomorphic individuals than between heteromorphic ones. We believe that alternative behavioural strategies could minimize risks and costs of fighting and could facilitate the stable coexistence of the different phenotypes reducing competition. A bias in aggression gives an advantage to the rarer morph, which would suffer less harassment by common morphs, thus obtaining a fitness advantage. This process would be negatively-frequency-dependent and would stabilize polymorphism, possibly contributing to sympatric speciation.

*Key words.* Color polymorphism, homomorphic aggression, mirror test, *Podarcis muralis*, lacertid lizard, morph spatial distribution, alternative strategies.

## INTRODUCTION

In una specie polimorfica, i morfi sono geneticamente controllati e possono evolvere per selezione sessuale o naturale; il processo che li genera e li mantiene può influenzare i tassi di speciazione/estinzione sia positivamente che negativamente (GRAY & MCKINNON, 2007). Spesso il polimorfismo è associato a strategie riproduttive alternative e i maschi dei diversi morfi possono adottare diverse strategie aggressive nei confronti degli altri individui dello stesso sesso. Le asimmetrie nell'aggressione possono servire a ridurre i conflitti non necessari, evitando rischi e costi e migliorando la fitness (BLEAY *et al.*, 2007). L'analisi di queste strategie e della distribuzione spaziale dei morfi può rivelare informazioni sulle interazioni competitive che risiedono dietro l'esistenza dei morfi. Abbiamo studiato le variazioni di aggressività tra i morfi della Lucertola muraiola *Podarcis muralis* sulla base di due ipotesi: i) un'ipotesi di aggressività eteromorfa (cioè se alcuni morfi siano più aggressivi di altri o se alcuni morfi siano più aggressivi nei confronti uno specifico morfo); ii) un'ipotesi omomorfa (cioè se il livello di aggressività sia maggiore nei confronti di individui appartenenti al proprio morfo). Per fare ciò sono stati fatti degli esperimenti in laboratorio, mediante il test dello specchio (SCALI *et al.*, 2019), ed è stato effettuato un campionamento intensivo di un giorno per verificare la distribuzione spaziale dei morfi in un'area densamente popolata al fine di validare i risultati dell'esperimento sulla base di un effetto attrattivo/repulsivo dei morfi. Le catture e gli esperimenti sono stati condotti dopo l'ottenimento

dei permessi del Ministero dell'Università e della Ricerca (MIUR), prot. 0002154/PNM del 2 marzo 2016, validi per il periodo 2016-2018.

Durante l'esperimento di laboratorio i colori ventrali delle lucertole sono stati manipolati colorando il ventre e la gola degli individui con tempe-re atossiche facilmente lavabili dopo l'esperimento, così da verificare il comportamento delle lucertole allo specchio di fronte ad individui appartenenti ai tre morfi. In totale sono stati effettuati 144 esperimenti, registrando i comportamenti aggressivi nei confronti dell'immagine riflessa. La mappa spaziale ottenuta durante il campionamento intensivo ha permesso di stimare la distanza tra gli individui e di verificare se questa fosse significativamente diversa nel confronto tra morfi o sulla base del confronto eteromorfo/omomorfo. Gli esperimenti in laboratorio hanno dimostrato che il livello di aggressività non differisce nel confronto a tre morfi, per cui nessun morfo si mostra più aggressivo sulla base del colore, mentre il livello di aggressività è risultato significativamente maggiore quando sono stati confrontati individui omomorfici rispetto ad individui eteromorfici. I risultati sono stati confermati dall'analisi mediante modelli matematici della distribuzione spaziale sul campo a seguito di un campionamento intensivo in un'area archeologica, dove individui appartenenti allo stesso morfo sono stati osservati a distanze maggiori rispetto ad individui di morfi differenti, suggerendo una distribuzione non casuale dei morfi.

In conclusione, l'aggressività tra maschi di Lucertola muraiola sembra essere dipendente dal morfo e l'adozione di strategie comportamentali alternative che minimizzino i rischi e i costi di conflitti non necessari potrebbe facilitare la coesistenza stabile dei fenotipi (DIJKSTRA *et al.*, 2006). Un *bias* nell'aggressività nei confronti di individui del proprio colore darebbe un beneficio al morfo più raro, che subirebbe meno aggressioni e otterrebbe una maggiore fitness. Questo processo, frequenza-negativa dipendente, stabilizzerebbe il polimorfismo nelle popolazioni (SEEHAUSEN & SCHLUTER, 2004).

#### REFERENCES

- BLEAY C., COMENDANT T. & SINERVO B., 2007. An experimental test of frequency-dependent selection on male mating strategy in the field. *Proc. R. Soc. B*, 274: 2019–2025.
- DIJKSTRA P.D., SEEHAUSEN O., GRICAR B.L.A., MAAN M.E. & GROOTHUIS T.G.G., 2006. Can male-male competition stabilize speciation? A test in Lake Victoria haplochromine cichlid fish. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 59 (5): 704–713.
- GRAY S.M. & MCKINNON J.S., 2007. Linking color polymorphism maintenance and speciation. *Trends Ecol. Evol.*, 22 (2): 71–79.
- SCALI S., SACCHI R., FALASCHI M., COLADONATO A.J., POZZI S., ZUFFI M.A.L. & MANGIACOTTI M., 2019. Mirrored images but not silicone models trigger aggressive responses in male Common wall lizards. *Acta Herpetol.*, 14 (1): 35–41.



- SEEHAUSEN O. & SCHLUTER D., 2004. Male–male competition and nuptial-colour displacement as a diversifying force in Lake Victoria cichlid fishes. *Proc. R. Soc. B*, 271: 1345–1353.
- SINERVO B. & LIVELY C.M., 1996. The rock-paper-scissors game and the evolution of alternative mating strategies. *Nature*, 380: 240–243.

*Authors' address* — S. SCALI, L. SAVIANO, M.G. RAMPOLDI, E. GOZZO, Natural History Museum of Milan, Corso Venezia, 55 - 20121 Milano (I); e-mail: stefano.scali@comune.milano.it; M. MANGIACOTTI, R. SACCHI, A.J. COLADONATO, M. CROZI, C. PEROTTI, F. ZUCCA, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia, Via Taramelli, 24 - 27100 Pavia (I); M. FALASCHI, Department of Environmental Science and Policy, University of Milan, Via Celoria, 26 - 20133 Milano (I); M.A.L. ZUFFI, Natural History Museum, University of Pisa, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I).

ROBERTO SINDACO, GIACOMO BRUNI, DARIO DOMENEGHETTI,  
CRISTIANO LIUZZI, EDOARDO RAZZETTI, SALVATORE RESTIVO  
& DANIELE SEGLIE

## IL NUOVO ATLANTE DEGLI ANFIBI E DEI RETTILI D'ITALIA

### RIASSUNTO

Il progetto atlante S.H.I. è nato nel 1993 e ha portato alla pubblicazione dell'Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia nel 2006. A partire dal 2013 sono state adottati strumenti di citizen science per incrementare la raccolta dati distributivi. La nuova banca dati contiene ora 240.000 segnalazioni georeferenziate direttamente sul campo, spesso associate a immagini degli individui osservati. Essa è formata dai record caricati su Ornitho.it, iNaturalist, dati forniti dalle sezioni regionali e dai soci S.H.I. oltre alle segnalazioni della vecchia banca dati. Il nuovo Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia sarà realizzato analizzando questi dati, esso tratterà in particolare l'areale recente, le località dell'atlante 2006 incerte e le carenze nella copertura. Presenterà inoltre i limiti dell'areale italiano, dati sulle popolazioni disgiunte, insulari, introdotte ed estinte. I dati raccolti permetteranno inoltre di valutare, a partire da segnalazioni inedite numericamente consistenti, la distribuzione altitudinale e la fenologia. La nuova banca dati rappresenterà uno strumento utile per i futuri progetti di monitoraggio S.H.I.

*Parole chiave.* Societas Herpetologica Italica, distribuzione, fenologia, Anfibi, Rettili.

### SUMMARY

*The new atlas of Amphibians and Reptiles of Italy.* The atlas project of S.H.I. started in 1993 and led to the publication of the Atlas of amphibians and reptiles of Italy in 2006. Since 2013, citizen science platforms have been adopted to increase data collection. The new database contains 240,000 geo-referenced data often associated with images of the observed individuals. The database contains the records uploaded to Ornitho.it or iNaturalist, the data provided by the regional sections and by the members of S.H.I. and of course also the old database. The new atlas of amphibians and reptiles of Italy will deal with the distribution, it will discuss the doubtful locations of the atlas edited in 2006 and the areas with limited coverage. It will also present the extent of the Italian distribution of each species, the disjointed, insular, introduced, and extinct populations. The large amount of data collected will also make it possible to evaluate the altitudinal distribution and phenology. The new database will represent a useful tool for future S.H.I. monitoring projects.

*Key words.* *Societas Herpetologica Italica*, distribution, phenology, Amphibians, Reptiles.

## INTRODUZIONE

La genesi del progetto atlante degli Anfibi e dei Rettili italiani risale al 28 settembre 1993 in occasione della II Assemblea Nazionale S.H.I. a Torino. In quella sede venne costituito il comitato coordinatore degli Atlanti Erpetologici composto da Roberto Sindaco, Marco Bologna, Marco Zuffi e Francesco Barbieri (coordinatore del comitato). L'anno successivo durante la III Assemblea Nazionale la Commissione Atlante attivò formalmente il Progetto Atlante Erpetologico Italiano affidandone la segreteria a Francesco Barbieri, Giuliano Doria e Roberto Sindaco. Per raggiungere i soci sparsi sul territorio nazionale furono indicati i coordinatori regionali per il progetto. All'epoca l'atlante era una delle principali attività della S.H.I. e buona parte degli sforzi dei soci furono finalizzati proprio alla raccolta dati e alla realizzazione di atlanti di distribuzione nazionale, regionale o locale (RAZZETTI *et al.*, 2013).

Nel 1996 fu pubblicato l'Atlante Provvisorio degli Anfibi e dei Rettili Italiani (a nome della S.H.I.), basato su 18.520 dati utili (specie x maglia cartografica), con almeno un record in 2744 delle 3200 tavolette UTM 10x10 km in cui era suddiviso il territorio italiano (S.H.I., 1996). Alcune zone tuttavia risultavano poco indagate, in particolare Umbria, Molise e Alto Adige. La pubblicazione delle carte fu di grande stimolo per raccogliere nuovi dati e finalmente, dopo una lunga gestazione editoriale, all'inizio del 2006 vide la luce l'Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia (SINDACO *et al.*, 2006). Il volume edito da Polistampa fu generalmente molto apprezzato, tanto che ne venne realizzata una seconda edizione con piccole correzioni (SINDACO *et al.*, 2009) e due ristampe (2010 e 2013).

Per rilanciare la raccolta dati, a partire dal 2014 la Societas Herpetologica Italica ha aderito alla piattaforma online Ornitho.it, già ampiamente utilizzata dagli ornitologi italiani (con oltre 19 milioni di dati inseriti nel database a partire dal 2009, cf. [www.ornitho.it](http://www.ornitho.it)). Nel 2015 per la raccolta dati fu adottata anche la piattaforma iNaturalist ([www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)) con il progetto "Italian Herps" (SINDACO *et al.*, 2015). Il tradizionale metodo "expert based" affidato all'esperienza di erpetologi professionisti è stato quindi affiancato a progetti di citizen science. Questo nuovo approccio favorisce le segnalazioni di specie appariscenti e diffuse rispetto alle specie elusive, consente però generalmente di ottenere un numero elevato di dati affidabili (BRANDON *et al.*, 2003; CRALL *et al.*, 2010).

## I DATI RACCOLTI

La nuova banca dati atlante SHI comprende circa 240.000 dati taxon/località tutti corredati di coordinate geografiche e di cui circa un terzo (70.000)

accompagnati da immagini degli individui osservati. Per tematizzare le osservazioni sono stati scelti i seguenti intervalli temporali: 2011-2020, 2001-2010, 1986-2000, e ante 1986.

È da evidenziare che la qualità dei nuovi dati è incomparabilmente migliore rispetto al precedente atlante, in quanto la gran parte dei dati comprende coordinate rilevate direttamente sul campo e spesso immagini allegate. I dati inoltre sono stati validati, quelli con fotografia in base all'immagine, quelli senza in base all'esperienza dei validatori (non sono stati accettati segnalazioni al di fuori dell'areale noto, se non corredate da fotografia o confermate da più osservatori indipendenti) e all'affidabilità dei segnalatori (e.g. in base al numero e alla qualità dei dati forniti finora).

Come accennato nell'introduzione buona parte dei dati recenti provengono dalle piattaforme Ornitho.it (171.000) e iNaturalist (55.000). Sono stati inoltre raccolti records provenienti da banche dati regionali e i database personali resi disponibili da numerosi soci S.H.I.

La principale fonte di dati storici (ante 2010) è invece rappresentata dal database utilizzato per la realizzazione dell'Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia pubblicato nel 2006. Esso comprende 71.134 dati taxon/località privi di coordinate geografiche ma abbinati alla cella di presenza sulla griglia UTM 10x10 km. Nel 2017 la S.H.I. ha avviato un progetto per associare ai record del vecchio database coordinate geografiche basate sulle località delle osservazioni riuscendo così a georeferenziare "a posteriori" 32.000 dati.

La rappresentazione dei dati storici e in particolare quelli dell'atlante del 2006 non georeferenziati costituisce tuttavia una criticità non risolvibile dal momento che essi sono abbinati al reticolo UTM 10x10 (in tre fusi 32, 33 e 34) mentre il nuovo atlante adotterà un reticolo differente: LAEA 10x10 km (privo di fusi) che è considerato lo standard europeo. I dati storici non georeferenziati saranno comunque cartografati, ma potranno essere leggermente traslati (sempre meno di 10 km), ma in misura ininfluenza alla scala cartografica adottata.

## LE SCHEDE

Ciascuna specie sarà trattata in una scheda redatta a partire dai dati presenti nella banca dati evitando di discutere gli aspetti generali della biologia già ampiamente approfonditi in altre sedi (e.g. volumi 42 e 45 della Fauna d'Italia: LANZA *et al.*, 2007; CORTI *et al.*, 2011). Il paragrafo dedicato alla carta di distribuzione in particolare sarà il più importante della scheda e approfondirà l'areale recente, le località dell'atlante 2006 escluse o messe in dubbio e le carenze nella copertura. Presenterà inoltre i limiti dell'areale italiano, le popolazioni disgiunte, insulari, introdotte ed estinte. I dati raccolti consentiranno inoltre di valutare, a partire da dati inediti numericamente consistenti, la distribuzione altitudinale e la fenologia

(Fig. 1). Una serie di questionari distribuiti alle sezioni regionali e a singoli soci S.H.I. permetterà di valutare frequenze e consistenza delle popolazioni nelle diverse regioni italiane. Anche le foto allegate alle segnalazioni saranno utilizzate, esse potranno essere confrontate per cartografare, per alcune specie significative, la distribuzione dei diversi fenotipi. Infine, nel caso di taxa criptici per cui non è possibile assegnare la specie in base a caratteristiche morfologiche saranno indicati sulle mappe i punti relativi a dati genetici pubblicati (e.g. rospi del genere *Bufo*tes).

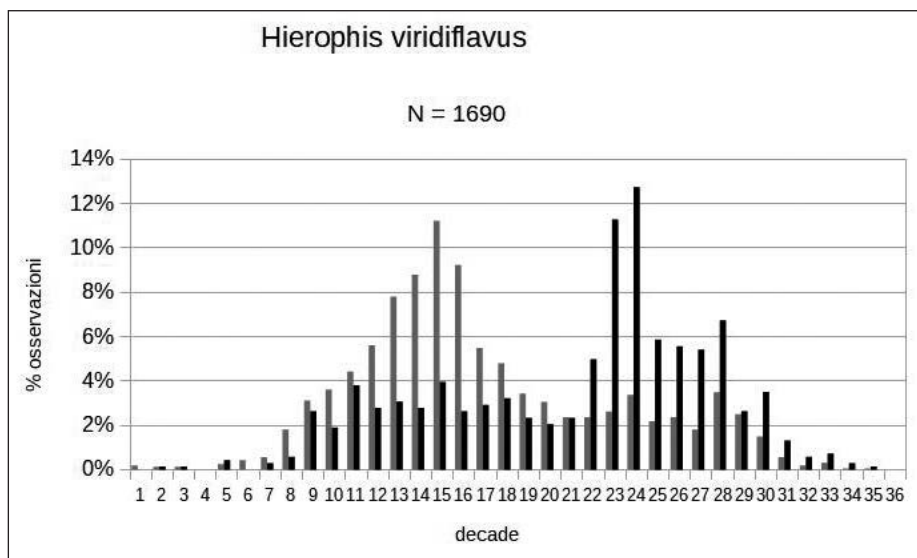


Fig. 1 — Bozza di istogramma della fenologia di *Hierophis viridiflavus*. Grigio = adulti, nero = giovani e subadulti. È evidente il picco nelle settimane 23 e 24 (agosto), coincidente con la comparsa dei nuovi nati/ Draft histogram of the phenology of *Hierophis viridiflavus*. Grey = adults, black = juveniles and sub-adults. The peak in weeks 23 and 24 (August) is evident, coinciding with the appearance of the new born.

## CONCLUSIONI

Una delle domande che la commissione atlante S.H.I. si è posta più volte negli anni, (specialmente nei mesi primaverili quando è necessario ricontrollare anche 200 dati ogni giorno) riguarda l'utilità dei progetti atlante nel 2021 e l'opportunità di un aggiornamento del volume pubblicato nel 2006. Unendo i diversi database e componendo le nuove carte di distribuzione abbiamo potuto verificare che effettivamente grazie alle informazioni raccolte da soci e non soci S.H.I. è stato possibile colmare lacune più o meno evidenti, talvolta coprendo grandi porzioni di territorio o addirittura intere regioni, come ad

esempio la Basilicata. Nel caso di alcune specie introdotte (ad es. *Trachemys scripta*, Fig. 2) o sinantropiche (ad es. *Tarentola mauritanica*) il quadro distributivo è radicalmente mutato. Inoltre, è stato effettuato un controllo dei dati storici delle vecchie cartine (refusi, errori di determinazione, dati singoli “enigmatici”), evidenziandone la cancellazione sulle nuove mappe distributive.

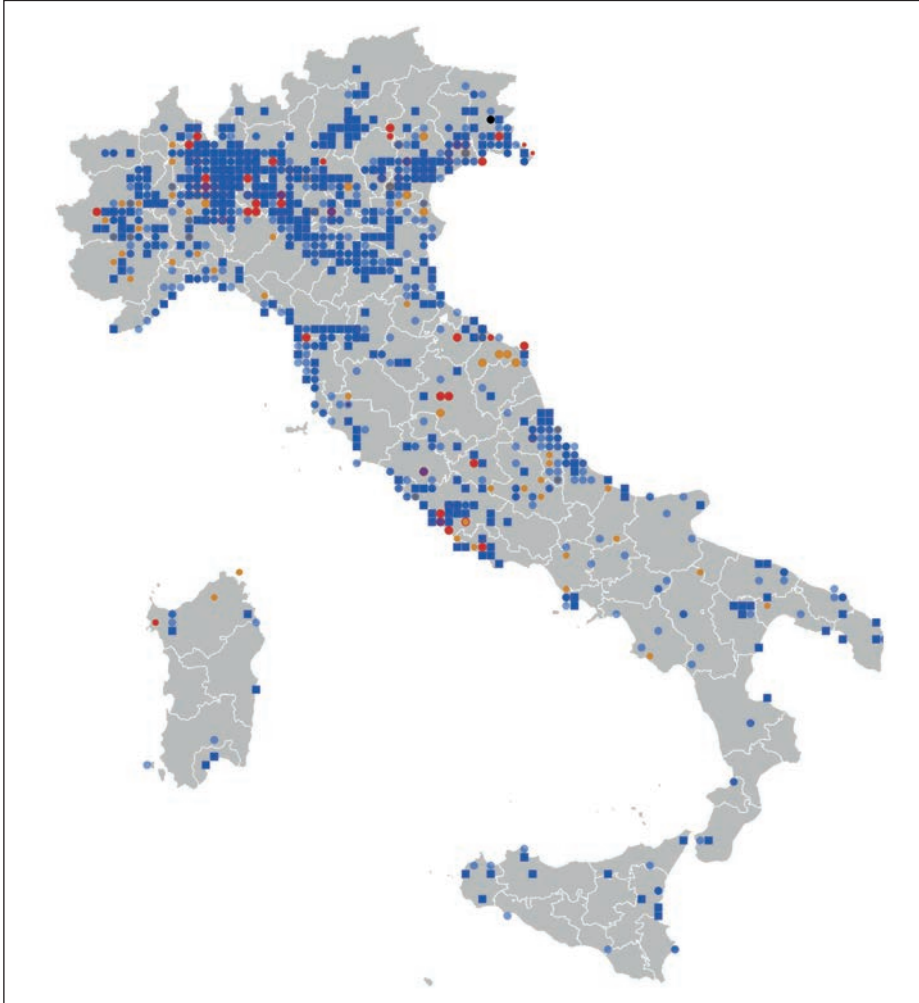


Fig. 2 — Bozza di carta di distribuzione di *Trachemys scripta* (quadrati blu: dati 2011-2020 con fotografia; cerchi blu: dati 2011-2020 senza fotografia; cerchi arancione: dati 2001-2010; cerchi rossi grandi: dati 1986-2000; cerchi rossi piccoli: dati ante 1986)/Draft distribution map of *Trachemys scripta* (blue squares: 2011-2020 data with photograph; blue circles: 2011-2020 data without photograph; orange circles: 2001-2010 data; large red circles: 1986-2000 data; small red circles: data before 1986).

Infine, è bene ricordare che la nuova banca dati rappresenterà la base di confronto per i futuri progetti di monitoraggio S.H.I. e per valutare le preferenze ecologiche di ciascun taxon.

## BIBLIOGRAFIA

- BRANDON A., SPYREAS G., MOLANO-FLORES B., CARROLL C. & ELLIS J., 2003. Can volunteers provide reliable data for forest vegetation surveys? *Nat. Areas J.*, 23: 254–261.
- CORTI C., CAPULA M., LUISELLI L., SINDACO R. & RAZZETTI E. (a cura di), 2011. Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. *Il Sole24 ore-Edagricole*, Bologna, XII + 869 pp.
- CRALL A. W., NEWMAN G. J., JARNEVICH C. S., STOHLGREN T. J., WALLER D. M. & GRAHAM J., 2010. Improving and integrating data on invasive species collected by citizen scientists. *Biol. Invasions*, 12 (10): 3419-3428.
- LANZA B., ANDREONE F., BOLOGNA M.A., CORTI C. & RAZZETTI E. (a cura di), 2007. Fauna d'Italia. XLII. Amphibia. *Calderini*, Bologna, XI + 537 pp.
- RAZZETTI E., BALLETO E., BERNINI F., CORTI C., PICARIELLO O. & SCILLITANI G., 2013. Societas Herpetologica Italica: venti anni di attività. Pp. 27-43 in: Scillitani G., Liuzzi C., Lorusso L., Mastropasqua F. & Ventrella P.G. (eds.), Atti IX Congr. naz. Soc. Herpetol. Ital. *Pineta*, Conversano.
- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E. & BERNINI F. (eds.), 2006. Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia/Atlas of Italian Amphibians and Reptiles. Soc. Herpetol. Ital. *Edizioni Polistampa*, Firenze, 789 pp.
- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E. & BERNINI F. (eds.), 2009. Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia/Atlas of Italian Amphibians and Reptiles. Seconda Ed. Soc. Herpetol. Ital. *Edizioni Polistampa*, Firenze, 789 pp.
- SINDACO R., RAZZETTI E. & LIUZZI C., 2015. Il nuovo progetto atlante della Societas Herpetologica Italica. Pp. 21-30 in: Doria G., Poggi R., Salvidio S. & Tavano M., Atti X Congr. naz. Soc. Herpetol. Ital. *Ianieri Edizioni*, Pescara.
- SOCIETAS HERPETOLOGICA ITALICA, 1996. Atlante provvisorio degli Anfibi e dei Rettili italiani. *Ann. Mus. Civ. St. Nat. "G. Doria"*, Genova, 91: 95-178.

*Indirizzi degli autori* — R. SINDACO, G. BRUNI, D. DOMENEGHETTI, C. LIUZZI, E. RAZZETTI, S. RESTIVO, D. SEGLIE, Commissione Atlante – Societas Herpetologica Italica; e-mail: atlante.shi@gmail.com; E. RAZZETTI, Kosmos – Museo di Storia Naturale, Università di Pavia; S. Restivo, Museo di Zoologia, Centro di Ateneo per i Musei (CAM) - Università degli Studi di Padova.



FILIPPO SPADOLA, MANUEL MORICI, MATTEO OLIVERI, MARCO DI GIUSEPPE,  
EMANUELE LUBIAN, VERONICA CRISTINA NEVE  
& GIOVANNA LUCREZIA COSTA

## APPROCCIO CLOACOSCOPICO PER IL SESSAGGIO DEI RETTILI: STATO DELL'ARTE E PROSPETTIVE PER IL FUTURO

### RIASSUNTO

Il nostro studio raccoglie le ricerche e le indagini endoscopiche effettuate negli ultimi vent'anni, su rettili di specie diverse, presso il Dipartimento di Scienze Veterinarie di Messina e presso Centri di recupero della fauna selvatica, parchi zoo ed allevamenti privati. In particolare lo scopo di questa raccolta dati è quella di comprendere al meglio le reali possibilità d'impiego della tecnica endoscopica per il sessaggio precoce di cheloni, sauri ed ofidi. Inoltre, ci si pone l'obiettivo di standardizzare la tecnica come procedura di routine anche nei progetti di conservazione e riproduzione delle specie ad alto rischio di estinzione. Il numero degli animali sottoposti ad indagini cloacoscopiche ha superato le trecento unità, con una prevalenza sui cheloni. I soggetti sono stati sottoposti ad indagine per motivazioni differenti, o per attività cliniche di diagnostica e terapia oppure per il sessaggio.

*Parole chiave.* Endoscopia, rettili, sessaggio.

### SUMMARY

*Cloacoscopic approach for reptile sex determination: state of the art and perspectives for the future.* Our study collects the research and endoscopic investigations carried out in the last twenty years, on reptiles of different species, at the Department of Veterinary Sciences of Messina and at wildlife recovery centers, zoo parks and private farms. In particular, the purpose of this data collection is to better understand the real possibilities of using the endoscopic technique for the early sexing of chelonians, sauria and snakes. In addition, the aim is to standardize the technique as a routine procedure even in conservation and reproduction projects for species at high risk of extinction. The number of animals subjected to cloacoscopic investigations exceeded three hundred units, with a prevalence of chelonians. The subjects were subjected to investigations for differential reasons, or for clinical diagnostic or therapy activities or for sexing.

*Key words.* Endoscopy, reptiles, sexing.

## INTRODUZIONE

La conservazione *Ex situ* e i programmi di riproduzione in cattività sono oggi diventati strumenti fondamentali per la salvaguardia dei rettili (WITZENBERGER & HOCHKIRCH, 2011): in questo contesto le tecniche di sessaggio e inseminazione artificiale sembrano essere pratiche quasi indispensabili. Le conoscenze morfologiche del tratto riproduttivo nonché le tecniche diagnostiche sul riconoscimento del sesso dovrebbero essere il punto di partenza per l'attuazione di progetti di monitoraggio e riproduzione dei rettili (MATTSON *et al.*, 2007; SPADOLA & INSACCO, 2009, 2010; MOLINA *et al.*, 2010; SPADOLA *et al.*, 2010; OLIVERI, 2016, 2018; MORICI, 2017). Le avanzate tecniche cloacoscopiche potrebbero oggi favorire il sopraddetto scopo permettendo precocemente il sessaggio degli individui, anche molto piccoli, e le successive pratiche di accoppiamento artificiale e non (SPADOLA *et al.*, 2001, 2009; OLIVERI *et al.*, 2016, 2018; MORICI *et al.*, 2017). L'endoscopia è una delle metodiche più sicure e meno invasive per visualizzare le strutture anatomiche e patologiche della cloaca. Inoltre non va sottovalutata la possibilità di lavorare senza grandi difficoltà anche in campo, infatti i nuovi strumentari a disposizione in commercio possono essere collegati ad uno *smartphone* e, viste le dimensioni, sono facilmente trasportabili (SPADOLA *et al.*, 2001, 2009; DIVERS *et al.*, 2010, 2015; SELLERI *et al.*, 2013; KNOTEK *et al.*, 2015; MARTÍNEZ-SILVESTRE *et al.*, 2015; OLIVERI *et al.*, 2016). La tecnica endoscopica applicata alla cloaca di rettili, anfibi e pesci, offre degli indiscutibili vantaggi, non soltanto legati al sessaggio precoce, ma anche per formulare velocemente delle diagnosi, valutare l'entità delle patologie e nella stessa seduta effettuare pratiche terapeutiche. Le operazioni diagnostiche si possono effettuare in sedazione, in maniera ambulatoriale e il recupero post esame è veloce (SPADOLA *et al.*, 2000, 2001, 2003).

## MATERIALI E METODI

Il nostro studio vuole dare un contributo sulla attuale possibilità di utilizzare, e soprattutto standardizzare, le tecniche di sessaggio endoscopico precoce nei rettili domestici e selvatici. Questo studio è stato eseguito in conformità con le direttive 2010/63/EU del Parlamento Europeo e il consiglio dell'Unione Europea.

Il lavoro prende in considerazione le ricerche e le procedure attuate negli ultimi vent'anni in cheloni, sauri ed ofidi presso il Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'Università degli Studi Messina, presso Centri di Recupero della Fauna Selvatica Siciliani e Calabresi, parchi zoologici e in allevamenti di privati. Tutti i proprietari hanno firmato un consenso informato per le procedure attuate. Le specie sottoposte ad esame cloacoscopico e il rispettivo nume-

ro di soggetti, sono riportati nella Tabella 1 (SPADOLA *et al.*, 2000, 2001, 2003, 2009; KNOTEK *et al.*, 2015; OLIVERI *et al.*, 2016, 2018; MORICI *et al.*, 2017).

**Tabella 1**

Elenco e numeri delle specie sottoposte ad esame cloacoscopico. *List and numbers of species subjected to cloacoscopic examination*

<b>Specie</b>	<b>Numero soggetti</b>
<b>CHELONI</b>	<b>268</b>
<i>Emys spp.</i>	51
<i>Graptemys spp.</i>	10
<i>Pelodiscus sinensis</i>	12
<i>Pseudemys spp.</i>	6
<i>Testudo spp</i>	45
<i>Trachemys spp.</i>	113
<i>Caretta caretta</i>	31
<b>SAURI</b>	<b>31</b>
<i>Dracaena guianensis</i>	2
<i>Salvador merianae</i>	25
<i>Tiliqua gigas</i>	4
<b>OFIDI</b>	<b>39</b>
<i>Acrantophis dumerili</i>	7
<i>Boa constrictor</i>	4
<i>Eryx jaculus</i>	3
<i>Eunectes murinus</i>	1
<i>Lampropeltis getula</i>	6
<i>Morelia spilota</i>	1
<i>Orthriophis taeniura</i>	2
<i>Pantherophis guttata</i>	5
<i>Pituophis melanoleucus</i>	1
<i>Python curtus</i>	1
<i>Python molurus</i>	4
<i>Python regius</i>	1
<i>Python reticulatus</i>	2
<i>Python sebae</i>	1
<b>TOTALE</b>	<b>338</b>

I soggetti vengono posti in decubito dorsale, sedati, contenuti manualmente su un tappetino riscaldato (Bosch PFP 1031; Bosch, Germany) e mantenuti a circa 30°C durante l'intera procedura.

Per la cloacoscopia è stato utilizzato un endoscopio rigido con visione lineare 0° (Olympus medical, Japan 8.5 cm di lunghezza, 4 mm o 1,4 mm di diametro in base alle dimensioni dell'animale sottoposto a procedura). L'ottica è stata inserita in una camicia protettiva sterile. L'endoscopio è stato collegato ad una videocamera (Telecam DX-II, Karl Storz, Germany) e connesso al sistema portatile per l'acquisizione delle immagini e sorgente luminosa Karl Storz TELE PACK (Germany). La cloacoscopia è stata eseguita introducendo l'endoscopio nell'apertura cloacale del rettile, ed è stato visualizzato in sequenza: il proctodeo, l'urodeo, il coprodeo e il retto di ogni esemplare, nelle specie ove presenti la vescica urinaria e le vesciche accessorie. Durante le procedure cloacoscopiche, una continua infusione è stata mantenuta attraverso il canale di servizio, usando soluzione salina sterile (0.9% NaCl, S:A:L:F:, Italy) calda (circa 30°C), insieme a 3 ml /L lidocaina cloridrata (2% lidocaine, Esteve, Italy); il leggero *flushing* è stato effettuato usando una siringa (60 ml, Pic solution/Artsana, Italy) connesso con un deflussore al canale di servizio, permettendo la dilatazione delle pareti della cloaca, e una migliore visualizzazione. Dopo la cloacoscopia tutti i soggetti sono stati scrupolosamente monitorati per le successive 24 h.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Inserito l'endoscopio attraverso l'apertura cloacale, è stato visualizzato il proctodeo (Fig. 1). Il proctodeo è estremamente piccolo in sauri ed ofidi, e difficoltoso da esplorare. Diversamente nei cheloni le dimensioni permettono di ispezionare, nei soggetti maturi, gli organi copulatori. Avanzando ulteriormente cranialmente, si visualizza dorsalmente nei sauri e ofidi e ventralmente nei cheloni, l'urodeo (nelle immagini, considerato il decubito del paziente, è in posizione ventrale in sauri e ofidi e in posizione dorsale nei cheloni). Nei sauri e negli ofidi il coprodeo e l'urodeo sono suddivisi da una plica orizzontale al di sotto della quale (quindi in posizione dorsale) sono presenti o delle papille genitali o delle vere e proprie tasche che conducono agli ovidutti nelle femmine (Fig. 9-14). Nei maschi, sempre di sauri ed ofidi, al di sotto della plica non è presente nessuna tasca o papilla genitale, bensì esclusivamente la o le papille urinarie (sbocchi degli ureteri presenti in entrambi i sessi), questi solitamente sboccano in cloaca congiunti ai deferenti nei maschi (Fig. 9-14). Nelle tartarughe l'urodeo, visualizzato nella porzione dorsale delle immagini (e quindi ventralmente rispetto al corpo dell'animale) è protetto da due grossi fasci muscolari con andamento dorso-ventrale, che proteggono lo sbocco della vescica (uretra) e lo sbocco degli ureteri, deferenti

e ovidutti nelle femmine. Nei cheloni le strutture anatomiche maschili e femminili, sono evidentemente differenti ma di difficile interpretazione nei soggetti troppo piccoli (Fig. 1-4, 7), nei sauri e negli ofidi queste differenze sono facilmente evidenziabili già da neonati. In sauri e ofidi la plica orizzontale che divide l'urodeo dal coprodeo, grazie alle contrazioni cloacali, copre la parte "genitale" dell'urodeo e connette direttamente il coprodeo al proctodeo. Nel coprodeo lo sfintere anale è attraversabile facilmente. Nelle tartarughe, alla base dei muscoli che proteggono l'urodeo, vi è l'apertura anale che si continua con il retto (Fig. 2-4, 7). È giusto precisare che questi due muscoli, nei cheloni, si continuano fino a collegarsi con il dotto seminale aperto del pene. La struttura del retto e del tratto terminale del colon, in ofidi e sauri, è molto simile e si evince chiaramente la funzione di accumulo di feci ma anche della poltiglia di acido urico. Alla fine del retto è presente la valvola retto-colica. Nelle tartarughe palustri, lateralmente all'urodeo, nella porzione dorsale della cloaca, sono presenti le vesciche accessorie, anch'esse esplorabili. In tutti i cheloni, infine è ispezionabile la vescica che presenta le pareti più o meno trasparenti, soprattutto nelle palustri, permettendo la visualizzazione degli organi celomatici (Fig. 2, 5). Per quanto concerne le *Caretta*, non vi sono particolari differenze con l'anatomia degli altri cheloni, se non la mancanza delle vesciche accessorie e la difficoltà nelle procedure a causa delle grandi dimensioni dell'organo (Fig. 8). Raramente abbiamo notato, sugli animali trattati, segni di disagio durante e dopo la cloacoscopia.

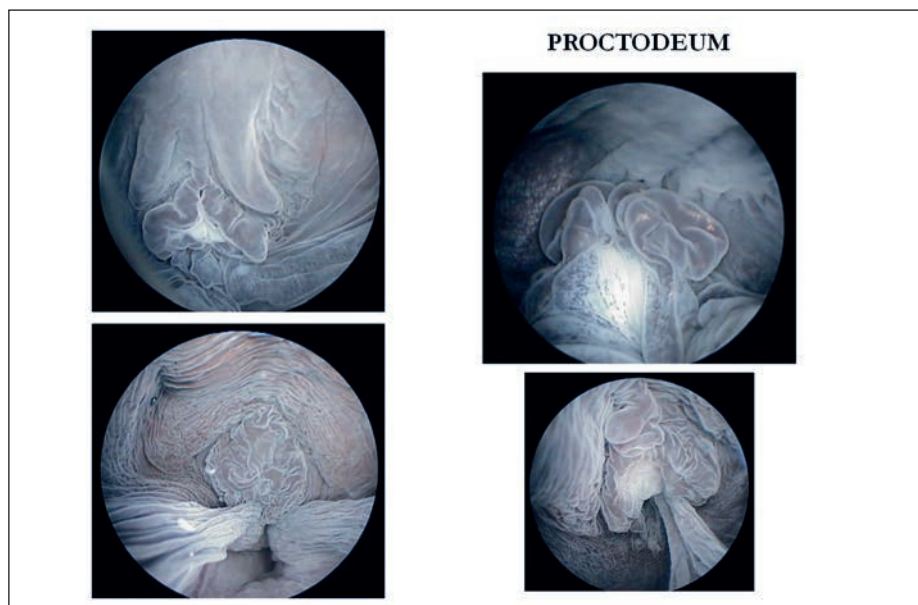


Fig. 1 — Tipico aspetto del proctodeo in *Emys* spp./Typical look of proctodeum in *Emys* spp.

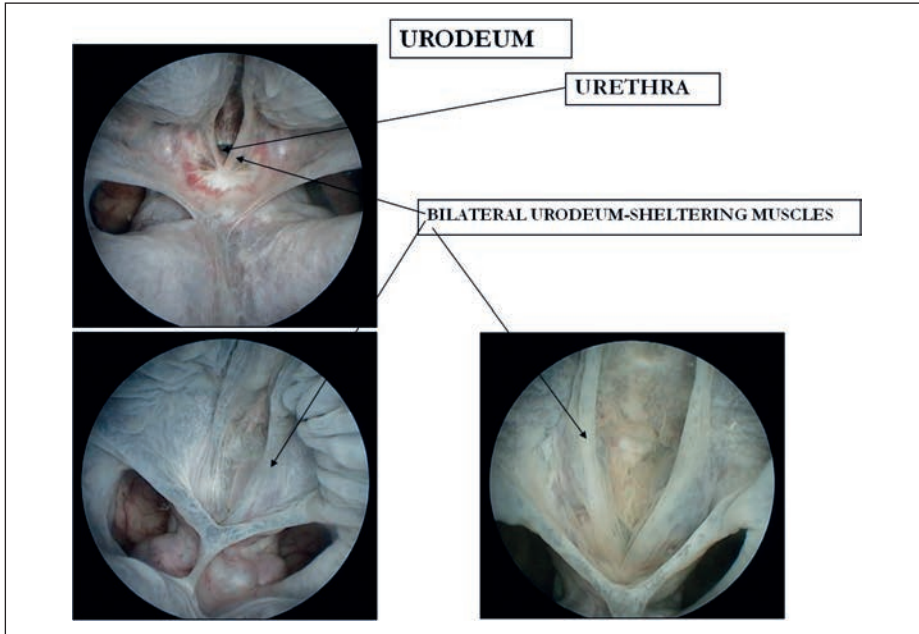


Fig. 2 — Emididae, porzione centrale della cloaca/*Emididae, central portion of cloaca.*

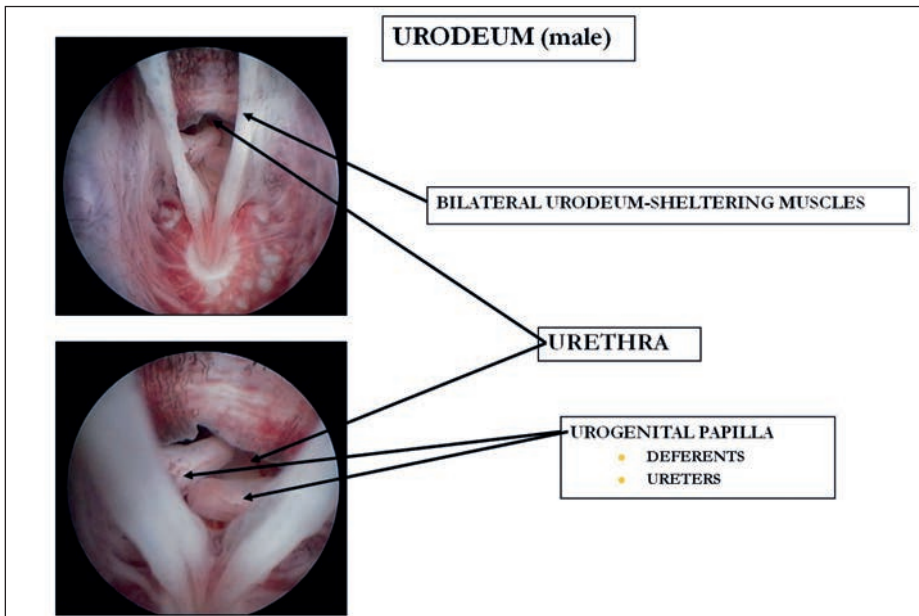


Fig. 3 — Emididae, maschio subadulto/*Emididae, subadult male.*

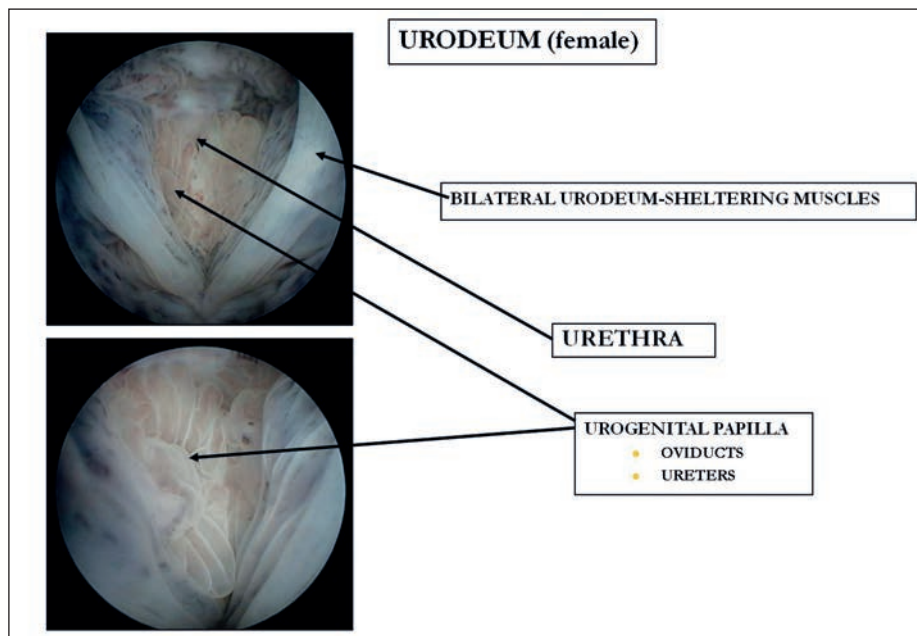


Fig. 4 — Emididae, femmina subadulto/ *Emididae, subadult female.*

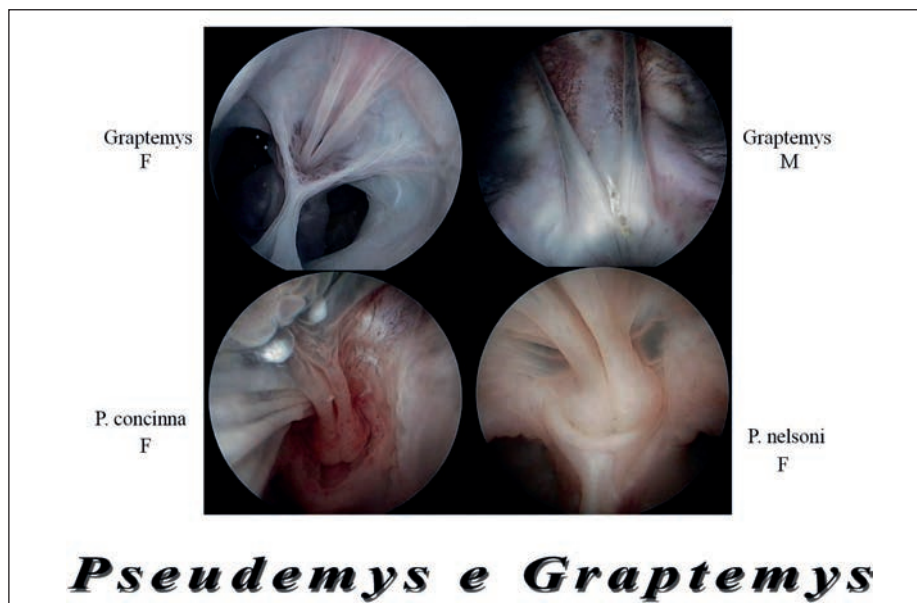


Fig. 5 — Alcuni esempi di cloaca in varie specie di Emididae, *Graptemys* sp. e *Pseudemys* sp./Some examples of cloaca in various species of *Emididae*, *Graptemys* sp. and *Pseudemys* sp.





Fig. 6 — Cloaca di *Pelodiscus sinensis* femmina, si noti l'aspetto a sei punte del clitoride e la tipica struttura dell'urodeo con muscoli molto esili/Cloaca of *Pelodiscus sinensis* female, note the six-pointed aspect of the clitoris and the typical urodeum structure with very thin muscles.

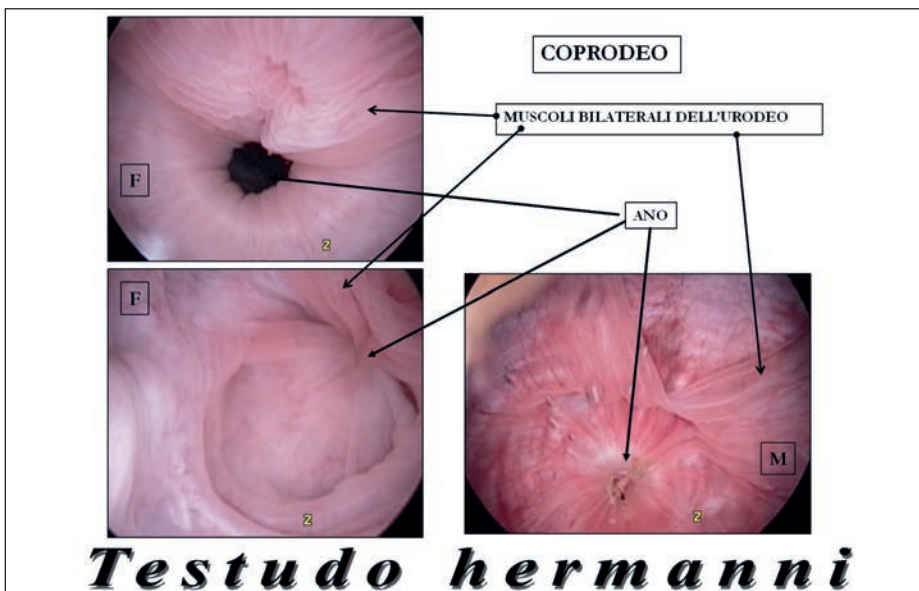


Fig. 7 — Aspetto della cloaca in *Testudo hermanni*, a sinistra una femmina a destra un maschio/Look of cloaca in *Testudo hermanni*, on the left a female on the right a male.

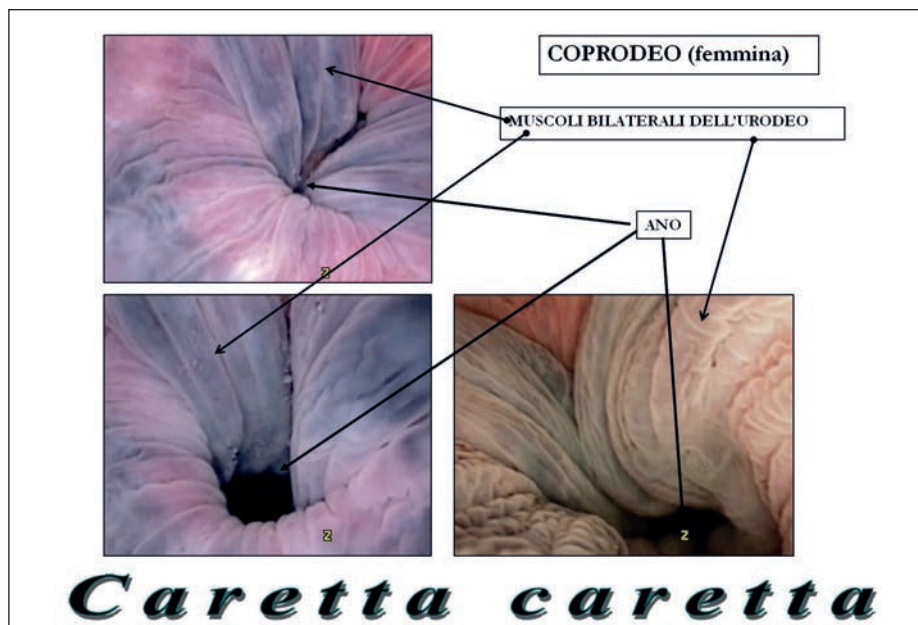


Fig. 8 — Cloacoscopia in una *Caretta caretta* femmina/Cloacoscopy in a female of *Caretta caretta*.

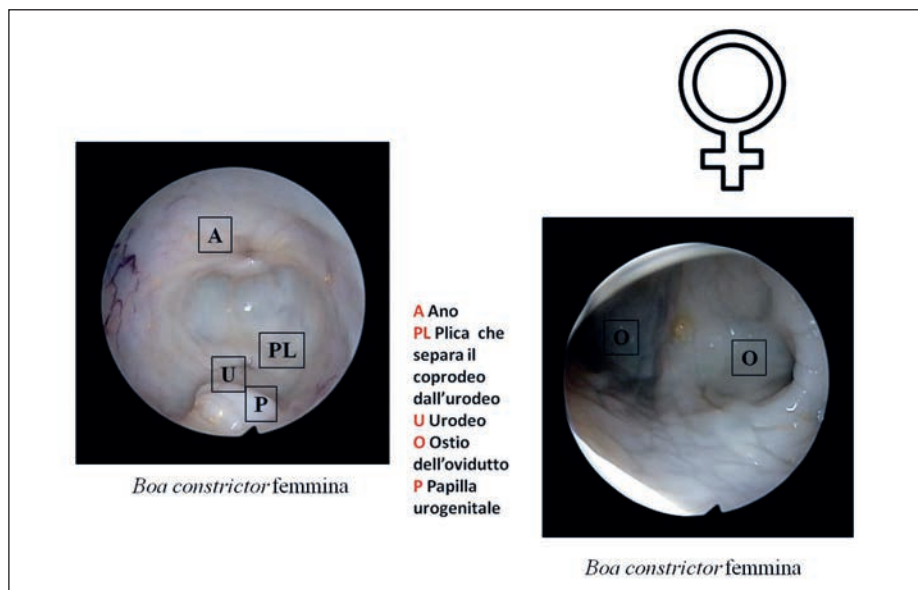


Fig. 9 — Aspetti endoscopici nei boidi, si noti l'aspetto a fondo cieco nel maschio/Endoscopic aspects in the boids, note the dead end appearance in the male.

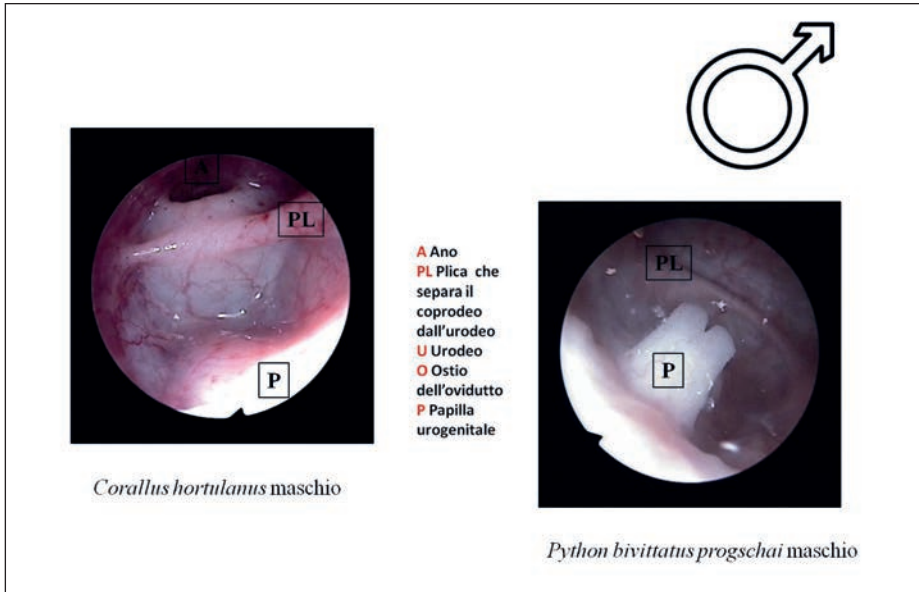


Fig. 10 — Ulteriori immagini endoscopiche di un *Corallus* sp. maschio e una *Python* sp. femmina/Further endoscopic images of a *Corallus* sp. male and a *Python* sp. female.

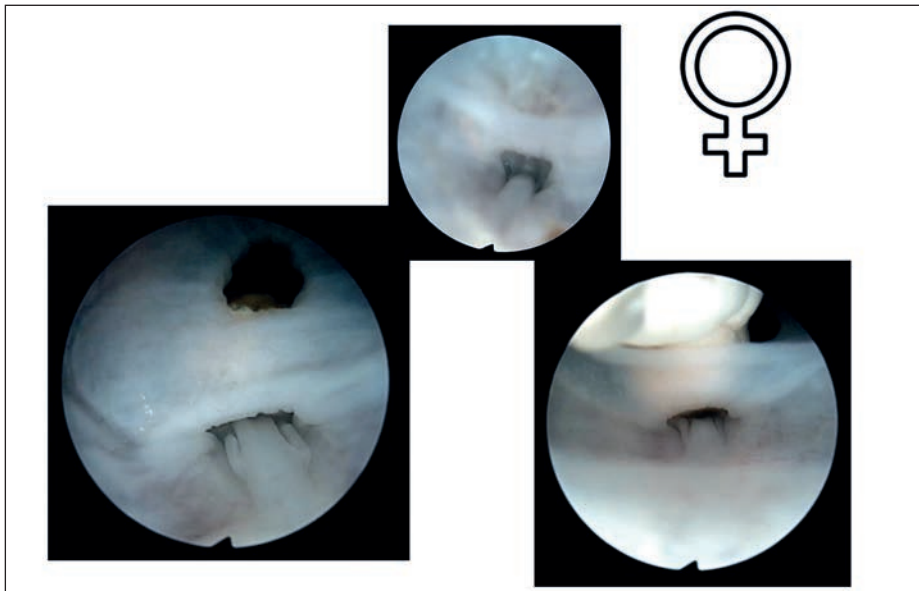


Fig. 11 — *Salvador merianae*, cloacoscopie in individui femmina, si noti lo sbocco degli ovidutti/Salvador marianae, cloacoscopies in females, note the way out of the oviducts.

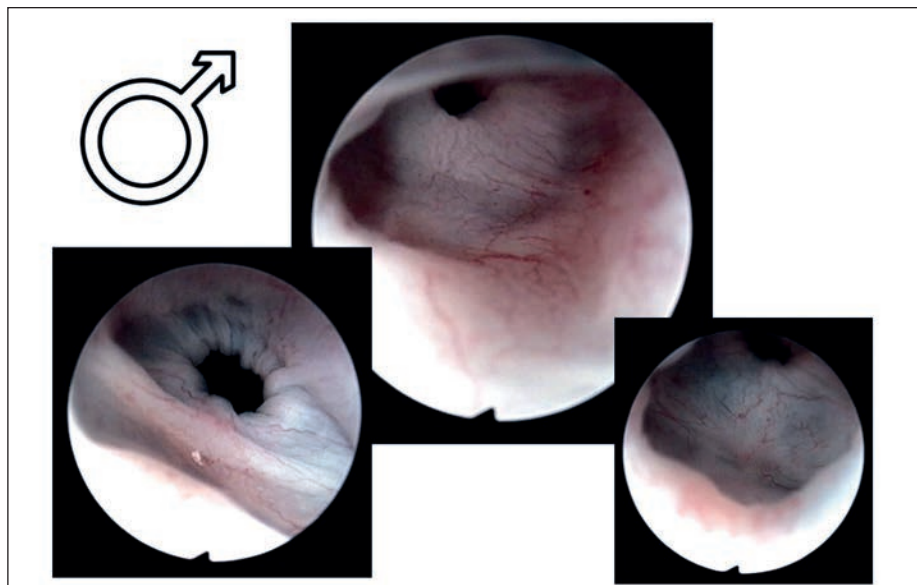


Fig. 12 — *Salvador merianae*, cloacoscopie in individui maschi, si noti l'aspetto a fondo cieco/*Salvador marianae*, cloacoscopies in males, note the completely blind aspect.

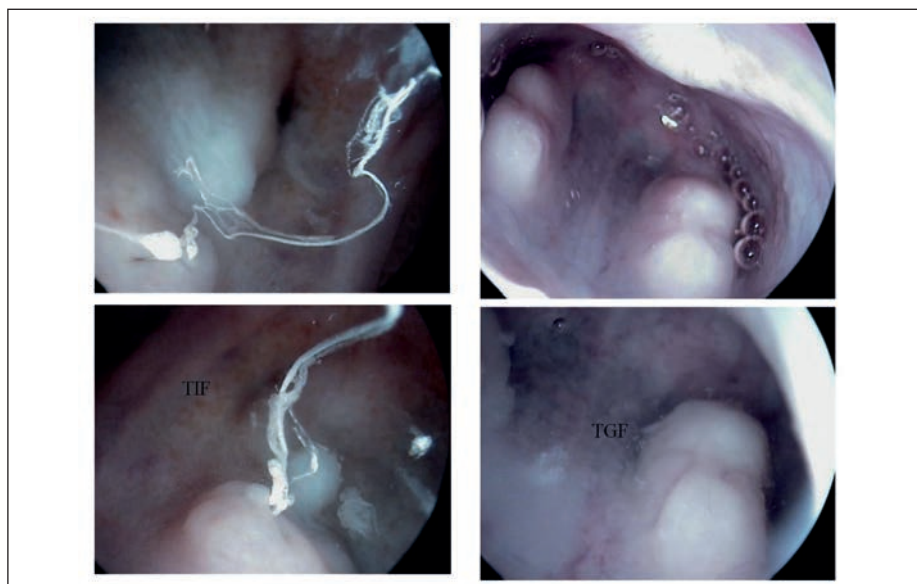


Fig. 13 — *Tiliqua gigas*, cloacoscopie in individui femmina, si noti lo sbocco degli ovidutti/*Tiliqua gigas*, cloacoscopies in females, note the way out of the oviducts.

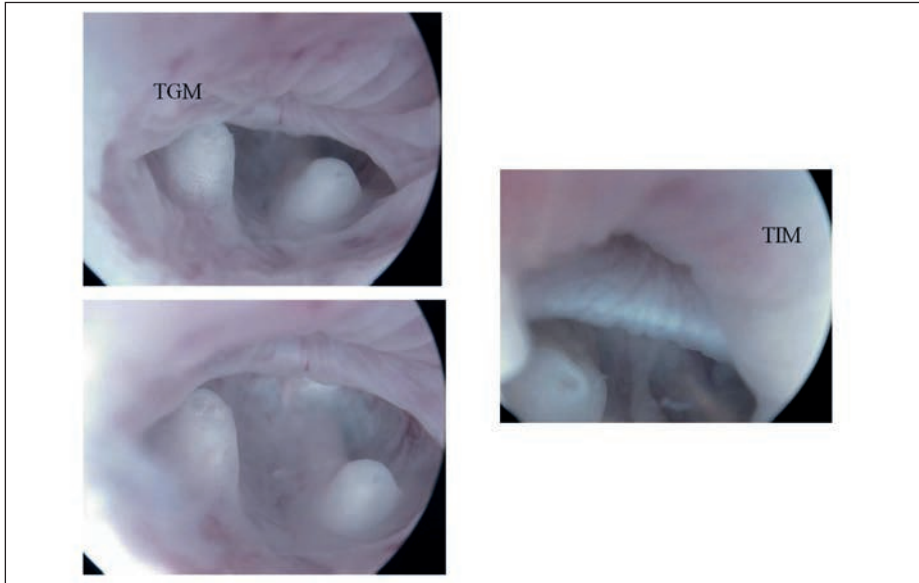


Fig. 14 — *Tiliqua gigas*, cloacoscopies in individui maschi, si noti l'aspetto a fondo cieco/*Tiliqua gigas*, cloacoscopies in males, note the completely blind aspect.

La morfologia della cloaca nei rettili mostra ovviamente delle enormi variabilità tra le differenti specie e gli operatori devono raggiungere una conoscenza dettagliata delle principali differenze, prima di tentare la determinazione del sesso attraverso l'esame endoscopico della cloaca. La tecnica cloacoscopica si è dimostrata una tecnica minimamente invasiva e con la determinazione del sesso tramite endoscopia cloacale, lo stress dell'animale è minimo, e il rischio di lesioni è basso (SPADOLA *et al.*, 2000, 2001, 2003, 2009; KNOTEK *et al.*, 2015; OLIVERI *et al.*, 2016, 2018; MORICI *et al.*, 2017).

È importante puntualizzare come questa tecnica di sessaggio è notevolmente adatta ad essere applicata in campo durante i programmi di riproduzione e conservazione delle specie a rischio estinzione. Questo perché è una procedura poco invasiva, non necessita di protocolli anestesiológicos profondi, è di brevissima durata e soprattutto può essere praticata utilizzando uno strumento leggero e di piccole dimensioni, ma anche collegabile direttamente ad uno *smartphone*. Sono certamente necessari studi futuri al fine di affinare quanto più possibile la tecnica così da poter valutare e determinare il sesso anche in altre specie non trattate in questo manoscritto.

*Ringraziamenti* — Si ringrazia il Sig. Matteo Scimone per la preziosa collaborazione.



## BIBLIOGRAFIA

- DIVERS S.J., 2010. Reptile diagnostic endoscopy and endosurgery. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, 13(2): 217-42. doi: 10.1016/j.cvex.2010.01.004.
- DIVERS S.J., 2015. Endoscopic Sex Identification in Chelonians and Birds (Psittacines, Passerines, and Raptors). *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, 18(3): 541-554.
- KNOTEK Z., JEKL V., MORICI M. & SPADOLA F., 2015. Cloacoscopy as a feasible method of health management for chelonians. Pp. 266-267 in: *Proc. 40<sup>th</sup> World Small Animal Veter. Ass. Congr.*, Bangkok.
- MARTÍNEZ-SILVESTRE A., BARGALLÓ F. & GRÍFOLS J., 2015. Gender Identification by Cloacoscopy and Cystoscopy in Juvenile Chelonians. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, 18(3): 527-539.
- MATTSON K.J., DE VRIES A., MCGUIRE S.M., KREBS J., LOUIS E.E. & LOSKUTOFF N.M., 2007. Successful artificial insemination in the corn snake, *Elaphe gutatta*, using fresh and cooled semen. *Zoo Biol. Sep.*, 26(5): 363-369.
- MOLINIA F.C., BELL T., NORBURY G., CREE A. & GLEESON D.M., 2010. Assisted breeding of skinks or how to teach a lizard old tricks! *Herpetol. Conserv. Bio.*, 5(2): 311-319.
- MORICI M., DI GIUSEPPE M., OLIVERI M., KNOTEK Z. & SPADOLA F., 2017. Cloacoscopic sex determination in Tegu lizards. Pp. 544-545 in: *3rd Int. Conf. Avian Herpetol. Exotic mammal medic.*, Venezia.
- OLIVERI M., BARTOSKOVA A., SPADOLA F., MORICI M., DI GIUSEPPE M. & KNOTEK Z., 2018. Method of Semen Collection and Artificial Insemination in Snakes. *J. Exot. Pet Med.*, 27(2): 75-80.
- OLIVERI M., MORICI M., NOVOTNÝ R., BARTOŠKOVÁ A. & KNOTEK Z., 2016. Cloacoscopy in the Horned Viper (*Vipera ammodytes*). *Acta Veter. Brno*, 85(3): 251-253.
- SELLERI P., DI GIROLAMO N. & MELIDONE R., 2013. Cytoscopic sex identification of posthatching chelonians. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 242: 1744-1750.
- SPADOLA F. & INSACCO G., 2009 Endoscopy of cloaca in 51 *Emys trinacris* (Fritz et al., 2005): morphological and diagnostic study. *Acta herpetol.*, 4 (1): 73-81.
- SPADOLA F. & INSACCO G., 2010. Endoscopic Study of the Cloacal Morphology of *Pelodiscus sinensis*. *Reptilia*, 70: 67-68.
- SPADOLA F., MUSICÒ M., INTERLANDI C.D., COSTA G.L. & CUCINOTTA G., 2001. Preliminary results in clinical application of cloacoscopy. *XX Int. Congr. E.S.V.S.*, 20: 299-304.
- SPADOLA F., IANNELLI D., LATELLA G., INSACCO G., CAPRÍ A. & IANNELLI N., 2010. Diagnosi precoce delle patologie cloacali negli ofidi: esperienze preliminari di video-endoscopia. *Atti Soc. ital. Sci. veterin.*, 64: 326-328.
- SPADOLA F., MUSICÒ M., INTERLANDI C. & CUCINOTTA G. 2000. Patologie della cloaca nei rettili domestici. *Obiettivi e Doc. Veter.*, 12: 19-26.
- SPADOLA F., MUSICÒ M., MACRÌ F., INTERLANDI C.D., COSTA G., SIRACUSANO L. & CUCINOTTA G., 2003. Applicazione clinica della cloacosopia nei rettili e nei volatili. *Summa*, 1: 23-28.
- WITZENBERGER K.A. & HOCHKIRCH A., 2011. Ex situ conservation genetics: a review of molecular studies on the genetic consequences of captive breeding programmes for endangered animal species. *Biodivers. Conserv.*, 20: 1843.

*Indirizzo degli autori* — F. SPADOLA, E. LUBIAN, V.C. NEVE, G.L. COSTA, Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università degli Studi di Messina, via Palatucci s.n.c. - 98128 Messina (I); M. MORICI, Pombia park s.r.l., Via Larino, 3 - 28050 Pombia (Novara, I); M. OLIVERI, Gwana Vet exotic animal hospital, Calle Guitierre de Cetina, 19 - 28017 Madrid (Spain); M. DI GIUSEPPE, Centro Veterinario per Animali Esotici, Viale Regione Siciliana Sud Est, 422 - 90129 Palermo (I).





DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790650>

EMILIO SPERONE, PIERLUIGI SERRAVALLE, CLAUDIA VALERIOTTI,  
CARLO TERRANOVA, GIUSEPPE PAOLILLO, RICCARDO DIENI, GIANNI GIGLIO,  
FRANCESCO LUIGI LEONETTI, PAOLO FERACO, ILARIA BERNABÒ  
& SANDRO TRIPEPI

NOTE SULLA DISTRIBUZIONE E L'ECOLOGIA  
DEI SERPENTI IN CALABRIA

RIASSUNTO

In Calabria sono presenti sette specie di serpenti: *Coronella austriaca*, *Hierophis viridiflavus*, *Elaphe quatuorlineata*, *Natrix helvetica*, *Natrix tessellata*, *Vipera aspis* e *Zamenis lineatus*. Tra queste, il biacco e la natrice dal collare sono risultate le specie a più ampia distribuzione geografica ed ecologica. Non sempre uniforme è apparsa, invece, la presenza delle altre specie, la cui frequenza rimane, comunque, rilevante. Decisamente localizzata e circoscritta è la presenza della natrice tassellata che nella Calabria centro-settentrionale raggiunge il limite meridionale del proprio areale. La presenza di *Zamenis situla* e *Coronella girondica*, specie potenzialmente presenti o riportate in letteratura per la regione, non è stata confermata.

*Parole chiave.* Serpenti, distribuzione, monitoraggio, Calabria

SUMMARY

*Notes on the distribution and ecology of snakes in Calabria.* In Calabria there are seven species of snakes: *Coronella austriaca*, *Hierophis viridiflavus*, *Elaphe quatuorlineata*, *Natrix helvetica*, *Natrix tessellata*, *Vipera aspis* and *Zamenis lineatus*. Among these, the European whip Snake and the Barred grass Snake were the species with the widest geographical and ecological distribution. The presence of the other species did not always appear uniform,

however, their frequency remains relevant. The presence of the Dice Snake, that in central-northern Calabria reaches the southern limit of its *range*, is localized and circumscribed. The presence of *Zamenis situla* and *Coronella girondica*, species potentially present or reported in the literature for the region, has not been confirmed.

*Key words.* Snakes, distribution, monitoring, Calabria

## INTRODUZIONE

Quello dei serpenti è sicuramente un gruppo di rettili emblematico, che da sempre è stato oggetto di credenze popolari errate, racconti negativi, storie storpiate, falsi miti e leggende metropolitane. Eppure si tratta di animali timidi ed elusivi, che spesso rivestono un ruolo cruciale all'interno degli ecosistemi naturali e rurali in cui sono presenti, rappresentando talvolta l'elemento chiave nel contenimento delle popolazioni di piccoli animali (soprattutto micromammiferi come topi delle case, topi selvatici, ratti, arvicole), spesso dannosi per le attività agricole ed in certi casi vettori di patologie pericolose anche per l'uomo (PANDEY *et al.*, 2016). Il loro peculiare e sfuggente stile di vita, le difficoltà di campionamento che si riscontrano in molti ecosistemi da loro prediletti ed il metabolismo eterotermo rettiliano rendono i serpenti un gruppo di non facile studio e monitoraggio e per molte aree le conoscenze sulla loro distribuzione ed ecologia risultano ancora frammentarie. Il presente contributo delinea in maniera preliminare la distribuzione e le preferenze ecologiche dei serpenti in Calabria, che è la regione più meridionale della Penisola Italiana.

## MATERIALI E METODI

I dati utilizzati per le analisi sono contenuti nel database erpetologico del Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra dell'Università della Calabria e della sezione SHI Calabria. Essi ricoprono un arco temporale piuttosto ampio che va dal 1990 al 2021 e interessano tutto il territorio regionale. Nella maggior parte dei casi, i dati sono frutto di campionamenti sul campo mirati proprio al monitoraggio dell'erpetofauna calabrese e condotti mediante *transect sampling* alla ricerca diretta degli animali in attività o presso possibili rifugi naturali. Sono state anche incluse nel database le segnalazioni occasionali ed opportunistiche, come il rinvenimento di esemplari

morti su strada, o eventuali avvistamenti segnalati da privati, sempre documentati da fotografia.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

In totale sono state analizzate 1224 segnalazioni originali di presenza di serpenti nel territorio calabrese. I dati hanno confermato la presenza di sette specie di serpenti: *Coronella austriaca*, *Hierophis viridiflavus*, *Elaphe quatuorlineata*, *Natrix helvetica*, *Natrix tessellata*, *Vipera aspis* e *Zamenis lineatus*. In Tab. 1 sono riportati i dati più significativi relativi alla loro frequenza e alle loro preferenze ambientali in termini di range altitudinale e preferenze di habitat.

**Tabella 1**

Frequenza e preferenze ambientali, in termini di *range* altitudinale e habitat, delle sette specie di serpenti presenti in Calabria.  
*Frequency and environmental preferences, in terms of altitudinal range and habitat, of the seven species of snakes present in Calabria*

Specie	No. di segnalazioni	Range altitudinale	Habitat di elezione
<i>Coronella austriaca</i>	76	0-1600 m s.l.m.	macchia, aree boschive
<i>Hierophis viridiflavus</i>	407	0-1600 m s.l.m.	macchia, ambienti aperti
<i>Elaphe quatuorlineata</i>	103	0-900 m s.l.m.	macchia, ambienti aperti
<i>Natrix helvetica</i>	374	0-1600 m s.l.m.	ambienti umidi anche artificiali
<i>Natrix tessellata</i>	24	0-600 m s.l.m.	ambienti ripariali
<i>Vipera aspis</i>	147	0-1600 m s.l.m.	faggete, pietraie
<i>Zamenis lineatus</i>	93	0-1600 m s.l.m.	macchia, aree boschive

Tra queste, il Biacco e la Natrice dal collare sono risultate le specie segnalate più volte e a più ampia distribuzione geografica ed ecologica. Non sempre uniforme è apparsa, invece, la presenza delle altre specie, la cui frequenza rimane, comunque, rilevante. Tra di esse, la Natrice tassellata ed il Cervone sono apparse più termofile delle altre. In particolare, decisamente localizzata e circoscritta è la presenza della Natrice tassellata che nella Calabria centro-settentrionale raggiunge il limite meridionale del proprio areale (SINDACO *et al.*, 2006). La presenza del Colubro leopardino *Zamenis situla* e del Colubro del Riccioli *Coronella girondica*, specie potenzialmente presenti o segnalate in bibliografia per la regione (BRUNO & MAUGERI, 1990), non è stata confermata.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNO S. & MAUGERI S., 1990. Serpenti d'Italia e d'Europa. *Mondadori*, Milano, 223 pp.
- PANDEY D.P., SUBEDI PANDEY G., DEVKOTA K. & GOODE M., 2016. Public perceptions of snakes and snakebite management: implications for conservation and human health in southern Nepal. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, 12: 22.
- SINDACO R., DORIA G., RAZZETTI E. & BERNINI F., 2006. Atlante degli anfibi e dei rettili d'Italia. *Societas Herpetologica Italica, Ed. Polistampa*, Firenze, 792 pp.

*Indirizzo degli autori* — E. SPERONE, P. SERRAVALLE, C. VALERIOTI, C. TERRANOVA, G. PAOLILLO, R. DIENI, G. GIGLIO, F.L. LEONETTI, P. FERACO, I. BERNABÒ, S. TRIPEPI, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, Via P. Bucci, cubo 4B - 87036 Rende (Cosenza, I); e-mail: emilio.sperone@unical.it.

CRISTIANO SPILINGA, FRANCESCA MONTIONI, LUCA COPPARI,  
DAVID FIACCHINI, ALESSANDRO ROSSETTI & FEDERICO MORANDI

## MONITORAGGIO E CONSERVAZIONE DEGLI ANFIBI NEL PARCO NAZIONALE DEI MONTI SIBILLINI

### RIASSUNTO

Vengono illustrate le attività di monitoraggio e conservazione degli Anfibi svolte nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini durante il biennio 2018-2019. Le attività condotte hanno permesso di incrementare le conoscenze sulla distribuzione degli Anfibi nel Parco e aggiornare la relativa checklist con l'inserimento del tritone italiano *Lissotriton italicus*, mai segnalato in precedenza nell'Area Protetta. L'organizzazione di due turni di volontariato ha permesso inoltre di ripristinare 16 biotopi umidi di particolare interesse per la riproduzione degli Anfibi presenti nel Parco.

*Parole chiave.* Monti Sibillini, Anfibi, conservazione, ripristino habitat.

### SUMMARY

*Monitoring and Conservation of Amphibians in the Sibillini National Park.* This work describes the monitoring and conservation activities of the Amphibians in the Sibillini National Park carried out in the two-year period 2018-2019. These activities allowed to increase the knowledge on the distribution of Amphibians in the Park and to update the related checklist with the inclusion of the Italian newt (*Lissotriton italicus*), previously not reported in the Protected Area. Finally, the organization of two volunteer shifts allowed to restore 16 humid biotopes of particular interest for the reproduction of the amphibians present in the Park.

*Key words.* Monti Sibillini, Amphibians, conservation, habitat restoration.

### INTRODUZIONE

Nel corso del 2018 l'Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini ha affida-

to allo Studio Naturalistico Hyla il “Progetto di monitoraggio e conservazione degli Anfibi nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini”. In relazione alle informazioni note sulla distribuzione delle specie contenute nell’Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Parco Nazionale dei Monti Sibillini (FIACCHINI, 2013), della localizzazione delle aree umide presenti nell’area di studio e delle esigenze ecologiche delle singole specie, è stata avviata a luglio del 2018 una ricerca opportunistica nell’intero territorio dell’area protetta (BALLETTTO & GIACOMA, 1990; HEYER *et al.*, 1994).

È stato strutturato un disegno di campionamento *ad hoc* prevedendo, in relazione alle varie specie, l’ispezione mirata di determinati settori, con l’obiettivo di aumentare le conoscenze sulla distribuzione delle specie note e di accertare la presenza delle specie segnalate subito al di fuori dell’area protetta. Le indagini condotte confermano l’estremo interesse erpetologico del Parco Nazionale dei Monti Sibillini, accertando la presenza di 8 delle 12 specie note per l’area e confermandone la presenza in nuovi settori del Parco. Ad esempio, si riporta la segnalazione di Geotritone italiano raccolto a Montemonaco e quella di Rana appenninica a Visso, mai emerse precedentemente rispetto a quanto indicato in FIACCHINI (2013).

Sebbene si possa tenere conto del difetto di ricerca, le indagini condotte non consentono di approfondire le conoscenze sulle specie particolarmente rare e localizzate nel Parco come, ad esempio, la Salamandra pezzata o l’U-lulone appenninico, note in poche località e riferite ad un numero particolarmente esiguo di individui spesso isolati (FIACCHINI, 2013). Di particolare rilievo la prima segnalazione all’interno dell’area protetta, di un maschio adulto di Tritone italiano osservato in un abbeveratoio in Loc. Monastero (Cessapalombo) che fa salire a 13 il numero delle specie di Anfibi presenti nel Parco (Tab. 1).

Il lavoro ha previsto inoltre l’individuazione e la mappatura dei biotopi umidi di particolare interesse per gli Anfibi presenti nel Parco, andando ad evidenziare i necessari interventi di ripristino e conservazione. Nell’arco di 18 mesi sono stati schedati 84 biotopi umidi distribuiti nell’intero territorio protetto, andando a definire per ognuno informazioni puntuali utili al monitoraggio e alla gestione.

Nell’ambito del progetto sono stati inoltre organizzati, a settembre del 2018 e a settembre del 2019, due campi di volontariato per la conservazione degli Anfibi. Durante le attività sono stati coinvolti complessivamente 17 volontari, provenienti da varie zone d’Italia che oltre ad apprendere le conoscenze base sugli Anfibi hanno contribuito attivamente al ripristino, conservazione e adeguamento di 16 biotopi umidi di particolare interesse per gli Anfibi (abbeveratoi, fontanili e pozze).

Nel corso della primavera del 2019 sono stati condotti dei sopralluoghi presso

Tabella 1

Checklist delle specie presenti all'interno del Parco Nazionale dei Monti Sibillini/Check-list of species present inside the National Park Monti Sibillini.

Gli Anfibi nel territorio del Parco			
Nome scientifico	Nome comune	FIACCHINI (2013)	2018-2019
<i>Speleomantes italicus</i>	Geotritone italiano	x	x
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra pezzata	x	
<i>Salamandrina perpicillata</i>	Salamandrina di Savi	x	x
<i>Triturus carnifex</i>	Tritone crestato italiano	x	x
<i>Lissotriton italicus</i>	Tritone italiano		x
<i>Lissotriton vulgaris</i>	Tritone punteggiato	x	x
<i>Bombina variegata</i>	Ululone appenninico	x	
<i>Hyla intermedia</i>	Raganella italiana	x	x
<i>Bufo bufo</i>	Rospo comune	x	x
<i>Bufo viridis</i>	Rospo smeraldino	x	
<i>Rana dalmatina</i>	Rana agile	x	
<i>Rana italica</i>	Rana appenninica	x	x
<i>Pelophylax lessonae/ Pelophylax kl. esculentus</i>	Rana di Lessona/ Rana esculenta	x	x

i siti interessati dagli interventi, con lo scopo di accertare/confermare eventuali deposizioni da parte degli Anfibi e verificare la buona riuscita degli interventi realizzati. Il dato più interessante risulta quello relativo ad un fontanile collocato nel settore settentrionale del Parco a rischio di interrimento (Fig. 1) che nella primavera del 2019, a soli sei mesi di distanza dalla rimozione dei sedimenti (settembre 2018), ha consentito di confermare la presenza di Salamandrina di Savi nel sito con l'osservazione di circa 70 femmine in deposizione, oltre che confermare la riproduzione della Rana appenninica con l'osservazione di circa 50 girini. Nello stesso fontanile è stata registrata la prima osservazione per il Parco di Tritone italiano.

Al termine delle attività svolte risulta evidente come sia indispensabile, per una corretta gestione del territorio, mantenere alto il livello di attenzione sulla conservazione degli Anfibi, in particolar modo nei confronti di quelle specie che si sono adattate a riprodursi in biotopi artificiali, quali abbeveratoi e fontanili realizzati principalmente per fini zootecnici per l'abbeveraggio del bestiame al pascolo e attualmente a rischio di abbandono (ROMANO, 2014; BUONO *et al.*, 2019; CABALLERO-DIAZ *et al.*, 2020). Rimane dunque essenziale, per la conservazione di queste piccole popolazioni di Anfibi nel Parco, prevedere monitoraggio in continuo di queste raccolte d'acqua, oltre che garantirne, anche con piccoli interventi di manutenzione, la possibilità di utilizzo da parte degli Anfibi.

*Ringraziamenti* — Il presente lavoro è stato reso possibile grazie all'autorizzazione alla manipolazione degli Anfibi da parte del Ministero dell'Ambiente (protocollo n° 0008302/PNM del 20/04/2018). Si ringraziano tutti i collaboratori del progetto e i volontari che hanno contribuito al ripristino dei siti durante i due turni di volontariato.





Fig. 1 — Fontanile oggetto delle attività di ripristino e pulizia svolte dai volontari nel 2018/*Fountain subject of the restoration and cleaning activities carried out by volunteers in 2018.*

#### BIBLIOGRAFIA

- BALLETTO E. & GIACOMA C., 1990. L'erpetofauna: censimenti e metodi di studio. Pp. 145-147 in: Fasola M. (red.), Atti II Seminario italiano Censimenti faunistici dei Vertebrati. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 16.
- BUONO V., BISSATTINI A.M., & VIGNOLI L., 2019. Can a cow save a newt? The role of cattle drinking troughs in amphibian conservation. *Aquat. Conserv.*, 29(6): 964-975.
- CABALLERO-DIAZ C., SANCHEZ-MONTES G., BUTLER H.M., VREDENBURG V.T. & MARTINEZ-SOLANO I., 2020. The role of artificial breeding sites in amphibian conservation: A case study in rural areas in central Spain. *Herpetol. Conserv. Bio.*, 15(1): 87-104.
- FIACCHINI D., 2013. Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Parco Nazionale dei Monti Sibillini. Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini. Collana Quaderni scientifico-divulgativi, 16. Ed. GESp, Città di Castello, 112 pp.
- HEYER W.R., DONNELLY M.A., MCDIARMID R.W., HAYEK L.C. & FOSTER M.S. (Eds.), 1994. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. *Smithsonian Institution Press*, Washington, 364 pp.
- ROMANO A., 2014. La salvaguardia degli anfibi nei siti acquatici artificiali dell'Appennino. Linee guida per la costruzione, manutenzione e gestione. Ed. *Belvedere*, Latina, 142 pp.

*Indirizzo degli autori* — C. SPILINGA, F. MONTIONI, L. COPPARI, Studio Naturalistico HYL A S.r.l., Via Baroncino, 11 - 06069 Tuoro sul Trasimeno (Perugia, I); e-mail: info@studionaturaisticohy la.it; A. ROSSETTI, F. MORANDI, Ente Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Piazza del Forno, 1 - 62039 Visso (Macerata, I); e-mail: parco@sibillini.net; C. SPILINGA, F. MONTIONI, L. COPPARI, D. FIACCHINI, S.H.I. Sezione interregionale Umbria-Marche; e-mail: shisezioneumbriamarche@gmail.com.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790661>

FEDERICO STORNILO, MARCO A.L. ZUFFI, ALAN J. COLADONATO,  
MARCO MANGIACOTTI, STEFANO SCALI & ROBERTO SACCHI

PATTERNS OF *HAEMOPROTEUS* OCCURRENCE  
IN WILD POPULATIONS OF *PODARCIS MURALIS*

SUMMARY

The common wall lizard *Podarcis muralis* is widespread in the Italian territory and, for this reason, it was studied extensively in the last decades. However, some aspects of its biology are still unclear and require specific research. This is the case of the parasite-host interaction with ubiquitous blood parasites of terrestrial vertebrates such as Apicomplexa. Given the broad distribution of the common wall lizard in the territory and the frequent presence of haemoparasites in wild populations of reptiles, it is worth investigating how the two counterparts interact and the possible factors affecting presence and abundance of such parasites in lizard populations. In this study we have investigated 61 populations of the Italian peninsula from 2008 to 2017, analyzing frequency and intensity of the presence of *Haemoproteus* spp. in blood samples in relation to lizard size, latitude and checking for any effect of seasonality. The analyses showed that females are generally parasitized more frequently and intensely than males; moreover, in both sexes size has a positive effect on parasite presence as larger individuals are parasitized more frequently and intensely; on the other hand, latitude has a negative effect on as northern populations show lower parasite presence and load in both sexes. Eventually in terms of seasonality, we recorded a slight though significant effect in both sexes on both parasite presence and intensity. In conclusion, our study highlights that many different factors can influence such parasite-host interaction, although seasonality appears to play a marginal role in comparison to life-history traits or geographic factors.

*Key words.* *Podarcis muralis*, haemoparasites, life-history traits, seasonality.

RIASSUNTO

*Modello di presenza di Haemoproteus in popolazioni di Podarcis muralis.* La lucertola muraiola *Podarcis muralis* è una specie ampiamente distribuita nel territorio italiano, e per questo è stata ampiamente studiata sotto differenti aspetti negli scorsi decenni. Tuttavia, alcuni aspetti della sua biologia rimangono poco chiari e richiedono studi mirati. Questo è il caso del rapporto parassita-

ospite con parassiti ubiquitari dei vertebrati terrestri quali gli Apicomplexa. Data l'ampia distribuzione di *P. muralis* e la frequente presenza di suddetti emoparassiti nelle popolazioni selvatiche di rettili, è meritevole di attenzione studiare come le due controparti si interfacciano, cercando di indagare i fattori che influiscono sulla presenza e abbondanza di suddetti parassiti nelle popolazioni di sauri. In questo lavoro abbiamo studiato 61 popolazioni di lucertola muraiola nel territorio italiano tra il 2008 e il 2017, analizzando prevalenza e intensità della presenza di *Haemoproteus* spp. nei campioni di sangue in relazione alla taglia dell'individuo e alla latitudine e verificando la presenza di possibili effetti della stagionalità. Le analisi hanno indicato che le femmine di suddette popolazioni sono in media più parassitate dei maschi; ulteriormente, in entrambi i sessi taglia ha un effetto positivo sulla presenza del parassita in quanto gli individui di dimensioni maggiori tendono ad essere parassitati più spesso e più intensamente; di converso, la latitudine mostra un effetto negativo in quanto le popolazioni settentrionali mostrano presenza e carica parassitaria inferiore in entrambi i sessi. Per quanto riguarda la stagionalità, abbiamo rilevato un effetto lieve seppur significativo in entrambi i sessi, più marcato nei maschi. Di conseguenza il nostro studio evidenzia come molteplici fattori possono influenzare questa interazione parassita-ospite, tuttavia tra questi la stagionalità appare marginale mentre fattori come life-history traits o geografici hanno un peso più significativo.

*Parole chiave.* *Podarcis muralis*, emoparassiti, *life-history traits*, stagionalità.

## INTRODUCTION

The study between the coexistence of wild population and non-virulent or endemic parasites is a growing field in parasitological research (ANDERSON, 1995). Therefore, in order to provide preliminary insight about how wild populations cope with persistent and endemic parasites, it is necessary to investigate a widespread host species and its interactions with such parasites. Blood parasites such as Apicomplexa are commonly present in wild populations of terrestrial vertebrates (AMO *et al.*, 2005; LEI *et al.*, 2013); moreover, the common wall lizard *Podarcis muralis* is a largely common species in the Italian peninsula, therefore, given that apicomplexan parasites are frequently reported in reptiles (TELFORD, 1984) and in *P. muralis* as well (OPPLIGER *et al.*, 2004), they appear to be excellent models to investigate host-parasite interactions.

## MATERIALS & METHODS

In our research we analyzed a broad sample of 892 lizards (549 and 232) from 61 populations of the Italian Peninsula, collected throughout their activity period (Feb-Oct) between 2008 and 2017. On average we collected  $15 \pm 14$  individuals per population and for each individual we recorded SVL (males =  $63.4 \pm 5.8$  mm; females =  $59.3 \pm 5.3$  mm), latitude, date, and collecting blood samples in order to perform the count of the presence of *Haemoproteus* spp.

### *Analyses*

We performed Bayesian analysis on two different models. Formerly we ran a random intercept logistic model with i) presence/absence records (defined as probability of infection) as the dependent variable, ii) sex, SVL, season (Cosinor model with amplitude and phase) and latitude as predictors, iii) population as random effect. Secondly, we ran a random intercept zero-inflated negative binomial model with i) n° of parasites/10.000 erythrocytes as the dependent variable, ii) same predictors and random effect of the previous model.

### RESULTS

The outcome of the first model indicates that both sexes are generally parasitized with comparable frequency. Latitude affects negatively the probability infection thus Northern population are less likely to be parasitized than Southern ones, with a greater effect in males. On the other hand, size (standardized SVL) has positive effect on the probability of infection in both sexes, with a more significant effect in females. Eventually, seasonality has a more marked effect on the probability of infection in males, that reach their peak later than females.

The outcome of the latter model is coherent with the former one, indicating that females are more intensively parasitized than males. Similar effects of size and latitude on parasitic load have been recorded: size has more marked positive effect on parasitic load in females than in males while latitude has larger negative effect on males. Eventually, seasonality affects more significantly the parasitic load of males, that reach their peak of infection later than females.

### CONCLUSIONS

Our analyses indicate that, although females are equally likely to be parasitized as males, that their parasitic load is comparatively higher. Furthermore, females are also parasitized more frequently and intensively than males with growing size. Contrastingly, following a North-ward gradient, males are likely to be parasitized less frequently and intensively. Similarly, seasonality has more marked effect on both probabilities of infection and parasitic load in males.

Taking into consideration the immunocompetence handicap hypothesis (ICH) (FOLSTAD *et al.*, 1992), it would be reasonable to expect that males showed higher rates of parasite prevalence and intensity, however our findings, similarly to extant literature (OPPLIGER *et al.*, 2004), do not support suf-

ficiently such hypothesis and indicate that it is still necessary to investigate deeply the ecological and physiological constraints and factors that determine how lizard hosts cope with parasitic infestations.

Taking into consideration the potential effects of such interaction in lizards, it has been reported that Apicomplexan parasites often do not induce significant detrimental effects on the hosts (SULIEMAN *et al.*, 2021) although their prevalence in wild populations can be relevant (O'DONOGHUE, 2017, PICELLI *et al.*, 2020). Therefore, it is important to provide further information about hosts' physiological response to parasitization, with particular attention to its immunological response through white blood cells differential count.

*Acknowledgements* — The research has been authorized by the “Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare” and “Istituto Superiore per la Protezione Ricerca Ambientale” (2008: Aut. Prot. PNM-0003606; 2009–2011: Aut. Prot. PNM-0020292; 2012–2013: Aut. Prot. PNM-0009344; 2014–2015: Aut. Prot. PNM-0011379; 2016: Aut. Prot. PNM-0002154; 2017: PNM 0004217).

#### REFERENCES

- AMO L., LÓPEZ P & MARTÍN J., 2005. Prevalence and intensity of haemogregarine blood parasites and their mite vectors in the common wall lizard, *Podarcis muralis*. *Parasitol. Res.*, 96: 378-381.
- ANDERSON R.M., 1995. Evolutionary pressures in the spread and persistence of infectious agents in vertebrate populations. *Parasitol.*, 115: 15-31.
- FOLSTAD I. & KARTER A.J., 1992. Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. *Am. Nat.*, 139: 603-622.
- LEI B., AMAR A., KOESLAG A., GOUS T.A. & TATE G.J., 2013. Differential Haemoparasite Intensity between Black Sparrowhawk (*Accipiter melanoleucus*) Morphs Suggests an Adaptive Function for Polymorphism. *Plos ONE*, 8: e81607.
- O'DONOGHUE P., 2017. Haemoprotozoa: making biological sense of molecular phylogenies. *Int. J. Parasitol. Parasites. Wildl.*, 6: 241-256.
- OPPLIGER A., GIORGI M.S., CONELLI A., NEMBRINI M. & JOHN-ADLER H.B., 2004. Effect of testosterone on immunocompetence, parasite load, and metabolism in the common wall lizard (*Podarcis muralis*). *Can. J. Zool.*, 82: 1713-1719.
- PICELLI A.M., RAMIRES A.C., MASSELI G.S., PESSOA F.A.C., VIANA L.A. & KAEFER I.L., 2020. Under the light: high prevalence of haemoparasites in lizards (Reptilia: Squamata) from Central Amazonia revealed by microscopy. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 92(2): e20200428.
- SULIEMAN Y., AFIFI A., ZAKARIA M.A. & PENGSAKUL T., 2021. Prevalence and intensity of haemoparasites infecting the white-spotted gecko, *Tarentola annularis* in Sudan. *Ann. Parasitol.*, 67: 117-121.
- TELFORD S.R. JR., 1984. Haemoparasites of reptiles. Pp. 408-434 in: Hoffs G.L., Fries F.L. & Jacobson E.R. (Eds.), *Diseases of Amphibians and Reptiles*. Plenum Press, New York.

*Addresses of the authors* — F. STORNILO, M.A.L. ZUFFI, Museo di Storia Naturale, Università di Pisa, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I); e-mail: federico.stornio@virgilio.it; A.J. COLADONATO, M. MANGIACOTTI, Dipartimento Terra e Ambiente, Università di Pavia, Viale Tamarelli, 24 - 27100 Pavia (I); M. MANGIACOTTI, R. SACCHI, S. SCALI, Museo di Storia Naturale, Corso Venezia, 55 - 20121 Milano (I).

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790663>

SIMONE TODISCO & STEFANIA CASSANO

PRIMI DATI SULLA PRESENZA DEI GECHI  
(Sauria: Phyllodactylidae, Gekkonidae)  
IN ALCUNI CENTRI STORICI DELLA PUGLIA CENTRALE

RIASSUNTO

Questo studio presenta i dati di una indagine qualitativa e preliminare condotta tra il 2018 e il 2019 sulla presenza/assenza di Phyllodactylidae e Gekkonidae in alcuni centri storici della Puglia centrale. In particolare si riporta l'I.K.A. (Indice Kilometrico di Abbondanza) e la frequenza di individui con coda rigenerata. Quasi tutti i contatti riguardano il gecko comune con abbondanze talvolta notevoli. È stata notata una correlazione positiva tra I.K.A. e percentuale di individui con coda rigenerata.

*Parole chiave.* Phyllodactylidae, Gekkonidae, centri storici, Puglia centrale.

SUMMARY

*First data on the presence of geckos (Sauria Phyllodactylidae, Gekkonidae) in some urban historical centers in central Apulia.* This study presents the data of a qualitative and preliminary survey carried out between 2018 and 2019 on the presence/absence of Phyllodactylidae and Gekkonidae in some urban historical centers located in central Apulia. In particular, we report the K.A.I. (Kilometric Abundance Index) and the frequency of individuals with regenerated tail. Almost all the observations are of the common gecko, sometimes presenting high abundances. We found a positive correlation between K.A.I. and individuals with regenerated tail.

*Key words.* Phyllodactylidae, Gekkonidae, historical centers, Central Apulia.

INTRODUZIONE

In Puglia centrale sono distribuite tutte e tre le specie di gechi segnalate a livello regionale (LIUZZI & SCILLITANI, 2010). Il Geco verrucoso *Hemi-*



*dactylus turcicus* e il Geco comune *Tarentola mauritanica* sono specie altamente sinantropiche (GUARINO & PICARIELLO, 2006) e possono frequentemente essere rinvenute anche in centri urbani di varie dimensioni e in situazioni di sintopia, con il primo che tende ad occupare le parti più basse, meno corrugate e meno illuminate di muri e manufatti (APREA *et al.*, 2011).

Questo breve contributo fornisce i dati di una indagine qualitativa e semi-quantitativa preliminare sulla presenza/assenza di Phyllodactylidae e Gekkonidae nei centri urbani monitorati. Vengono anche riportate delle considerazioni sul numero di animali adulti rinvenuti con coda rigenerata.

## MATERIALI E METODI

Nelle estati del 2018 e del 2019, tra agosto e settembre, in serate caratterizzate da ottimali condizioni meteorologiche (temperatura media dell'aria di 25°C, umidità relativa media del 66,3 %, cielo sereno o poco nuvoloso e vento assente o debole) sono stati visitati 10 centri urbani: 9 in provincia di Bari (sud est barese): Alberobello, Castellana Grotte, Conversano, Locorotondo, Mola di Bari, Monopoli, Polignano a Mare, Putignano e Turi, e 1 in provincia di Brindisi (alto brindisino): Fasano. In una fascia oraria compresa tra le 20:50 e le 23:30 è stato percorso a piedi un transetto di 3 km di lunghezza (durata circa 1,30 h), alla velocità media di 2,2 km/h lungo vie del centro storico, avendo cura di controllare le pareti degli edifici e, quando possibile, fotografare gli individui rinvenuti, discriminando età (adulti o giovani dell'anno) e specie. All'inizio di ogni transetto, con l'ausilio di un termoigrometro digitale è stata registrata la temperatura dell'aria e l'umidità relativa. In fase di elaborazione dei dati, gli individui fotografati sono stati attentamente osservati al fine di verificare la presenza o meno di coda rigenerata. Per ogni centro urbano è stato infine calcolato l'I.K.A, inoltre sono state verificate le correlazioni tra I.K.A. e temperatura dell'aria (Indice di correlazione di Spearman) e tra I.K.A. e percentuale di individui con coda rigenerata.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono stati rinvenuti 561 individui: 560 di Geco comune, 1 di Geco verrucoso, mentre non è stato osservato nessun individuo di Geco di Kotschy *Mediodactylus kotschy* probabilmente per via dell'habitat non idoneo alla specie (SINDACO *et al.*, 2011). Il Geco comune è stato rinvenuto in tutti i centri visitati, mentre per quanto concerne il Geco verrucoso, è stato rinvenuto un individuo (giovane) solo in un centro (Conversano). Sul totale degli indi-



vidui osservati, sulla base della taglia, solo il 2,1 % sono risultati essere individui dell'anno in corso.

La Tab. 1 mostra i dati relativi al Geco comune. L'I.K.A. più alto è stato riscontrato a Mola di Bari, con un valore di 4,23 (ben 141 individui osservati), quello più basso, a Polignano a Mare con un valore di 0,63 (21 individui osservati). Il valore medio dell'I.K.A. tra i 10 centri monitorati, è risultato paria a 1,68.

Riguardo gli individui con coda rigenerata, rispetto a 444 individui (totali degli individui fotografati), il 33,5 % ha presentato una coda parzialmente o totalmente rigenerata o in via di accrescimento. Le percentuali più alte di soggetti con coda rigenerata sono state riscontrate a Castellana Grotte e a Mola di Bari rispettivamente con il 41,9 % e il 42,3 %. Un individuo con coda rige-

**Tabella 1**

Sintesi dei principali parametri registrati per *Tarentola mauritanica*. C.U. (centro urbano);

Q (quota, m s.l.m.); N (numero totale di individui osservati);

I.K.A. (Indice chilometrico di abbondanza); N.I.F. (numero di individui fotografati);

% I.C.R. (% di individui con coda rigenerata).

*Summary of the main parameters recorded for Tarentola mauritanica. C.U. (urban centre);*

*Q (altitude, m a.s.l.); N (total number of individuals observed);*

*I.K.A. (Kilometric index of abundance); N.I.F. (number of individuals photographed);*

*% I.C.R. (% of individuals with regenerated tail).*

<b>C.U.</b>	<b>Q</b>	<b>N</b>	<b>I.K.A.</b>	<b>N.I.F.</b>	<b>% I.C.R.</b>
<b>Alberobello</b>	430	27	0,81	27	22,2
<b>Castellana Grotte</b>	290	34	1,02	31	41,9
<b>Conversano</b>	225	30	0,9	30	26,6
<b>Fasano</b>	120	31	0,93	26	23
<b>Locorotondo</b>	412	77	2,31	66	31,8
<b>Mola di Bari</b>	20	141	4,23	111	42,3
<b>Monopoli</b>	10	42	1,26	38	34,2
<b>Polignano a Mare</b>	27	21	0,63	21	28,5
<b>Putignano</b>	372	59	1,77	57	29,8
<b>Turi</b>	255	98	2,94	37	32,4
<b>Totale</b>		<b>560</b>		<b>444</b>	

nerata rilevato a Locorotondo, ha presentato una deformazione con l'accrescimento di una piccola seconda coda come appendice della coda principale.

Il Geco verrucoso è certamente più diffuso rispetto a quanto rilevato (LIUZZI & SCILLITANI, 2010) e l'apparente assenza è da attribuire all'ecologia della specie, che rispetto al Geco comune tende a preferire le parti meno illuminate degli edifici (LUISELLI & CAPIZZI, 1999; VENCHI, 2006), risultando dunque più difficilmente rilevabile con la metodologia di monitoraggio applicata per questo studio. Riguardo il Geco comune, questo è stato rinvenuto in tutti i centri visitati, a conferma della buona diffusione della specie in Puglia (GUARINO & PICARIELLO, 2006; LIUZZI & SCILLITANI, 2010; APREA *et al.*, 2011), mostrando talvolta abbondanze davvero notevoli (come nel caso di Mola di Bari). Non è stata notata una correlazione significativa tra I.K.A. e temperatura dell'aria (Indice di correlazione di Spearman: 0,515). È stata infine notata una correlazione positiva tra la percentuale di individui con coda rigenerata e l'I.K.A. Infatti, per valori di I.K.A. inferiori a 1, la percentuale di individui con coda rigenerata è risultata inferiore al 30 %, mentre per valori di I.K.A. superiori a 1 la percentuale si è attestata sopra o poco sotto il 30 %, con picchi del 42,3 % per valori di I.K.A. di 4,23. Questi dati potrebbero essere spiegati con la maggiore competizione che si realizza in situazione di maggiore densità, con frequenti scontri tra individui.

*Ringraziamenti* — Si ringraziano Cristiano Liuzzi e Grazia Marsico per i suggerimenti forniti.

#### BIBLIOGRAFIA

- APREA G., LO CASCIO P., CORTI C. & ZUFFI M.A., 2011. *Tarentola mauritanica*. Pp. 277-286 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E., Sindaco R. (Eds.), Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. *Ed. Calderini de Il Sole 24 ore*, Bologna.
- GUARINO F.M. & PICARIELLO O., 2006. *Tarentola mauritanica*. Pp. 422-425 in: Sindaco R., Doria G., Razzetti E., Bernini F. (Eds.), Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia. Soc. Herpetol. Ital., *Ed. Polistampa*, Firenze.
- LIUZZI C. & SCILLITANI G., 2010. L'erpetofauna della Puglia; aggiornamenti e integrazioni. Pp. 31-36 in: Di Tizio L., Di Cerbo A.R., Di Francesco N., Cameli A. (Eds.), Atti VIII Congr. naz. SHI. *Ianieri ed.*, Pescara.
- LUISELLI L. & CAPIZZI D., 1999. Ecological distribution of the geckos *Tarentola mauritanica* and *Hemidactylus turcicus* in the urban area of Rome in relation to age of buildings and condition of walls *J. Herpetol.*, 33 (2): 316-319.
- SINDACO R., PAGGETTI E. & CORTI C. 2011. *Cyrtopodion kotschyi*. Pp. 250-257 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E., Sindaco R. (Eds.), Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. *Ed. Calderini de Il Sole 24 ore*, Bologna.
- VENCHI A., 2006. *Hemidactylus turcicus*. Pp. 418-421 in: Sindaco R., Doria G., Razzetti E., Bernini F. (Eds.), Atlante degli Anfibi e dei Rettili d'Italia. Soc. Herpetol. Ital., *Ed. Polistampa*, Firenze.

*Indirizzo degli autori* — S. TODISCO, S. CASSANO, Centro Studi de Romita APS, Via Polignano, 36 - 70014 Conversano (Bari, I); e-mail: simone.todisco.01@gmail.com.

SANDRO TRIPEPI, MARIA PRIGOLITI, EMILIO SPERONE,  
FRANCESCO L. LEONETTI, GIOVANNI ARAMINI & ILARIA BERNABÒ

## NATURA 2000: RETE DI MONITORAGGIO PERMANENTE E CONSERVAZIONE DELL'ERPETOFAUNA IN CALABRIA

### RIASSUNTO

La Rete Natura 2000 della Calabria comprende 178 Zone Speciali di Conservazione, 1 proposta di Sito di Interesse Comunitario e 6 Zone di Protezione Speciale. Allo scopo di potenziare la base conoscitiva di habitat e specie della Direttiva Habitat 92/43/CEE e ottemperare agli obblighi previsti dell'Art. 17, la Regione Calabria ha coordinato un progetto di monitoraggio e mappatura di habitat e di specie d'interesse comunitario, finanziato nell'ambito del POR Calabria 2014-2020 - 6.5.A.1. Il progetto, coordinato dal Dipartimento Ambiente e Territorio, ha coinvolto quattro Enti Parco (Parco Nazionale dell'Aspromonte, P. N. della Sila, P. N. del Pollino e Parco Regionale delle Serre), la Riserva Regionale Lago di Tarsia e Foce del Crati, e le università calabresi, per il supporto scientifico alle attività di monitoraggio, di elaborazione e validazione dei dati. Per quanto concerne l'erpetoфаuna, i risultati delle attività svolte hanno contribuito grandemente a migliorare la conoscenza delle specie di interesse comunitario e conservazionistico a livello regionale. Inoltre, è in via di definizione una rete permanente di monitoraggio, attualmente comprendente oltre 500 punti di rilevamento per anfibi e rettili, in cui ripetere periodicamente il monitoraggio in accordo con la Direttiva Habitat, e raccogliere e mantenere aggiornate le informazioni utili per valutare lo *status* di conservazione dell'erpetoфаuna calabrese.

*Parole chiave.* Direttiva Habitat, Rete Natura 2000, monitoraggio, Calabria.

### SUMMARY

*Natura 2000: permanent monitoring network and conservation of herpetofauna in Calabria.* The Natura 2000 Network of Calabria includes 178 Special Areas of Conservation, 1 proposal for a Site of Community Interest and 6 Special Protection Areas. In order to improve the knowledge on habitat and species of Habitats Directive (92/43/ CEE) and to fulfill the obligations of the Art. 17, the Calabria Region has launched a project to monitor and map habitats and species of community

interest, funded under ERDF (POR Calabria 2014-2020 6.5.A.1). The project, coordinated by the Department of Environment and Territory, involved four Park Authorities (Aspromonte National Park, Sila N. P., Pollino N. P. and Serre Regional Park), the Regional Reserve of Lago di Tarsia and Foce del Crati, and the Calabrian Universities, for the scientific support to the monitoring activities, data processing and validation. Concerning herpetofauna, the results of the activities carried out have greatly contributed to improve the knowledge of species of community and conservation interest at the regional level. In addition, a permanent monitoring network is being developed, currently comprising over 500 detection points for amphibians and reptiles, in which to repeat monitoring following the Habitats Directive and to collect and keep updated information useful for assessing the conservation *status* of the Calabrian herpetofauna.

*Key words.* Habitats Directive, Natura 2000 Network, monitoring, Calabria.

## INTRODUZIONE

La Calabria presenta una elevata varietà a livello ecosistemico che si traduce anche in una elevata diversità a livello specifico. I siti che costituiscono la Rete Natura 2000 (RN2000) calabrese sono tra i più numerosi d'Italia e comprendono 185 siti di cui 178 ZSC, 1 pSIC e 6 ZPS (ai sensi delle Direttive Habitat 92/43/CEE e Uccelli 2009/147/CEE). In attuazione delle due Direttive Europee, la Regione Calabria ha avviato negli ultimi anni una concreta politica di tutela e valorizzazione della propria biodiversità attraverso uno stretto rapporto di collaborazione con tutti gli altri soggetti gestori dei siti Natura 2000 e le università calabresi. In particolare, l'Università della Calabria con il Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra (DiBEST) ha fornito supporto scientifico e specialistico al Dipartimento Ambiente e Territorio collaborando con la struttura tecnica dell'Osservatorio Regionale per la Biodiversità per le attività di monitoraggio sul campo al fine di raccogliere, verificare, integrare, elaborare e valutare i dati sulle specie di anfibi e rettili di cui alla Direttiva Habitat (DH). L'attuazione del progetto ha contribuito notevolmente all'ampliamento dello stato delle conoscenze e all'implementazione dei piani di monitoraggio allo scopo di verificare lo stato di conservazione dell'erpetofauna calabrese.

## MATERIALI E METODI

Dopo una prima fase di raccolta e sintesi di tutti i dati disponibili in possesso della Regione Calabria e di quelli presenti nella Banca Dati Erpetologica del DiBEST, l'Osservatorio della Biodiversità ha elaborato un piano di monitoraggio di indirizzo per i rilievi da eseguire nella RN2000 della Calabria. Nel corso del periodo 2017-2018 è stata eseguita la ricerca sul campo finalizzata alla conferma, rilievo e georeferenziazione puntuale di record ine-

renti specie di anfibi e rettili calabresi di interesse comunitario. Gli anfibi inclusi nei diversi allegati della DH sono 9 mentre le specie di rettili 11, escludendo *Dermochelys coriacea* e *Caretta caretta* (non riportati nel presente lavoro) (Tab. 1 e 2). Si tratta in molti casi di specie endemiche e/o per le quali la Calabria rappresenta il limite meridionale dell'areale. *Salamandrina terdigitata*, *Bombina pachypus* e *Triturus carnifex* sono elencate negli allegati II e IV della DH. Eccetto *Pelophylax kl. esculentus* (all. V), *Salamandra salamandra*, *Ichthyosaura alpestris inexpectata* e *Bufo bufo* (app. III della Conv. di Berna), le altre specie calabresi (*Lissotriton italicus*, *Hyla intermedia*, *Rana italica*, *R. dalmatina* e *Bufo viridis*) sono elencate in allegato IV. Per i rettili, le specie elencate in allegato II sono *Elaphe quatuorlineata*, *Emys orbicularis* e *Testudo hermanni*. In allegato IV sono elencate *Coronella austriaca*, *Zamenis lineatus*, *Hierophis viridiflavus*, *Natrix tessellata*, *Lacerta bilineata*, *Podarcis muralis*, *P. siculus*.

**Tab. 1**

Numero di ZSC in cui sono presenti specie di Anfibi (Formulari standard ante 2013) e nuove segnalazioni emerse durante i monitoraggi 2013–2018.  
*Number of SACs in which Amphibian species are present (Standard Forms before 2013) and new records emerged during the 2013-2018 monitoring.*

<b>Tab 1 - Anfibi</b>	<b>N. ZSC 2019</b>	<b>N. ZSC ante 2013</b>
<b>Allegato II</b>		
<i>Bombina pachypus</i>	34	30
<i>Salamandrina terdigitata</i>	31	25
<i>Triturus carnifex</i>	14	9
<b>Allegato IV-V</b>		
<i>Bufo viridis</i> complex	31	23
<i>Hyla intermedia</i>	52	35
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	38	
<i>Rana dalmatina</i>	39	14
<i>Rana italica</i>	70	41
<i>Lissotriton italicus</i>	39	29
<b>Altre specie</b>		
<i>Bufo bufo</i>	29	3
<i>Salamandra salamandra</i>	39	19
<i>Ichthyosaura alpestris inexpectata</i>	3	3

**Tab. 2**

Numero di ZSC in cui sono presenti specie di Rettili (Formulari standard *ante* 2013) e nuove segnalazioni emerse durante i monitoraggi 2013–2018.

*Number of SACs in which Reptiles species are present (Standard Forms before 2013) and new records emerged during the 2013-2018 monitoring*

<b>Tab. 2 - Rettili</b>	<b>N. ZSC 2019</b>	<b>N. ZSC <i>ante</i> 2013</b>
<b>Allegato II</b>		
<i>Emys orbicularis</i>	14	14
<i>Testudo hermanni</i>	10	8
<i>Elaphe quatuorlineata</i>	30	25
<b>Allegato IV e V</b>		
<i>Lacerta bilineata</i>	57	32
<i>Podarcis muralis</i>	36	6
<i>Podarcis siculus</i>	74	44
<i>Hierophis viridiflavus</i>	59	26
<i>Coronella austriaca</i>	27	18
<i>Natrix tessellata</i>	4	3
<i>Zamenis lineatus</i>	29	16
<b>Altre specie</b>		
<i>Hemidactylus turcicus</i>	1	
<i>Chalcides chalcides</i>	4	
<i>Anguis veronensis</i>	6	3
<i>Natrix helvetica</i>	23	
<i>Tarentola mauritanica</i>	4	
<i>Vipera aspis</i>	11	5

I monitoraggi per le ZSC ricadenti all'esterno delle aree protette sono stati eseguiti da erpetologi dell'Università della Calabria e da professionisti specializzati. Invece per le ZSC ricadenti all'interno delle aree protette, ogni singolo Ente ha avviato procedure con società e professionisti specializzati che hanno eseguito le attività di rilievo in campo. Tutti i rilevamenti e censimenti sono stati effettuati in accordo con la metodologia e i protocolli di campo specifici proposti da ISPRA e MATTM per le specie di interesse comunitario (STOCH & GENOVESI, 2016).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Il progetto di monitoraggio ha consentito di verificare la presenza delle specie di anfibi e rettili segnalate nei formulari standard ed implementare complessivamente in modo significativo il numero di segnalazioni di specie di interesse comunitario e conservazionistico, sia all'interno di RN2000 che all'esterno. In dettaglio sono stati effettuati oltre 300 rilievi di anfibi e oltre 220 per i rettili consentendo di delineare una rete di monitoraggio a lungo termine (Figg. 1 e 2) per consolidare e ampliare il quadro conoscitivo e dare così

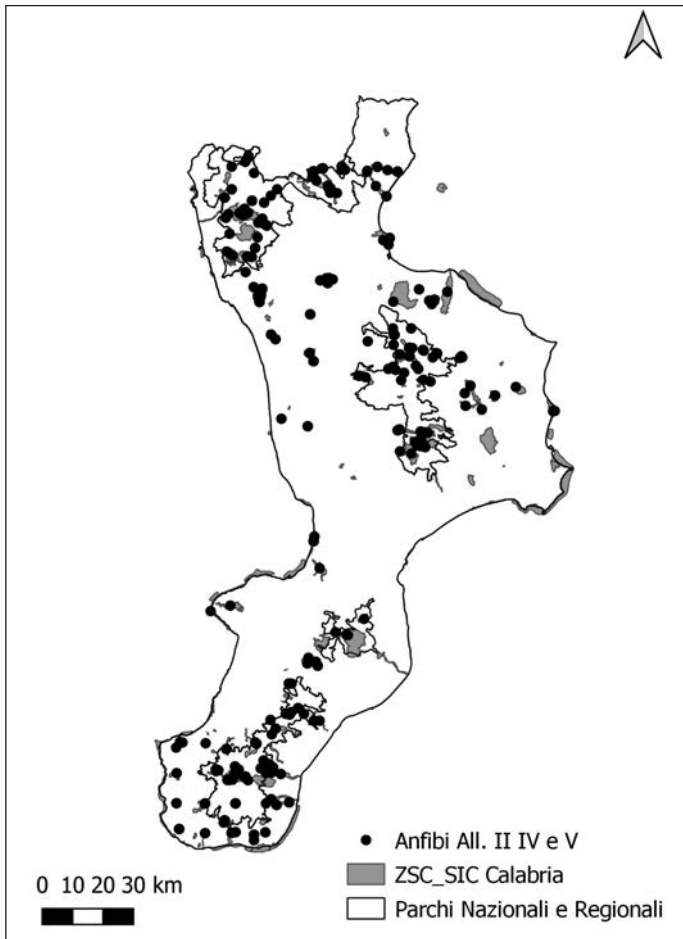


Fig. 1 — Rete di monitoraggio delle specie di Anfibi di interesse comunitario presenti nella RN2000 calabrese/Monitoring network of Amphibian species of community interest present in the Calabrian RN2000.



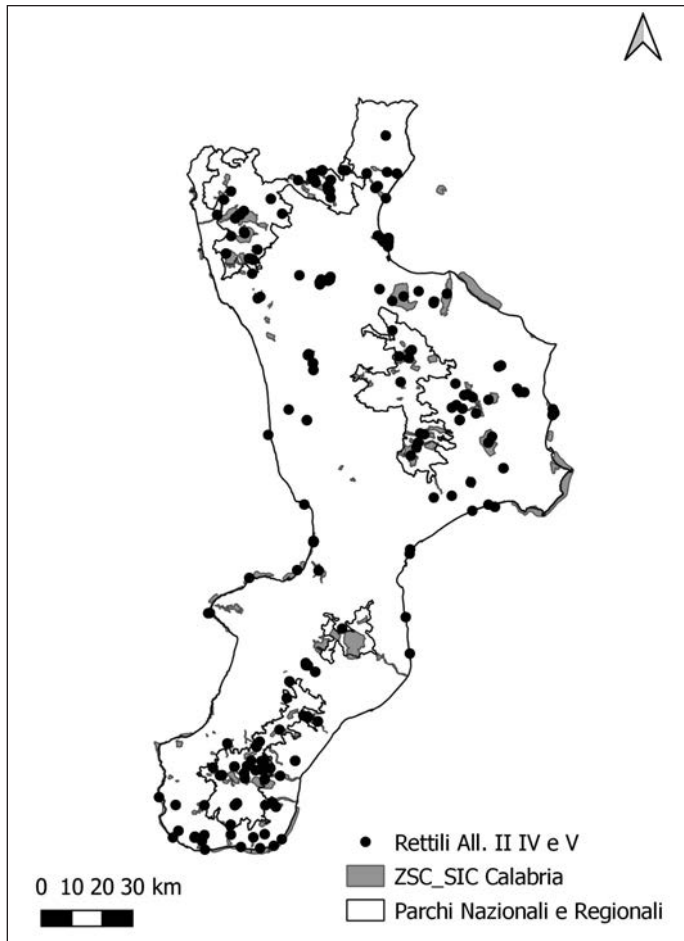


Fig. 2 — Rete di monitoraggio delle specie di Rettili di interesse comunitario presenti nella RN2000 calabrese/ *Monitoring network of Reptiles species of community interest present in the Calabrian RN2000.*

continuità alle attività necessarie per il mantenimento o il ripristino in uno stato di conservazione favorevole dell'erpeto fauna. Contestualmente sono stati rilevati i fattori di criticità (Tab. 3 e 4). I dati raccolti sono confluiti nel IV Rapporto Nazionale ai sensi dell'ex Art. 17 della DH. Nelle Tabelle 1 e 2 sono incluse anche informazioni inedite, non inserite nell'ultima rendicontazione e nella fase di aggiornamento dei formulari, che sono confluite nella Monografia "Rete Natura 2000" (AA.VV., 2021). In generale, per le specie di batracofauna di allegato IV a più ampia diffusione (quali *R. italica*, *B. balearicus* e *L. italicus*), il quadro distributivo calabrese risulta ampliato. Al con-

**Tab. 3**

Principali pressioni e minacce per le specie di Anfibi elencate in allegato II della DH.  
*Main pressures and threats for the Amphibian species listed in annex II of the DH.*

<b>Tab 3 - Anfibi: pressioni/minacce</b>	<i>Triturus carnifex</i>	<i>Salamandrina terdigitata</i>	<i>Bombina pachypus</i>
A09 - Intensive grazing or overgrazing by livestock	X		
A20 - Application of synthetic (mineral) fertilisers on agricultural land			X
A21 - Use of plant protection chemicals in agriculture	X		X
A30 - Active abstractions from groundwater, surface water or mixed water for agriculture			X
B06 - Logging (excluding clear cutting) of individual trees		X	
B10 - Illegal logging		X	
E01 - Roads, paths railroads and related infrastructure (e.g. bridges, viaducts, tunnels)			X
F07 - Sports, tourism and leisure activities		X	X
F14 - Other residential and recreational activities and structures generating point pollution to surface or ground waters		X	
G06 - Freshwater fish and shellfish harvesting (recreational)		X	X
G09 - Harvesting or collecting of other wild plants and animals (excluding hunting and leisure fishing)		X	
H06 - Closure or restrictive access to site/habitat			X
H08 - Other human intrusions and disturbance not mentioned above	X	X	
I02 - Other invasive alien species (other than species of Union concern)			X
I04 - Problematic native plants & animals			X
K01 - Abstractions from groundwater, surface water or mixed water			X
K04 - Modification of hydrological flow		X	X
L01 - Abiotic natural processes (e.g. erosion, silting up, drying out, submersion, salinization)	X		

Tab. 4

Principali pressioni e minacce per le specie di Rettili elencate in allegato II della DH.  
*Main pressures and threats for the Reptiles species listed in annex II of the DH.*

<b>Tab. 4 - Rettili: pressioni/minacce</b>	<i>Testudo hermanni</i>	<i>Emys orbicularis</i>	<i>Elaphe quatuorlineata</i>
A01 - Conversion into agricultural land (excluding drainage and burning)	X	X	X
A04 - Changes in terrain and surface of agricultural areas	X		
A09 - Intensive grazing or overgrazing by livestock			X
A11 - Burning for agriculture	X	X	X
A21 - Use of plant protection chemicals in agriculture	X		
A25 - Agricultural activities generating point source pollution to surface or ground waters		X	
A31 - Drainage for use as agricultural land		X	
G10 - Illegal shooting/killing	X	X	X
H04 - Vandalism or arson		X	X

trario, per le specie di allegato II, più rare e minacciate, nonostante un aumento delle segnalazioni, si sono registrate situazioni differenti (declino delle popolazioni o probabile scomparsa della specie) che necessitano di ulteriori e approfondite indagini. Anche per *E. orbicularis* e *T. hermanni* lo stato di conservazione non può ritenersi favorevole poiché le due specie sono distribuite in maniera frammentata e puntiforme: in aree umide sottoposte a diverse alterazioni e impatti antropici la prima, e in macchia e gariga mediterranea minacciata da agricoltura intensiva, incendi e prelievo in natura, la seconda. In conclusione, la rete di monitoraggio a lungo termine per anfibi e rettili permetterà di raccogliere, potenziare e mantenere aggiornate le informazioni utili per valutare lo *status* di conservazione mediante i parametri: consistenza delle popolazioni/numero delle popolazioni, range, estensione e qualità dell'habitat occupato. La raccolta di dati sistematici aggiornati e di informazioni ecologiche è fondamentale per adottare le opportune misure di conservazione, che possono mutare in risposta all'evoluzione delle pressioni. Infine, l'aggiornamento delle conoscenze ha permesso di delineare il quadro di azioni prioritario (PAF 2021-2027) per RN2000 in Calabria e pianificare quindi i fondi EU. Dopo anni di mancanza di fondi indirizzati alla tutela di anfibi e rettili è importante sottolineare che lo sforzo finora messo in campo dalla Regione Calabria, con l'ausilio di esperti erpetologi e del DiBEST, ha per-

messo di destinare nel piano finanziario pluriennale del PAF una quota di finanziamento importante per realizzare le misure di conservazione e le azioni di tutela e/o ripristino di habitat idonei all'erpeto fauna calabrese.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2021. Rete natura 2000. Biodiversità in Calabria. Regione Calabria, Dipartimento Ambiente e Territorio, Settore Parchi e Aree Naturali Protette. Volumi 1 e 2. *Rubettino ed.*
- STOCH F. & GENOVESI P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. *ISPRA*, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.

*Indirizzo degli autori* — S. TRIPEPI, E. SPERONE, F.L. LEONETTI & I. BERNABÒ, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, Via P. Bucci, cubo 4B - 87036 Rende (Cosenza, I); e-mail: [ilaria.bernabo@unical.it](mailto:ilaria.bernabo@unical.it).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790675>

ANDREA VACCARI, EMANUELE SCANARINI, LAURA GONZALEZ ORTIZ,  
RAFAEL MARQUEZ & FRANCO ANDREONE

THE “GECALL PROJECT”: GECKOES KEPT  
BY HERPETOCOLTURISTS AS A USEFUL CITIZEN-SCIENCE  
SOURCE OF SPECIES-SPECIFIC VOCALIZATION RECORDS

SUMMARY

Data collection is one of the first steps to unveil natural history traits in living organisms. Many projects around the world are engaging people – most of whom not trained as scientists – in collecting, categorizing, transcribing, and analyzing scientific data, making this a new and perfectible tool for the scientific community. Thanks to a joint collaboration between the Italian Gekko Association, the Fonoteca Zoológica at the Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC (Madrid), and the Museo Regionale di Scienze Naturali (Turin), it was possible to record vocalizations of captive bred geckoes using smartphones and upload them on the websites of GeCall and FonoZoo.com. In addition to being a new collection, this represents a source of useful bioacoustic material.

*Key Words.* Geckoes, Database, Vocalizations, Citizen-Science.

RIASSUNTO

*Progetto “GeCall”:* gechi allevati da erpetocoltori come utile risorsa di scienza partecipata per la raccolta di vocalizzazioni specie-specifiche. La raccolta di dati rappresenta uno dei primi passi per svelare i tratti di storia naturale degli organismi viventi. Diversi progetti in tutto il mondo stanno coinvolgendo appassionati, molti dei quali non sono formati come ricercatori, nella raccolta, classificazione, trascrizione o analisi di dati scientifici, rendendoli un nuovo e perfezionabile strumento per la comunità scientifica. Grazie a una collaborazione tra Italian Gekko Association, Fonoteca Zoológica, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC (Madrid) e Museo Regionale di Scienze Naturali (Torino) è stato possibile registrare le vocalizzazioni dei gechi riprodotti in cattività utilizzando uno smartphone, e caricarle sui portali di GeCall e di FonoZoo.com. Oltre ad essere una nuova collezione di vocalizzazioni, rappresenta un'utile fonte di materiale bioacustico.

*Parole chiave.* Gechi, Banca dati, Vocalizzazioni, Scienza partecipata.

## INTRODUCTION

The study of acoustic patterns emitted by living organisms can play an important role in species identification and characterisation of their behaviour, everything leading to a better understanding of their ecology. The ability to vocalize is well-known in geckoes (BAUER *et al.*, 1991). Indeed, vocalizations are important intraspecific interaction signals and may reflect sexual and territorial patterns. As a relevant example, males of *Ptenopus* sp. from Namibia vocalise to attract females from the entrance of their borrow. Males head size, throat yellow colouration, intensity of the calling, type of the burrow, suggest relevant roles in sexual selection (POLAKOW, 1997), and are crucial for partner selection. Gecko calls play important functions for female attraction by males and as territorial signals against rivals (BRUMM & ZOLLINGER, 2017). Furthermore, geckoes emit vocalizations in presence of predators (LANDOVÁ *et al.*, 2013) or other threats. As an example, *Mniarogekko chaboua* exhibits a remarkable protection of the eggs and does not hesitate to “shout” against a possible aggressor or eggs-predator (A. Vaccari, *pers. obs.*). More often, vocal signaling is associated with evident body displays: head and/or tail waving, opened mouth showing colourful mucosae. In many animal groups, including geckoes, vocalizations are species-specific traits, and this may help researchers to detect the presence of new species or delimiting the distribution for the already known ones. However, collecting in-situ vocalizations is not always easy due to various reasons, such as habitat disturbance, where simple phone applications may be not sufficient as in captive-controlled situations. Specific designed tools are also needed for a better field calls-collection. Collaboration between scientists with amateur herpetoculturists, especially gecko enthusiasts / keepers, may be crucial. Citizen-science projects achieve participant gains in knowledge about science knowledge and process, increase public awareness of the scientific research, and provide deeper rationale to participants’ hobbies (BONNEY *et al.*, 2015). Here we report the first data obtained through the “GeCall Project”, a collaborative program between a private association and public natural history museums (Italian Gekko Association, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC in Madrid, and Museo Regionale di Scienze Naturali in Turin) to record vocalizations obtained from species kept in captivity.

## MATERIAL AND METHODS

The collection of bioacustical data was obtained using smartphones and installing Auphonic, a specific application that records sounds in WAV format (<https://auphonic.com/>). Vocalizations were recorded by gecko-owners in a



quiet environment, doing the best for improving the quality of the recording and thus, making it easier to analyze. Records were subsequently uploaded on the Italian Gekko (IGA) website, on GeCall webpage (<https://italiangekko.net/ig/italiangekko/progetti/gecall>, and audible on <http://www.fonozoo.com/index.php>). Indication of the species, sex, and the recording context helps understanding each acoustic repertoire. Recording parameters were as follows: 44.1 KHz (or more) and 16 bits (or more). Recording level was set manually in order not to reach the maximum (12dB). The distance was important to get good quality sounds. For example, not less than one meter from a loud gecko call, while 30 centimeters were enough for a small gecko chirping. We consulted the list of gekkonid species kept and bred by IGA members and partners (BARALE, 2018) to provide an accurate evaluation of legitimate husbandry according to Italian and international laws. Recordings were done on animals kept in captivity for generations. At this purpose, it is also crucial to highlight that for species from New Caledonia, Seychelles and Australia (such as *Ailuronyx seychellensis*, *Correlophus ciliatus*, *Nephrurus wheeleri*, *Oedura castelnaui*, *Phyllurus platurus*, *Rhacodactylus auriculatus*, and *R. leachianus*) legal imports were banned since several years and all these species come from old-multi-captive-bred lineages (in 1990 imports were possible for zoos, private researchers and specialists provided of permits from the New Caledonian government). All the individuals belonging to CITES listed species (no samples recorded yet at this time of the project) and owned by IGA members were regularly accompanied by permits which were requested and verified, before the uploading.

### *Disclaimer*

All the acoustic records in the present study belong to exclusive captive bred geckoes which are not included in CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) appendices. Therefore, according to international and Italian trade legislation, we asked the GeCall collaborators to show the legal certification for species in their possession. Through the expansion of the database, it will be IGA's concern to verify, and possibly reject, the validity of the accompanying documentation necessary for the species included in CITES before vocalization uploading.

## RESULTS

So far, we collected reliable records from the following geckoes (species, provenance/distribution, number and sex of the recorded individuals, type of vocalization): (1) *Ailuronyx seychellensis* (Seychelles: one female, defensive

call) (2) *Correlophus ciliatus* (New Caledonia: one male, mating call); (3) *Eublepharis macularius* (Pakistan: one unsexed, defensive call); (4) *Gebyra marginata* (Halmahera Island: two males, mating call); (5) *Mniarogekko chaboua* (New Caledonia: one male, defensive call); (6) *Nephrurus cinctus* (Australia: one female, defensive call); (7) *Oedura castelnaui* (Australia: one female, defensive call); (8) *Phyllurus platurus* (Australia: one female, defensive call); (9) *Rhacodactylus leachianus* (New Caledonia: three females, defensive call); (10) *Rhacodactylus auriculatus* (New Caledonia: one female, defensive call against male courting). Participants to the project were requested to upload only good quality records as requested from the instructions page on <https://italiangekko.net/ig/italiangekko/progetti/gecall>. No need of record removal for now because of bad quality records. Most of these vocalizations refer to defensive calls, while only three species were recorded during mating courtship. This means, as mentioned, that it is not easy to obtain acoustic data from actual undisturbed individuals. Various recording samples are needed for each species, in order to study their complete vocal repertoire and understand how vocalizations are used in different situations (BRUMM & ZOLLINGER, 2017).

## DISCUSSION

The collection of vocal records in captive species is not an easy task, since geckoes tend to be shy and elusive even in captive conditions. So far, it is not so rare to hear a gecko vocalizing, but it soon stops and hides if approached. We tried to set up a standardized process, fast and shared by many people, in order to get as much records as possible with proper indication about the type of vocalization. Social media, meetings and other events were used to expand the pool of users and get a response, even outside IGA members and partners. We hope that this database will be filled up with interesting records from known legally kept captive bred species and maybe from undescribed ones collected in the wild from scientific expeditions. Following the simple collection, different studies on bioacoustic patterns can be conducted from non-academics, using dedicated programs to analyze sonograms. This can become a useful tool in behaviour characterization, expanding the knowledge on a taxon or offering further elements in comparing lower taxonomical entities. Thanks to the collaboration between IGA, natural history museums, universities and other scientific partners, we plan to implement this project, finalized to the expansion of gecko biology knowledge and awareness, i.e., interactive panels reproducing vocalizations and sonograms for school science activities or museums and nature reserves. Gaining more

curiosity in visitors, tourists, locals and children, is our goal, hoping for more interest of the large public about geckoes and habitats' conservation.

*Acknowledgments* — Italian Gekko Association is thankful for the support and collaborations between all the parties that contributed to realize this project. We also say thank, in advance, to all the ones that will upload new call records in the future, encouraging them to enrich this valuable database, and to make captive individuals a useful source of biological data available for scientific studies.

#### REFERENCES

- BARALE C., 2018. Il commercio e l'allevamento dei rettili per la terrariofilia: aspetti di conservazione. Degree of M. Sc., *Università degli Studi Torino*.
- BONNEY R., SHIRK J., PHILLIPS T.B. & WIGGINS A., 2015. Can citizen science enhance public understanding of science? *Public. Underst. USA*, 25(1): 1-15.
- BRUMM H. & ZOLLINGER S.A., 2017. Vocal plasticity in a reptile. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.*, 284, doi: 20170451. 10.1098/rspb.2017.0451.
- LANDOVÁ E., JAN ÚCHOVÁ-LÁSKOVÁ J., MUSILOVÁ V., KADOCHOVÁ Š. & FRYNTA D., 2013. Ontogenetic switch between alternative anti predatory strategies in the leopard gecko (*Eublepharis macularius*): defensive threat versus escape. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 67: 1113-1122.
- POLAKOW D.A., 1997. Communication and sexual selection in the barking gecko (*Ptenopus kochi*). Degree of M. Sc. Dept. of zoology, *University of Cape Town*.

*Addresses of the Authors* — A. VACCARI, Italian Gekko Association, Strada Morane, 26/4 - 41125 Modena (I); e-mail: andrea.vaccari@italiangekko.net; E. SCANARINI, Italian Gekko Association, Via al Taro, 13 - 43010 Fontevivo di Parma (I); e-mail: association@italiangekko.net; L. GONZALEZ ORTIZ, R. MARQUEZ, Fonoteca Zoológica / Dept. Biodiversity and Evolutionary Biology / Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 Madrid (Spain); e-mail: laurago@mncn.csic.es; rmarquez@mncn.csic.es; F. ANDREONE, Museo Regionale di Scienze Naturali, Via G. Giolitti, 36 -10123 Torino (I); e-mail: franco.andreone@regione.piemonte.it, franco.andreone@gmail.com.



STEFANO VANNI, ANNAMARIA NISTRI & SIMONE CIANFANELLI

UN CASO DI CANNIBALISMO NELLA LUCERTOLA MURAIOLA  
*PODARCIS MURALIS* (LAURENTI, 1768) (*Reptilia Squamata Lacertidae*)

RIASSUNTO

Viene riportato un presunto caso di cannibalismo nella lucertola muraiola *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768), osservato alla periferia SSW di Firenze (Italia centrale) nell'ottobre 2019.

*Parole chiave.* *Podarcis muralis*, cannibalismo, Firenze (Italia centrale).

SUMMARY

*A case of cannibalism in the common wall lizard, Podarcis muralis (Laurenti, 1768) (Reptilia Squamata Lacertidae).* A presumed case of cannibalism in Common wall lizard *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) is reported; the case was observed in the SSW outskirts of Florence (Central Italy) in October 2019.

*Key words.* *Podarcis muralis*, cannibalism, Florence (Central Italy).

La lucertola muraiola *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) è una specie distribuita in un vasto territorio, comprendente la Penisola Iberica settentrionale e centrale, alcune isole del Canale della Manica, l'Europa centro-meridionale e l'Asia Minore occidentale; in Italia è presente in quasi tutta la parte continentale e in alcune isole (BIAGGINI *et al.*, 2010). Il suo spettro trofico è piuttosto ampio, di tipo generalista e opportunistico; di esso fanno infatti parte sia svariate specie di invertebrati (cfr. CORTI & LO CASCIO, 1999, 2002; BIAGGINI *et al.*, 2010) sia, in maniera molto più limitata e soprattutto in

sede insulare, sostanze vegetali (cfr. PÉREZ-MELLADO & CORTI, 1993; VAN DAMME, 1999). Occasionalmente sono pure predati piccoli Vertebrati di opportuna taglia, compresi i conspecifici.

Casi di cannibalismo in questa specie sono già stati riportati in letteratura ma appaiono piuttosto scarsi. Per quanto ci risulta, tale evento è stato osservato in Bulgaria (KABISCHKI-ENGELMAN, 1964), in Germania (SCHMIDT-LOSKE, 1994), in Slovenia (ŽAGAR & CARRETERO, 2012) e in Serbia (SIMOVI & MARKOVI, 2013). In tutti i casi segnalati in questi lavori si tratta di predazione di maschi adulti ai danni di giovani o subadulti. Non abbiamo invece trovato alcun dato in letteratura riguardo al cannibalismo intraspecifico di *P. muralis* in Italia. SPEYBROECK *et al.* (2016) riportano che questa specie “may take also small lizards including its own young”, senza peraltro fornire dati dettagliati.

Comportamenti trofici cannibalistici sono stati segnalati anche in altre specie del genere *Podarcis* Wagler, 1830 [p.e. *P. erhardii* (Bedriaga, 1876): DEEM & HEDMAN, 2014; MADDEN & BROCK, 2018; *P. filfolensis* (Bedriaga, 1876): BOMBI *et al.* 2005; LO CASCIO *et al.*, 2006; CARRETERO *et al.*, 2010; SPEYBROECK *et al.*, 2016; *P. gaigeae* (Werner, 1930): ADAMOPOULOU *et al.*, 1999; SOULSBY, 2013; SPEYBROECK *et al.*, 2016; *P. hispanicus* (Steindachner, 1870) s. l.: CASTILLA & VAN DAMME, 1996; SOULSBY, 2013; *P. lilfordi* (Günther, 1874): SPEYBROECK *et al.*, 2016; *P. melisellensis* (Braun, 1877): KAMMERER, 1925; JOVANOVI, 2009; SOULSBY, 2013; *P. pityusensis* (Boscá, 1883): DAPPEN, 2011; *P. peloponnesiacus* (Bibron & Bory de Saint-Vincent, 1833): SPEYBROECK *et al.*, 2016; *P. raffonei* (Mertens, 1952): LUISELLI *et al.*, 2004; LO CASCIO, 2006; *P. siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810): RUGIERO, 1994; CORTI *et al.*, 2011 (con le citazioni sull'argomento riportate); CAPULA & ALOISE, 2011; GRANO *et al.*, 2011; SOULSBY, 2013; per una popolazione introdotta negli Stati Uniti d'America, anche BURKE & MERCURIO, 2002].

Il caso di cannibalismo in *P. muralis* che segnaliamo in questo contributo, osservato e fotografato (con un telefono cellulare) da uno di noi (SC), si è verificato l'8 ottobre 2019 (ore 13:30 solari) alla periferia SSW di Firenze, in Via del Bobolino a poca distanza dall'incrocio con il Viale N. Machiavelli (11.250589 E - 43.758406 N; 103 m). Il cielo era in prevalenza sereno e la temperatura dell'aria relativamente elevata per il periodo stagionale. Un maschio adulto, posizionato su una ridotta superficie a selciato con erba e foglie morte, posta lungo una strada asfaltata alla base di un muro in pietra, aveva in bocca un giovane individuo della sua stessa specie, tenendolo prima per l'arto anteriore destro, poi a metà tronco (Fig. 1). Non è stato possibile accertare con sicurezza se il giovane predato fosse ancora vivo o già morto, ma la perdita recente della coda lascia presupporre che sia stato attivamente cacciato da vivente. Purtroppo non vi è stata la possibilità di verificare se dopo la preda-





*Fig. 1 — Maschio adulto di Podarcis muralis (Laurenti, 1768) nell'atto di predare un giovane della sua specie (dintorni SSW di Firenze, 8 ottobre 2019)/Adult male of Podarcis muralis (Laurenti, 1768) in the act of preying on a young of his species (SSW surroundings of Florence, 8<sup>th</sup> October 2019).*



zione il giovane sia stato poi effettivamente divorato dall'adulto, in quando questo, con il conspecifico in bocca, all'avvicinarsi dell'osservatore si è andato a rifugiare in una cavità del vicino muro, dalla quale non è più uscito.

Come rilevato da ŽAGAR & CARRETERO (2012) "cannibalism in lacertids has been linked to island populations as a symptom of scarce resources and high lizard densities (e.g. PÉREZ-MELLADO & CORTI, 1993), although the occurrence and circumstances of cannibalism in continental populations have not been well documented"; tuttavia in quest'ultimo caso "high density of *P. muralis* could be one of the factors facilitating the cannibalistic behaviour".

#### BIBLIOGRAFIA

- ADAMOPOULOU C., VALAKOS E.D. & PAFILIS P., 1999. Summer diet of *Podarcis milensis*, *P. gaigeae* and *P. erhardii* (Sauria: Lacertidae). *Bonn. zool. Beitr.*, 48 (3-4): 275-282.
- BIAGGINI M., BOMBI P., CAPULA M. & CORTI C., 2010. *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). Pp. 391-401 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. Edizioni Calderini de Il Sole 24 ORE, Milano.
- BOMBI P., VIGNOLI L., SCALERA R. & BOLOGNA M.A., 2005. Food habits of *Podarcis filfolensis* (Reptilia, Lacertidae) on a small Mediterranean island during the dry season. *Amphibia-Reptilia*, 26: 412-417.
- BURKE R.L. & MERCURIO R.J., 2002. Food habits of a New York population of Italian wall lizards, *Podarcis sicula* (Reptilia, Lacertidae). *Am. Midl. Nat.*, 147: 368-375.
- CAPULA M. & ALOISE G., 2011. Extreme feeding behaviours in the Italian wall lizard, *Podarcis siculus*. *Acta herpetol.*, 6 (1): 11-14.
- CARRETERO M.A., LO CASCIO P., CORTI C. & PASTA S., 2010. Sharing resources in a tiny Mediterranean island? Comparative diets of *Chalcides ocellatus* and *Podarcis filfolensis* in Lampione. *Bonn zool. Bull.*, 57 (2): 111-118.
- CASTILLA A.M. & VAN DAMME R., 1996. Cannibalistic Propensities in the Lizard *Podarcis hispanica atrata*. *Copeia*, 1996 (4): 991-994.
- CORTI C., BIAGGINI M. & CAPULA M., 2011. *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810). Pp. 407-417 in: Corti C., Capula M., Luiselli L., Razzetti E. & Sindaco R. (eds.), Fauna d'Italia. XLV. Reptilia. Edizioni Calderini de Il Sole 24 ORE, Milano.
- CORTI C. & LO CASCIO P., 1999. I Lacertidi italiani. *L'Epos*, Palermo, 87+[2] pp.
- CORTI C. & LO CASCIO P., 2002. The Lizards of Italy and adjacent areas. *Chimaira Verlag*, Frankfurt am Main, 165 pp.
- DAPPEN, N., 2011. Cold-blooded Cannibals. Observations on cannibalistic egg eating and predation on juveniles within *Podarcis pityusensis*. <https://www.lacerta.de/AS/Artikel.php?Article=113> (accesso 05/2021).
- DEEM V. & HEDMAN H., 2014. Potential cannibalism and intraspecific tail autotomization in the Aegean wall lizard, *Podarcis erhardii*. Potencijalni kanibalizam i unutarvrstna autotomija repa kod makedonske gušterice, *Podarcis erhardii*. *Hyla*, 2014 (1): 33-34.
- GRANO M., CATTANEO C. & CATTANEO A., 2011. A case of cannibalism in *Podarcis siculus campestris* De Betta, 1857 (Reptilia, Lacertidae). *Biodiv. J.*, 2: 151-152.
- JOVANOVI M., 2009. Amphibia and Reptilia of the Štoj Plain (Ukini, Montenegro). *Bull. Nat. Hist. Mus. Belgrade*, 2009 (2): 137-152.
- KABISCHKI ENGELMANN W.E., 1964. On the food of *Lacerta muralis* in eastern Bulgaria. *Zool. Abb.*, Dresden, 30: 89-92.

- KAMMERER P., 1925. Lebensweise der Eidechsen auf kleinsten Inseln. *Bl. Aquar Terrarienk*, 36: 483-496, 513-524.
- LO CASCIO P., 2006. Aspetti ecologici e problemi di conservazione di una popolazione di *Podarcis raffonei* (Mertens, 1952) (Reptilia: Lacertidae). *Naturalista sicil.*, 30 (3-4): 495-521.
- LO CASCIO P., LUISELLI L. & CORTI C., 2006. Preliminary data on the ecology of *Podarcis filfolensis* at Lampione Islet (Pelagie Islans, Channel of Sicily). Pp. 103-110 in: Corti C., Lo Cascio P. & Biaggini M. (eds.), *Mailand and Insular Lizards. A Mediterranean Perspective*. Firenze University Press, Firenze.
- LUISELLI L., CAPULA M., CORTI C., LO CASCIO P. & PÉREZ-MELLADO V., 2004. Preliminary data on the feeding ecology of *Podarcis raffonei* (Reptilia, Lacertidae), a threatened endemic lizard of the Aeolian Islands (Mediterranean Sea). Pp. 223-229 in: Pérez-Mellado V., Riera N. & Perera A. (eds.), *The Biology of Lacertid lizards. Evolutionary and Ecological Perspectives*. Institut Menorquì d'Etudis, Maò.
- MADDEN I. & BROCK K.M., 2018. An extreme record of cannibalism in *Podarcis erhardii mykonensis* (Reptilia: Lacertidae) from Siros island, Cyclades, Greece. *Herpetol. Notes*, 11: 291-292.
- PÉREZ-MELLADO V. & CORTI C., 1993. Dietary adaptations and herbivory in lacertid lizards of the genus *Podarcis* from western Mediterranean islands (Reptilia: Sauria). *Bonn. zool. Beitr.*, 44: 193-220.
- RUGIERO L., 1994. Food habits of the Ruin Lizard, *Podarcis sicula* (Rafinesque-Schmaltz, 1810), from a coastal dune in Central Italy (Squamata: Sauria: Lacertidae). *Herpetozoa*, 7 (1-2): 71-73.
- SCHMIDT-LOSKE K., 1994. Ein Fall von Kannibalismus bei *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). *Eidechse*, 5 (13): 20-26.
- SIMOVI A. & MARKOVI A., 2013. A case of cannibalism in the common wall lizard, *Podarcis muralis*, in Serbia. Slu aj kanibalizma kod zidnog guštera, *Podarcis muralis*, u Srbiji. *Hyla*, 2013 (1): 48-49.
- SOULSBY D., 2013. Animal cannibalism. The dark side of evolution. *5 m Publishing*, Sheffield, 585 pp.
- SPEYBROECK J., BEUKEMA W., BOK B. & VAN DER VOORT J., 2016. Field Guide to the Amphibians & Reptiles of Britain and Europe. *Bloomsbury*, London, 432 pp.
- VAN DAMME R., 1999. Evolution of herbivory in lacertid lizards: effects of insularity and body size. *J. Herpetol.*, 33: 663-674.
- ŽAGAR A. & CARRETERO M.A., 2012. A record of cannibalism in *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Reptilia, Lacertidae) from Slovenia. *Herpetol. Notes*, 5: 211-213.

*Indirizzo degli autori* — S. VANNI, Collaboratore esterno del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Sede "La Specola", Via Romana, 17 – 50125 Firenze (I); e-mail: stefanovanni-fi@libero.it; A. NISTRI & S. CIANFANELLI, Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Sede "La Specola", Via Romana, 17 – 50125 Firenze (I).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790683>

GIOVANNI ZANFEI, ANTONIO ROMANO, PAOLO PEDRINI, AARON IEMMA,  
KAROL TABARELLI DE FATIS & DINO SCARAVELLI

## RILEVAMENTI DI RETTILI ATTRAVERSO L'USO DI RIFUGI ARTIFICIALI IN TRENTINO

### RIASSUNTO

L'uso di rifugi artificiali per le attività di monitoraggio erpetologico è ampiamente documentato in bibliografia. Cento rifugi artificiali sono stati posizionati in cinque aree del Trentino, in ambienti e a quote differenti; i risultati indicano un utilizzo differenziale dei rifugi da parte dei rettili a seconda di questi due fattori.

*Parole chiave.* Rilievi, Rettili, Tecniche di Monitoraggio.

### SUMMARY

*Surveying Reptiles using Artificial Cover Objects in Trentino.* The use of Artificial Cover Objects (ACOs) for herpetological monitoring activities is widely documented in bibliography. We placed 100 ACOs in five areas of Trentino, in different environments and at different altitudes; results point out a differential use of ACOs by reptiles in relation to environmental and altitudinal factors.

*Key words.* Surveying, Artificial Cover Objects, Reptiles, Monitoring Systems.

### INTRODUZIONE

L'uso di rifugi artificiali (RA) è una metodologia consolidata e fruttuosa nel monitoraggio dei rettili, in quanto permette di aumentare la contattabilità di molte specie, soprattutto di quelle più elusive, e di raccogliere informazioni in modo standardizzato. Di contro, le caratteristiche strutturali ed il posi-

zionamento dei rifugi sul campo possono essere fattori limitanti per la buona riuscita dell'attività di ricerca (JOPPA *et al.*, 2010; HALLIDAY & BLOUIN-DEMERS, 2015).

## MATERIALI E METODI

Per un'indagine sulla presenza e l'ecologia dei rettili in cinque aree protette della Provincia Autonoma di Trento (Lavini di Marco, quota media: circa 200 m s.l.m.; Marocche di Dro, quota media: circa 250 m s.l.m.; Lago di Loppio, quota media: circa 230 m s.l.m.; Monte Brione, quota media: circa 330 m s.l.m.; Giardino Botanico Alpino (GBA) Viote, quota media: circa 1540 m s.l.m.), sono state posizionate come rifugi artificiali, equiripartite per ogni sito, 100 onduline commerciali in cartone catramato di 100 cm x 76 cm.

In ogni area i RA sono stati posizionati, a circa 25 m di distanza l'uno dall'altro, lungo transetti grossomodo paralleli ai sentieri di visita tracciati all'interno delle aree protette, cercando di nascondere quanto più possibile ogni ondulina. La messa in posa è avvenuta tra l'autunno del 2017 e la primavera 2018, con i monitoraggi che sono iniziati nell'estate successiva.

Il controllo dei rifugi artificiali è stato effettuato (ad oggi) nove volte, in differenti condizioni meteorologiche e di temperatura (da un minimo di 5°C per quanto riguarda la temperatura dell'aria, fino ad un massimo di 31°C), cercando di coprire tutte le stagioni idonee (sono stati effettuati controlli nei mesi compresi tra marzo e ottobre) e diverse fasce orarie (dalle 7 fino alle 21).

Per ogni area è stata poi condotta un'analisi delle *patch* di *Corine Land Cover* (attraverso un *buffer* di raggio di 25 metri attorno ad ogni RA), al fine di verificare la diversa struttura del paesaggio nei diversi siti. Per meglio confrontare la composizione attesa delle comunità rispetto a quella rilevata per ogni ambiente, si è assunta come riferimento quella derivata dall'Atlante degli Anfibi e Rettili del Trentino (AA.VV., in prep.) entro le varie tipologie di *Corine Land Cover* e quota, questa ultima suddivisa in fasce di 200 metri dallo zero (Tab. 1).

Tutte le analisi sono state condotte con il software R (R CORE TEAM, 2021).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Sotto i rifugi artificiali (RA) sono state rinvenute quattro specie di rettili:

**Tab. 1**

Differenza tra numero di specie “attese” secondo i dati dell’Atlante degli Anfibi e dei Rettili del Trentino e numero di specie rilevate per ogni ambiente nella quota di rilevazione.  
*Difference between the number of “expected” species according to data from the Atlas of Amphibians and Reptiles of Trentino and the number of species detected for each environment in the survey altitude.*

Ambiente	Range altitudinale (m)	Numero specie Atlante	da Numero specie rilevate
Foreste miste	(0,200]	15	1
Aree con vegetazione sparsa	(200,400]	14	1
Arbusteti di transizione	(200,400]	18	1
Foreste miste	(200,400]	19	1
Foreste di latifoglie	(200,400]	17	1
Foreste di conifere	(1400,1600]	19	3
Pascoli	(1400,1600]	14	2

*Anguis veronensis*, *Podarcis muralis*, *Zamenis longissimus* e *Natrix helvetica*. La specie ritrovata con maggior frequenza è stata *A. veronensis* (13 osservazioni), seguita da *P. muralis* (8 osservazioni, unica specie ritrovata in tutti i siti di studio) e *N. helvetica* (2 osservazioni); mentre solo una volta è stato osservato *Z. longissimus* (un individuo giovane) (Tab. 2 e 3).

**Tab. 2**

Tabella riassuntiva dei risultati ottenuti; sono riportate tutte le specie note nelle aree di indagine (osservate e non nel corso dello studio) e i contatti ottenuti attraverso RA in ogni sito.  
*Summary table of the results obtained; all known species in the survey areas (observed and not during the study) and the contacts obtained through RA at each site are reported.*

	Marco	Dro	Loppio	Brione	GBA
<i>Anguis veronensis</i>	0	0	0	0	13
<i>Lacerta bilineata</i>	0	0	0	0	0
<i>Podarcis muralis</i>	1	2	1	2	2
<i>Hierophis viridiflavus</i>	0	0	0	0	0
<i>Zamenis longissimus</i>	0	0	0	1	0
<i>Natrix helvetica</i>	0	0	0	0	2
<i>Natrix tessellata</i>	0	0	0	0	0
<i>Vipera aspis</i>	0	0	0	0	0

Tab. 3

Riassunto dei contatti avvenuti per sito e per ambiente; specifichiamo che i RA conteggiati in “Foreste di conifere”, sono in realtà posizionati ai margini delle stesse.  
*Summary of the contacts made by site and by environment; we point out that the RAs counted in “Coniferous forests” are actually positioned at the margins of the same*

Sito	Ambiente	RA	Contatti	Specie
Marco	Foreste miste	20	1	1
Dro	Aree con vegetazione sparsa	16	1	1
Dro	Foreste miste	4	1	1
Loppio	Arbusteti di transizione	20	1	1
Brione	Foreste di latifoglie	9	2	1
Brione	Foreste miste	11	1	1
GBA	Foreste di conifere	18	4	3
GBA	Pascoli	4	13	2

Considerando la presenza nota di altre specie nelle aree e negli ambienti campionati (CALDONAZZI *et al.*, 2002), quelle probabilmente presenti e che non sono state contattate tramite RA sono: *Lacerta bilineata*, *Hierophis viridiflavus*, *Natrix tessellata* e *Vipera aspis*.

Oltre al controllo dei rifugi artificiali, sono stati raccolti dati anche di avvistamenti avvenuti percorrendo i transetti: *P. muralis* (in ogni sito) e *L. bilineata* (unicamente sul Monte Brione), sono le sole specie ad essere state osservate in questo modo. La bassa frequenza di contatti tramite RA potrebbe essere imputabile ad una bassa densità delle popolazioni di rettili nelle aree indagate, eccezion fatta per *P. muralis*.

Pur con i pochi risultati raccolti, la tecnica risulta efficace per *A. veronensis*, con poche osservazioni pregresse nelle aree indagate, e per *P. muralis*, comunque abbondante e facilmente visibile.

I risultati ottenuti al GBA Viote sono stati i più cospicui, sia per diversità che per numero di ritrovamenti (Fig. 1). Si ritiene che questo possa dipendere dalla quota e, soprattutto, dalla posizione dei rifugi in aree prative o lungo fasce ecotonali al limite del bosco, che, da letteratura, sembrano essere le zone maggiormente idonee al posizionamento di RA (FOSTER *et al.*, 2012; HALLIDAY & BLOUIN-DEMERS, 2015). In quest'area di studio, il basso livello di copertura arborea al di sopra dei rifugi artificiali e la scarsità di rifugi naturali hanno probabilmente massimizzato l'utilizzo dei RA da parte dell'erpetofauna. In tali condizioni, infatti, i rifugi artificiali possono assumere un ottimo ruolo non solo come ripari, ma anche come “rifugi termici”, dove i rettili possono termoregolare più efficiente-



mente e rapidamente. La maggiore esposizione dei RA, dovuta ad un minor livello di copertura arborea, è emersa, oltre che dall'osservazione diretta, anche da un'analisi delle *patch* di *Corine Land Cover*, che mostra come questa zona sia differente rispetto alle altre in termini di struttura del paesaggio (Fig. 1).

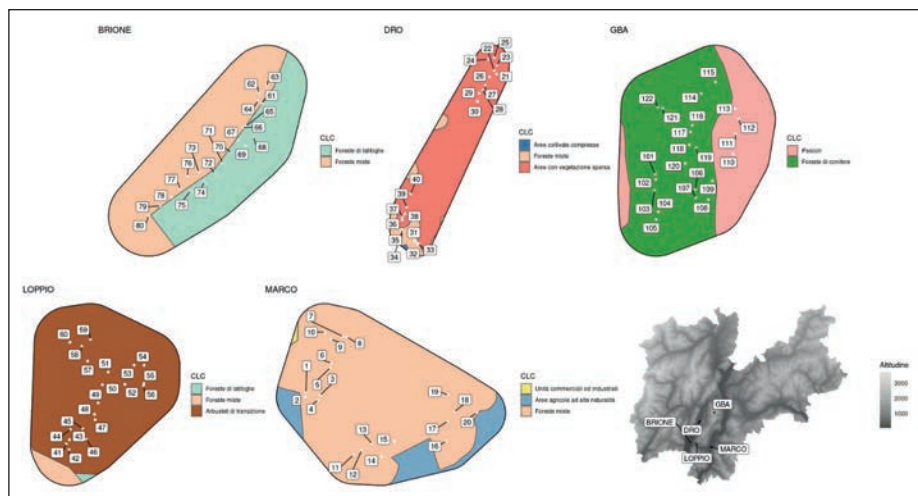


Fig. 1 — Posizione dei rifugi artificiali nei siti con relativa analisi di Corine Land Cover, assieme alla localizzazione delle aree di indagine in Trentino/Position of the artificial shelters in the sites with relative analysis by Corine Land Cover, together with the location of the survey areas in Trentino.

#### BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., in prep. Atlante degli anfibi e dei rettili della Provincia di Trento.
- CALDONAZZI M., PEDRINI P. & ZANGHELLINI S., 2002. Atlante degli anfibi e dei rettili della Provincia di Trento (Amphibia, Reptilia). 1987-1996 con aggiornamenti al 2001. *St. trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 77: 5-173.
- FOSTER M. S., CHERNOFF N., WHITFIELD-GIBBONS J. & GUYER C., 2012. Reptile Biodiversity: Standard Methods for Inventory and Monitoring. *Univ. California Press*, Berkeley, 412 pp.
- HALLIDAY W. & BLOUIN-DEMERS G., 2015. Efficacy of coverboards for sampling small northern snakes. *Herpetol. Notes*, 8: 309-314.
- JOPPA L.N., WILLIAMS C.K., TEMPLE S.A. & CASPER G.S., 2010. Environmental factors affecting sampling success of artificial cover objects. *Herpetol. Conserv. Biol.*, 5(1): 143-148.
- R CORE TEAM, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

logiche e Ambientali, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, Piazza di Porta S. Donato, 1 - 40126 Bologna (I); A. ROMANO, CNR-IBE, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di BioEconomia, Via dei Taurini, 19 - 00100 Roma (I); A. ROMANO, P. PEDRINI, A. IEMMA, K. TABARELLI DE FATIS, MUSE, Museo delle Scienze, Corso del Lavoro e della Scienza, 3 - 38122 Trento (I).

MARCO A.L. ZUFFI, LUNA BOLLARO, CECILIA MANCUSI, LETIZIA MARSILI,  
TONI MINGOZZI, GIOVANNI RAIMONDI, GIULIANA TERRACCIANO,  
CHIARA CARUSO, LAURA TONELLI & LUCIA VENTURI

BIOMETRICAL VARIABILITY AND FLIPPERS ASYMMETRIES  
IN EMBRYOS OF THE LOGGERHEAD TURTLE *CARETTA CARETTA*  
FROM TUSCANIAN AND CALABRIAN NESTS

SUMMARY

We analyzed 532 dead embryos, sampled in Tuscany and Calabria (from eight and 107 nests, respectively). Carapace data were used to estimate the developing stage. Embryos stages ranged from 26 to 31b in both regions, stages 29-31b were more abundant in Calabria. Calabrian embryos were significantly larger than Tuscanian ones. Left *vs* right fore flippers length varied significantly, left flipper being longer than right flipper. Asymmetry did not differ between the two regions.

*Key-words:* *Caretta caretta*, embryo size, flippers asymmetry, Tuscany, Calabria.

RIASSUNTO

*Variabilità dimensionale e asimmetrie delle pinne anteriori in embrioni di tartaruga marina Caretta caretta di nidi toscani e calabresi.* Abbiamo analizzato 532 embrioni morti (relativi a otto nidi di Toscana e 107 di Calabria). Le misure del carapace sono state utilizzate per stimare lo stadio di sviluppo. Gli stadi variano da 26 a 31b in entrambe le regioni, ma gli stadi 29-31b appaiono più abbondanti in Calabria. Gli embrioni calabresi sono significativamente più grandi di quelli toscani. Le pinne anteriori sinistra e destra differiscono, le sinistre in media di maggiori dimensioni. Le asimmetrie non variano tra le due regioni.

*Parole-chiave:* *Caretta caretta*, dimensioni embrioni, asimmetrie pinne, Toscana, Calabria.

INTRODUCTION

Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* nesting in Calabria (Southern Italy)

has long been documented (MINGOZZI *et al.*, 2007), while nesting along the Northern Tyrrhenian coast (Tuscany) has started in recent years (MANCUSI *et al.*, 2018).

Analysis of nests, after emergence, provided the opportunity to measure embryos of unhatched eggs, dead pipped and dead hatchlings, stages little studied in this species (see MILLER *et al.*, 2017). This research has been aimed at providing first descriptive data on some Italian nests.

## MATERIALS AND METHODS

We analyzed unhatched eggs, dead hatchlings, dead pipped. Nests were from Tuscany (2018-2020, n=8), and from Calabria (2004-2014, n=168). We used standard measurements as those found in MILLER *et al.* (2017). We also estimated the embryo stage with carapace length (n=532 embryos). Flippers of dead Calabrian embryos were often lacking, due to previous cut for DNA sampling, thus sample size is reduced to specimens bearing both fore flippers (98 from Tuscany, 176 from Calabria). We used an analogical caliper at 0.1 mm precision. Non parametric and parametric statistics were used (SPSS 20.0 release).

## RESULTS

The average carapace length of embryos was  $28.7 \pm 7.03$  mm (n=102, Tuscany) and  $35.43 \pm 3.77$  mm (n=430, Calabria), and significantly different between the areas (Student t test=-13.345, df 530,  $p < 0.0001$ ). Estimated embryo stages ranged from 26 to 31b in both areas. Frequency distribution was similar in Tuscany, while older stages (e.g.:29-31b) were more frequent in Calabria ( $\chi^2=147.021$ , df 6,  $p < 0.0001$ ). Asymmetry was significant (Student t test=-0.495, df 269,  $p=0.621$ ), with left flippers longer than right ones, but with no region effect (Tuscany 54 vs 42; Calabria 104 vs 67).

## DISCUSSION

Data on embryonic size of natural (not incubated) nests are quite rare, and information are still particularly scarce especially in the Mediterranean region. Larger difference in size of Calabrian embryos correlate with the recorded advanced developing stage. It is logical to hypothesize an earlier mortality in Tuscany and a different developing success, higher in Calabria,

despite a in depth thermal profile of each nest is not still available. Recorded front flipper asymmetry is a pattern already found in adult marine turtles (CASALE *et al.*, 2017).

#### REFERENCES

- CASALE P., FREGGI D., RIGOLI A., CICCOCIOPPO A. & LUSCHI P., 2017. Geometric morphometrics, scute patterns and biometrics of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the central Mediterranean. *Amphibia-Reptilia*, 38: 145–156.
- MANCUSI C., BAINI M., CARUSO C., CIANCHI F., D'APOLITO N., MAGLIOCCO T., MARSILI L., PAPETTI L., MANCINO C., SENESE M., SOMMER M., TERRACCIANO G., VENTRELLA S. & VENTURI L., 2018. First documented nestings of *Caretta caretta* in Tuscany area (North Western Mediterranean sea), the northern site in Italy. Pp. 297–301 in: Benincasa F. (ed.), 7th International Symposium: monitoring of Mediterranean coastal areas. Problems and measurement techniques. Firenze University Press.
- MILLER J.D., MORTIMER J.A. & LIMPUS, C.J., 2017. A Field Key to the developmental stages of marine turtles (Cheloniidae) with notes on the development of *Dermochelys. Chelonian Conserv. & Biology*, 16: 111–122.
- MINGOZZI A., MASCIARI G., PAOLILLO G., PISANI B., RUSSO M. & MASSOLO A., 2007. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Caretta caretta* in southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity and Conserv. Europe*, 16: 3519–3541.

*Address of authors.* – M. ZUFFI, L. BOLLARO, Museo di Storia Naturale, Università di Pisa, via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I); C. MANCUSI, ARPAT - Settore Mare Via Marradi, 114 - 57126 Livorno (I); C. MANCUSI, L. MARSILI, Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena, via Mattioli, 4 - 53100 Siena (I); T. MINGOZZI, Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra, Università della Calabria, P.te P. Bucci, Cubo 4/B - 87030 Rende (Cosenza, I); G. RAIMONDI, Acquario di Livorno, Costa Edutainment, piazza Mascagni, 1 - 57127 Livorno (I); G. TERRACCIANO, Istituto Zooprofilattico Sperimentale Lazio Toscana, S.S. dell'Abetone e del Brennero, 4 - 56123 Pisa (I); C. CARUSO, Acquario di Talamone (Parco Regionale della Maremma), via Nizza, 20 - 58010 Talamone (Grosseto, I); L. TONELLI, L. VENTURI, Parco Regionale della Maremma, via del Bersagliere, 7/9 - 58100 Alberese (Grosseto, I).



DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6790695>

MARCO A.L. ZUFFI, CECILIA MANCUSI, MASSIMILIANO BAGNOLI,  
ROBERTA LAZZERETTI, STEFANIA MACCHI & MONICA MARIANI

MONITORAGGIO E PROGETTO DI ERADICAZIONE  
DELLE TESTUGGINI PALUSTRI AMERICANE,  
GENERE *TRACHEMYS*, AL LAGO DEL CAVO (PONSACCO, PISA)

RIASSUNTO

In un invaso artificiale di inizi '900 (Lago del Cavo, Ponsacco, Pisa) sono state osservate oltre 100 testuggini esotiche americane, *Trachemys scripta*.

In accordo con gli assessorati Ambiente ed Educazione del Comune e in collaborazione con un'associazione ambientalista locale, abbiamo attivato una serie di incontri didattici informativi su specie aliene e invasive con le scuole di primo grado (225 bambini) e organizzato la formazione del personale volontario per il posizionamento, gestione delle trappole (40 nasse, tre giorni/settimana), gestione e trasporto degli animali catturati a un centro di recupero autorizzato. L'attività di cattura delle testuggini, appena iniziata, durerà per almeno tre mesi, in funzione del successo di cattura.

*Parole chiave.* *Trachemys scripta*, Pisa, progetto didattico, attività di eradicazione.

SUMMARY

*Monitoring and management of alien terrapins, genus Trachemys, at the "Lago del Cavo" (Ponsacco, Pisa, central Italy).* In an artificial basin (built in the early '900, "Lago del Cavo", Ponsacco, Pisa, central Italy) more than 100 American sliders, *Trachemys scripta* are present.

In accordance and agreement with the municipality departments (environment, education) and a local environmental association, we have then organized several seminars on alien and invasive species with children of elementary classes (225 children).

We also carried out specific training for volunteer staff for trap placement management (40 fish traps, three days/week), and animal transportation to an authorized recovery centre. The eradication activity will last for about three months, depending on capture success.

*Key words.* *Trachemys scripta*, Pisa, didactical project, eradication activity.



## INTRODUZIONE

La presenza di testuggini palustri esotiche e invasive è fenomeno noto a livello internazionale, oltre che europeo e nazionale (CADI & JOLY, 2004; FICETOLA *et al.*, 2009; ANDREONE *et al.*, 2013), recentemente normato con D.Lgs 15.12.2017, n. 230, pubblicato in G.U. il 30 gennaio 2018 (in Art. 5 “Elenco delle specie esotiche invasive di rilevanza unionale”, <https://www.specieinvasive.it/index.php/it/specie-di-rilevanza-unionale/specie-di-rilevanza-unionale-2>). Nel comune di Ponsacco, la presenza di testuggini palustri esotiche è nota da anni. Su richiesta di ambientalisti locali e dei competenti assessorati abbiamo ideato, progettato e iniziato un progetto con finalità informative e didattiche per le scuole primarie di primo grado e un progetto esecutivo di monitoraggio, trappolaggio e gestione delle testuggini catturate.

## MATERIALI E METODI

Abbiamo utilizzato un precedente progetto didattico sviluppato presso il Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa (UFO in Toscana, 2009-2015). Durante il 2020-2021 (due e tre mesi, luglio e agosto e marzo-maggio rispettivamente) abbiamo fatto censimenti con binocolo, ripetuti otto volte, lungo il periplo dell'intero lago, per avere una stima approssimativa delle testuggini palustri esotiche presenti, la loro localizzazione prevalente e, quindi, organizzare il numero di volontari e di trappole da posizionare. Abbiamo seguito i principi generali delle linee guida ISPRA (LO VALVO *et al.*, 2016) per il monitoraggio delle testuggini palustri. Il progetto è stato presentato e condiviso con l'assessorato all'Ambiente della Regione Toscana.

## RISULTATI

Abbiamo ottenuto questionari di gradimento dagli alunni [non interessa (21), interessa (75) molto interessante (84)]. I censimenti a vista hanno dato conteggi variabili da 14 (primi di marzo 2021) a 89 (metà maggio 2021) sino a 114 individui (metà di luglio 2020) (con una media complessiva di  $68 \pm 13$  osservazioni), posizionati sui principali punti di basking del Lago del Cavo. Il posizionamento delle trappole è appena iniziato e le catture termineranno non prima della fine di agosto 2021. Nei controlli della prima sessione, 26-28 maggio, abbiamo catturato 24 e 18 testuggini, 36 *T. s. scripta* (20 maschi, 13 femmine, 3 giovani), 6 *T. s. elegans* (3 maschi, 3 femmine).

## DISCUSSIONE

La sensibilizzazione della cittadinanza al problema dell'acquisto e della gestione di animali esotici è un passaggio necessario ed è fondamentale il coinvolgimento di insegnanti e giovani allievi. La collaborazione con gli assessorati competenti, con l'associazionismo locale e il patrocinio della regione sono ulteriori importanti elementi per un approccio corretto alla gestione delle risorse naturali di una data area.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDREONE F., CORTI C., FICETOLA F., RAZZETTI E., ROMANO A. & SINDACO R., 2013. *Trachemys scripta*, testuggine palustre dalle orecchie rosse. Scheda valutazione IUCN Comitato Italiano, <http://www.iucn.it/scheda.php?id=731985612>.
- CADI A. & P. JOLY P., 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodivers. Conserv.*, 13: 2511–2518.
- FICETOLA G.F., WILFRIED THULLER W. & PADOA-SCHIOPPA E., 2009. From introduction to the establishment of alien species: bioclimatic differences between presence and reproduction localities in the slider turtle. *Divers. Distrib.*, 15: 108–116.
- LO VALVO M., ONETO F., OTTONELLO D. & ZUFFI M.A.L., 2016. *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) (Testuggine palustre europea). *E. trinacris* Fritz et al., 2005 (Testuggine palustre siciliana). Pp. 250-252 in: Stoch F. & Genovesi P. (Eds.), Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.

*Indirizzo degli autori* — M.A.L. ZUFFI, Museo di Storia Naturale, Università di Pisa, via Roma, 79 - 56011 Calci (Pisa, I); e-mail: marco.zuffi@unipi.it; C. MANCUSI, ARPAT, Settore Mare, Via Maradi, 114 - 57126 Livorno (I); M. BAGNOLI, R. LAZZERETTI, S. MACCHI, Comune di Ponsacco, Piazza Valli, 8 - 56038 Ponsacco (Pisa, I); M. MARIANI, Associazione ELIANTUS per l'Ambiente, Via Bagnaia, 42 - 56038 Ponsacco (Pisa, I).



RECENSIONI

UNGERESE G., 2022. Non tutto il mare è perduto. Viaggio lungo le coste italiane alla scoperta di un ecosistema soffocato da plastiche e microplastiche. Responsabilità e soluzioni. *Casti Editore*, Roma, 119 pp.

Non tutto il mare è perduto è il primo libro scritto da Giuseppe Ungherese, responsabile della campagna inquinamento di Greenpeace Italia. Questo volume rappresenta la voglia dell'autore di raccontare ai lettori il tema dell'inquinamento da plastica che negli ultimi decenni è stato oggetto di interesse da parte della comunità scientifica e sempre di più preoccupazione delle associazioni ambientaliste e dell'opinione pubblica in generale.

Il testo racconta degli effetti nefasti della plastica in alcuni dei luoghi più rappresentativi della lotta all'inquinamento come il Santuario Pelagos: l'area marina protetta più grande del bacino Mediterraneo nella quale si possono incontrare capodogli, stenelle, tursiopi, delfini comuni, zifi e globicefali. Quest'area, come si legge nel testo, dovrebbe rappresentare un porto franco per le specie che ci vivono; eppure, secondo ricerche condotte dallo stesso autore durante una campagna congiunta svolta da WWF e Greenpeace, la massiccia presenza di plastica e l'impatto delle attività antropiche mina la stabilità del delicato ecosistema marino, provocando una drastica riduzione delle specie presenti.

Ungherese svolge magistralmente il compito di rendere tangibile la portata del rilascio di oggetti in plastica nell'ambiente attraverso dei paragoni calzanti che permettono al lettore di comprendere concretamente l'entità del fenomeno e al contempo porta alla riflessione. Ogni gesto, secondo l'autore, ha un ruolo fondamentale nella lotta all'inquinamento, in quanto ogni singolo cittadino può, attraverso un acquisto consapevole, spingere le grandi multinazionali a cambiare rotta e trovare delle valide alternative all'impiego della plastica.

I capitoli del libro raccontano di nove aree rappresentative del patrimonio naturalistico italiano come Capraia, il Fiume Sarno, le Isole Tremiti, il Tirreno Centrale, lo Stretto di Messina, il Santuario Pelagos, Cerboli, il Conero e Brindisi. All'inizio di ogni capitolo l'autore esalta la bellezza del luogo raccontandolo attraverso un mito o una leggenda che si scontra, col procedere del testo, con l'incessante attività antropica e l'incalzante avanzamento dell'inquinamento che ne mette a rischio la salute.

Ma egli fa continuo riferimento al titolo, non tutto il mare è perduto; lo scrittore infatti, se da un lato usa un tono di denuncia verso le grandi multinazionali che negli anni sono state causa di questa enorme catastrofe, dall'altra non rinuncia mai a dare dei consigli e proporre delle soluzioni concrete che potrebbero portare ad un miglioramento della situazione attuale.

Una nota di merito va anche alla neo-casa editrice Casti Editore, il cui fondatore Alberto Casti, mosso dall'esperienza editoriale accumulata negli anni con il mensile di vela Bolina, ha saputo cogliere l'occasione di dare spazio ad un tema importante che non deve essere sottovalutato ma che al contrario ha bisogno di ogni sforzo per raggiungere più persone possibili.

In un periodo storico in cui la parola Antropocene si fa strada nell'opinione pubblica, rendendo nota al pubblico la fragilità degli equilibri del nostro pianeta, il libro "Non tutto il mare è Perduto" fornisce spunti di riflessione sull'importanza dei gesti quotidiani dando l'opportunità ad ogni singolo lettore di compiere azioni concrete volte alla salvaguardia dell'ambiente.

VINCENZO CIGNA  
(vincenzocigna91@gmail.com)

PANUCCIO M., 2021. Con i piedi per terra scrutando il cielo. Introduzione di Patrizia Bonelli. *Ed. Medraptors*, 74 pp.

Michele Panuccio (1976-2019) è stato un grande specialista di rapaci, soprattutto delle strategie migratorie di questi uccelli, che ha seguito con una enorme passione per tutto il Mediterraneo. Dobbiamo ai suoi genitori Giuseppe Panuccio e Patrizia Bonelli e ai suoi amici se viene mantenuto vivo il ricordo di questo meraviglioso ragazzo.

La passione per la natura del giovane Michele Panuccio lo ha portato alla convinzione che il coinvolgimento delle persone fosse fondamentale per cambiare collettivamente e non singolarmente lo stile di vita, raggiungere un equilibrio tra uomo e altri esseri viventi, avere un maggiore rispetto per le risorse della natura. Questi pensieri non vengono facilmente alla luce dai suoi scritti scientifici, ma trasparivano immediatamente chiacchierando con lui. È stato per me un grande piacere aver scambiato con lui impressioni di vita e naturalmente avere a lungo parlato della migrazione di nibbi e pecchiaioli quando eravamo entrambi nell'isola di Ustica e dormivamo nella stessa abitazione, lui si alzava presto per andare ad osservare i rapaci migratori al castello saraceno, io per fare il primo giro mattutino alle reti durante la campagna primaverile di inanellamento. Michele stava facendo un'ottima ricerca, ho un bellissimo ricordo di lui, anche sotto il profilo umano, ma purtroppo ci ha lasciati tre anni fa all'età di 42 anni.

In questo libro, la cui introduzione è stata curata da Patrizia Bonelli, sono riportati alcuni scritti di Michele Panuccio. Il primo, tradotto dall'inglese, è un suo editoriale pubblicato nel 2019 su *Avocetta* sull'importanza ancora attuale di raccogliere dati in campo. Michele riportava una frase molto lucida di Dijkstra del 2016: 'La ricerca biologica è un'interazione tra l'inventario della diversità della vita e l'indagine delle forze che la modellano'; l'editoriale metteva in luce il fatto che presto molte riviste avrebbero sostituito il lavoro del refere con un software, una specie di intelligenza artificiale in grado di stabilire se la statistica dell'articolo è corretta, se c'è un eccesso di autocitazioni e via dicendo. Ma può un software stabilire se i dati raccolti in campo sono originali o no? Può sostituire il lavoro di uno studioso? Ovviamente no.

Riflessivo, partecipe dei problemi degli altri, persona umanamente rara da trovare, Michele si occupò, oltre che di migrazione di rapaci, anche di conservazione di ambienti naturali, come le zone umide dell'agro romano, Tor di Valle nell'ansa del Tevere, la Cava allagata di Vallerano, o gli oltre 6000 ettari della riserva di Decima Malafede, un'area che ha mantenuto elevati livelli di naturalità e un'insperata ricchezza di specie ornitiche. Per inciso, Michele e i suoi amici romani predisposero un carnaio che rifornivano due volte la settimana tra marzo e agosto; questo ha consentito l'incremento della popolazione di nibbi bruni nel corso degli anni. I suoi amici hanno mantenuto la promessa di tenere ancora attivo il carnaio in questi ultimi tre anni.

BRUNO MASSA  
(bruno.massa@unipa.it)

PANUCCIO M., 2022. Attraversare o aggirare l'ostacolo? Strategie di migrazione dei rapaci nel Mediterraneo. Introduzione di Patrizia Bonelli. *Ed. Medraptors*, 92 pp.

Questo bel libro, in cui primeggia in copertina il castello di Punta Troia dell'isola di Marettimo, si rivolge a un ampio pubblico e consiste di tre parti: 1) una sintesi della tesi di dottorato di Michele

Panuccio 'Attraversare o aggirare la barriera ecologica migratoria dei rapaci nel Mediterraneo'; 2) alcuni scritti di Michele ripresi dal libro *Rapaci d'Italia* di Federico Cauli e Fulvio Genero; 3) attività svolta in Aspromonte 'Lo stretto di Messina: nuovi orizzonti sulla migrazione diurna e notturna tra Europa e Africa'.

Oltre ad essere una sintesi di molte attività svolte da Michele, è anche un doveroso omaggio a lui e ai suoi collaboratori che per anni gli sono stati vicini. I contenuti del libro sono proprio una sintesi delle tantissime attività svolte da Michele e dai numerosi collaboratori da lui coinvolti nello studio dei rapaci. Si nota come Michele andava passando dal semplice conteggio di campo a metodologie via via più complesse, a elaborazioni statistiche, grazie anche a tecnologie molto avanzate disponibili a prezzi accessibili.

L'esperienza acquisita in più di vent'anni di attività sul campo aveva permesso a Michele di avere le idee abbastanza chiare sui movimenti migratori di alcune specie di rapaci a livello mediterraneo, ma non solo. Michele infatti partecipava a ricerche anche su specie nidificanti, come il comune gheppio, del quale aveva inanellato più di trecento pulcini e che seguiva nelle cassette nido che aveva predisposto, una parte delle quali nei tralicci elettrici di Terna. Negli ultimi tempi aveva in animo di mettere in funzione un radar piuttosto sofisticato acquistato dall'Ispra, per poter seguire in modo ancora più preciso la migrazione degli uccelli nello stretto di Messina, come aveva già fatto in collaborazione con Ornithologica e Giacomo Dell'Omo per valutare il possibile impatto del nuovo elettrodotto di Terna. Leggere questa breve sintesi di tutta la ricerca di Michele Panuccio lascia attoniti, in giovane età aveva già realizzato molti suoi sogni, ma non aveva mai smesso di sognare.

BRUNO MASSA  
(bruno.massa@unipa.it)

ANDREONI M., 2022. Alberi, fiori e frutti nelle bandiere. *Arbor Sapientiae srl*, Roma. € 45,00.

Quando si pensa a una bandiera viene subito in mente il movimento che il vento provoca nel tessuto. Con i loro colori e simboli le bandiere rappresentano gli Stati e momenti di storia. Basti pensare a quante bandiere lacere o addirittura con macchie indelebili vengono conservate all'interno di teche in Musei di tutto il mondo, restando legate a battaglie, vittorie, sconfitte o che avvolgono quel che resta di eroi caduti con onore per la patria.

Gli sbandieratori con grande maestria riescono a muoverle artisticamente senza farle arrotolare e così facendo lo spettatore ne apprezza il disegno e lo sguardo ne resta ammaliato.

In questo libro descritto da mani sapienti con dovizia di particolari, l'autrice si addentra nel mondo delle "flags" e spaziando dalla botanica, alla mitologia, alla religione, in modo trasversale racconta di tradizioni e culture dei Paesi e grazie alle molteplici fonti fornisce informazioni e spunti di riflessione.

Gli elementi iconografici presenti nelle bandiere permettono infatti anche un viaggio nel tempo con rimandi agli autori latini e greci, al simbolismo del Medioevo, al Rinascimento, alla letteratura religiosa e la ripartizione per schede descrittive botaniche, seguite da testi "in altri tempi e in altri luoghi" è di piacevole lettura, suscita curiosità e scoperta.

Le specie citate sono alberi come l'alloro, l'olivo o la "quercia", arbusti, piante erbacee come le palme, l'ananas e il banano e succulente come il fico d'India ma anche specie rappresentate come simboli araldici ovvero il giglio e la rosa.

Il mito con i suoi racconti affascinanti rende l'alloro una delle piante maggiormente rappresentate nelle bandiere di ben nove stati, essendo un simbolo a metà tra pianta e raffigurazione araldica: pensando all'alloro viene in mente il Sommo Poeta ma anche l'*imperator*, il cui capo era cinto da una corona di foglie essendo l'alloro sacro a Apollo; ancora oggi chi si laurea merita questo

riconoscimento dopo aver discusso la tesi. E il mito raffigurato dal Bernini nella statua di Apollo e Dafne, conservata nella Galleria Borghese a Roma, è uno dei racconti più toccanti tra le grandi bellezze artistiche.

Il pino di Norfolk meglio conosciuto come *Araucaria*, presente sulla bandiera dell'Isola di Norfolk in Australia, è una specie osservata scientificamente nel 1780 dal botanico inglese Joseph Banks che accompagnò Cook nel secondo viaggio nel Pacifico meridionale e introdotta poi in Europa come albero ornamentale. Le araucarie sono piante antichissime, i reperti fossili dimostrano che esistevano già prima dell'era Mesozoica, e chissà forse i grandi erbivori del Giurassico si nutrivano delle loro foglie.

La rosa che compare sulla bandiera della Moldavia risale al XV secolo quale simbolo dell'antico principato ma la rosa è ovunque: nel mondo greco romano è associata a Afrodite-Venere, il profumo addirittura è legato a un odore di santità che si lega al culto di martiri paleocristiani; la religione vede la rosa legata all'immagine della Vergine, infatti i luoghi sacri vantano arbusti di rose selvatiche nei loro giardini.

Trentanove sono i Paesi le cui bandiere riportano elementi che si rifanno al mondo vegetale, tra essi la nostra Italia rappresentata dall'olivo e dalla "querchia", anche se la specie non è riconoscibile. *Summum munus homini datum arbores silvaeque intelligebantur* (alberi e foreste siano intesi come sommo dono dato all'uomo), così scrive Plinio il Vecchio nella sua *Naturalis Historia*, se fosse ancora tra noi, il grande ammiraglio e naturalista sicuramente avrebbe apprezzato questo libro!

MARTA VISENTIN  
martavisentin68@gmail.com

MANZI G., 2021. L'ultimo Neanderthal racconta. Storie prima della storia. *Il Mulino*, Bologna, 232 pp., € 15,00.

In ogni scienza è normale che le conoscenze acquisite vengano modificate, talvolta in maniera radicale, da nuovi paradigmi interpretativi, da dati più recenti inseriti in un diverso contesto esplicativo, da scenari di ricerca che magari sorgono inaspettati a partire da scoperte impreviste e casuali. Ciò è vero in particolare per le scienze storiche, fra cui la paleoantropologia ricopre un ruolo peculiare. Essa, in quanto storia della filogenesi umana, si pone al crocevia fra la storia dell'uomo (la storia in senso stretto) e la storia della natura (la storia profonda dell'evoluzione biologica).

Lo storico della natura, come e più dello storico delle civiltà, è come un detective che a partire da indizi sparsi e frammentari tenta di ricostruire un passato lontano, remoto, oscuro. Egli, seguendo i metodi di una «scienza indiziaria» (p. 65), mira a «ricomporre il puzzle di ciò che è accaduto allora, nel contesto di mondi che nessuno ha mai visto, ma che hanno lasciato eloquenti tracce della loro esistenza» (p. 7).

Spesso, su quel tempo profondo, si riesce a fare luce. Infatti, grazie a tecniche sempre più raffinate afferenti a diversi ambiti (archeologia, paleoclimatologia, ecologia, geologia, biologia molecolare), la paleoantropologia si mostra oggi più di ieri come una scienza storica in particolare fermento, in cui dati inediti (o anche reperti "iconici" della disciplina, riesaminati con tecniche moderne) e nuove interpretazioni si susseguono a ritmi incalzanti e sorprendenti.

Già solo per questo motivo, ogni nuova sintesi delle attuali conoscenze sull'evoluzione umana è quanto mai benvenuta. Ancor meglio se tale sintesi è presentata sotto la forma del saggio divulgativo, tale da comunicare le nuove e le antiche scoperte anche al pubblico dei non specialisti, mostrando altresì come concretamente funziona la scienza nelle sue dinamiche storiche e metodologiche.

Nel suo ultimo libro, il paleoantropologo di chiara fama Giorgio Manzi propone un saggio che è anche una narrazione. «*Mi racconta cose che già conosco (o che ritengo di conoscere), il "mio" Neanderthal. Lo lascio fare, seguendo i suoi pensieri, che poi sono i miei, quasi estasiato dalla sua*



*competenza innata: "io c'ero... mica tu!"*» (p. 155). L'incontro immaginario (o, per meglio dire, onirico) con un Neanderthal presso la grotta Guattara sul promontorio del Circeo, il quale racconta la sua vita e con essa quella della sua specie, è il pretesto ideato dall'autore per descrivere lo "stato dell'arte" della paleoantropologia sulla specie *Homo neanderthalensis*; ma non solo. È anche occasione per gettare uno sguardo più ampio sull'intera filogenesi umana, dall'importanza della selezione sessuale all'origine del bipedismo, dalle emigrazioni dall'Africa all'invenzione delle prime tecnologie litiche; ma non solo. Viene sottolineata l'importanza della storia della scienza per la scienza stessa, evidenziando come la storia degli antenati dell'uomo moderno sia indissolubilmente legata alla scoperta, allo studio e alle interpretazioni dell'umanità neanderthaliana fin dalla nascita della paleoantropologia nella seconda metà del XIX secolo.

Interpretazioni che sono molto cambiate nel corso del tempo. Da scimmione peloso e "degenerato" a incarnazione del mito del "buon selvaggio", da sottospecie antica e predecessore di *Homo sapiens* a specie distinta sia geneticamente che anatomicamente, "Neanderthal" è una delle rare parole della storia naturale capace di infervorare tanto il dibattito accademico quanto la cultura popolare. Probabilmente, proprio in quanto, più o meno inconsapevolmente, ci affascina l'idea di un *alter ego*, di un altro (più di uno, a dire il vero) modo di essere umani, con cui abbiamo coesistito per migliaia di anni prima di restare l'unica specie umana sulla Terra. La storia del nostro rapporto con i Neanderthal – dei nostri antenati *Homo sapiens* con *Homo neanderthalensis* prima dell'estinzione di questi, così come di noi moderni con i loro resti fossili – è meravigliosa e inquietante in quanto ci mostra le nostre reazioni, troppo spesso oscillanti fra dualismi esasperati, di fronte alla diversità.

In tal senso, confrontarci con le storie "autobiografiche" del Neanderthal del Circeo, con la storia sempre in via di aggiornamento che i nuovi dati della paleogenetica e della paleogenomica ci permettono di raccontare insieme ai reperti fossili e archeologici, è anche e soprattutto occasione per riflettere su cosa, su chi, siamo noi *Homo sapiens*. Fenomeni biologici come l'*exaptation* e l'eterocronia, caratteri ecologici come l'estrema adattabilità e invasività, uniti a un pensiero simbolico di una complessità che non ha probabilmente riscontro nelle specie umane precedenti, sono alcuni dei tasselli che la scienza delle nostre origini ci consegna e che possono aiutarci a rispondere in maniera meno ingenua a tali complessi interrogativi.

Porsi di fronte all'alterità dei Neanderthal è, in altre parole, occasione per comprendere come noi *Homo sapiens* ci siamo posti di fronte all'alterità, umana e non, nel nostro passato (non poi così tanto remoto. E magari correggere, finché siamo in tempo, alcuni nostri comportamenti che tendono ad annichilire l'alterità umana come quella biologica. «Ne abbiamo bisogno, un gran bisogno: noi oggi, qui nell'Antropocene, con tutte le sfide che dobbiamo affrontare» (p. 221).

GIOVANNI ALTADONNA

(altadonnagiovanni415@gmail.com)

BOLOGNA G., 2022. Noi siamo Natura. Un nuovo modo di stare al Mondo. Edizioni Ambiente, Milano, 368 pp.

Le Edizioni Ambiente si sono distinte da numerosi anni per la pubblicazione di manuali di prezzo contenuto su problematiche ambientali, quali energia, sostenibilità, biodiversità, compilati da autori molto stimati e competenti. L'ultimo libro in ordine di tempo è stato scritto da Gianfranco Bologna, che per gli stessi editori aveva pubblicato 'Manuale della Sostenibilità' nel 2008, 'Sostenibilità in pillole' nel 2013, e aveva curato l'edizione italiana di diversi altri libri con contenuto ambientale-conservazionistico. Gianfranco Bologna è stato per numerosi anni Segretario Generale e Direttore Scientifico del WWF Italia ed ha una serie di cariche che ne fanno un uomo di punta della conservazione della natura in Italia. Ma è soprattutto un naturalista capace di tenersi aggiornato di continuo, leggendo articoli e libri in varie lingue sui temi più importanti della conservazione della

natura, e tenendo continuamente informata di ogni novità la Comunità Scientifica del WWF Italia, di cui è Presidente onorario. Inoltre ha una sfrenata passione per la natura, è una di quelle persone che si può definire affetta da 'biofilia', che secondo Edward Wilson è la continua curiosità per le complesse relazioni e connessioni della natura.

Questo libro è indubbiamente una sintesi di grande respiro, che l'autore meditava da anni e che finalmente ha concluso, presentando il suo punto di vista su come oggi si deve stare in questo mondo se vogliamo salvarlo. 'Noi siamo natura', il titolo, sta a indicare che l'uomo sta in questo mondo esattamente con gli stessi diritti di tutti gli altri esseri viventi, fa parte delle reti ecologiche e di tutte le connessioni possibili in questa terra; nulla di più. E invece pretende tanto che sta cambiando le caratteristiche originarie del Pianeta, incluso il clima. Si pensi che solo il 30% degli uccelli presenti nel nostro Pianeta è rappresentato da specie selvatiche, mentre il restante 70% sono polli, tacchini, oche e altri uccelli allevati dall'uomo. Che significa questo? Che l'uomo sta modificando la complessità dei viventi sulla terra per i propri fini. Per la prima volta nella storia della vita sulla Terra, una sola specie, l'uomo (0,01 della biomassa del Pianeta) è arrivata a modificare profondamente i meccanismi fondamentali dell'evoluzione stessa che caratterizza il fenomeno della vita sul nostro pianeta, tanto che il suo ruolo può ormai essere paragonato a quello di una forza astrofisica o geologica. Non a torto l'attuale periodo geologico è stato denominato Antropocene. Scrive Gianfranco che l'uomo è stato paragonato a un acaro parassita che sta facendosi una scorpacciata di transitoria prosperità con mari bassi e climi clementi. L'uomo è intervenuto in ogni angolo della terra, cambiando tutto, costruendo e demolendo; si pensi che la sola torre Eiffel di Parigi pesa quanto 10.000 rinoceronti bianchi, una specie in via di estinzione, stimata oggi complessivamente in 18.000 esemplari.

Il libro tratta in profondità una grande quantità di argomenti citando moltissime fonti bibliografiche; si pensi che la bibliografia è contenuta in 18 pagine seguita da tre pagine di sitografia. Per ragioni di spazio posso solamente fare una sintesi di alcuni temi trattati dall'autore. I principali sono quattro, ma contengono tanti altri argomenti collegati, davvero tanti, una vera complicata rete di connessioni: 1) Il cuore della sostenibilità: noi siamo Natura; 2) Come il Mondo ci ha prodotto; 3) Come abbiamo cambiato il Mondo; 4) Sostenibilità, un nuovo modo di stare al Mondo.

'Da dove veniamo?' Questa è una delle domande-chiave nel libro; nessuno ha la risposta, ma ci sono ipotesi molto accreditate, siamo considerati il prodotto di processi evolutivi in buona parte avvenuti per caso. Il grande evento ossidativo, che in base alle conoscenze non si è ripetuto altre volte nella storia della Terra, è durato più di 100 milioni di anni. La possibilità che organismi autotrofi abbiano metabolizzato l'anidride carbonica e liberato l'ossigeno è stato senz'altro il vero principio di una vita complessa. Probabilmente il passaggio successivo più importante è stato quello dalla unicellularità alla pluricellularità, per motivi di dimensioni degli organismi che si andavano evolvendo. La storia è andata avanti per alcuni milioni di anni fino a che sono comparsi molto recentemente i Primati, le scimmie antropomorfe e l'uomo, con la sua stazione eretta. Scrive Gianfranco che gli esseri umani sono molto di più che semplici atomi e molecole, ma sono purtroppo anche responsabili dello stato degli ambienti naturali nel mondo: 'L'uomo deve sapere che la crescita quantitativa infinita e il cosiddetto auto-equilibrio spontaneo del mercato sono in chiara rotta di collisione con i limiti bio-geofisici del meraviglioso pianeta che abitiamo'.

L'azione umana attraverso le emissioni di gas serra, soprattutto anidride carbonica, ha causato un incremento del riscaldamento del clima a un livello che non ha precedenti da duemila anni a oggi, abbiamo causato il riscaldamento dell'atmosfera, dell'oceano e delle terre emerse. Negli ultimi decenni la situazione è peggiorata e possiamo immaginare scenari molto gravi per l'immediato futuro, basati sul sovra sfruttamento delle risorse, lo spreco o l'eccessivo consumo, e un enorme debito ecologico, che la prossima generazione non potrà saldare. Come scrive l'autore, è evidente che occorrono azioni urgentissime e imprescindibili. Edward Wilson ha indicato l'insieme dei fattori che provocano i processi di estinzione con l'acronimo HIPPO: Habitat destruction, Invasive species, Pollution, Population e Over harvesting, 'Il motore primo delle forze d'incursione in tutto il mondo

è la seconda P di HIPPO – troppe persone che consumano una quantità eccessiva di terra, di mare e delle risorse terrestri e marine; è questo uno dei massimi problemi dell'Antropocene, la crescita demografica. Scrive Gianfranco 'Di fatto, si può dire che nel corso della mia vita ho "assistito" a più del raddoppio della popolazione umana e al fatto che tutti gli inequivocabili segnali che rilevano gli effetti degli impatti umani sui sistemi naturali del nostro pianeta sono peggiorati, quale più, quale meno'. E continua 'nel 2050 le aree in cui resiste la natura selvatica sulle terre emerse potrebbero coprire solo il 10% della superficie e la composizione chimica dell'atmosfera potrebbe registrare una componente di anidride carbonica di circa 685 parti per milione'. Queste considerazioni ci fanno riflettere sull'urgenza di correre ai ripari, ma soprattutto sull'ignoranza di chi ha governato i Paesi ricchi negli ultimi trent'anni.

Oggi sempre più ci andiamo rendendo conto che niente accade in maniera isolata; tutti i fenomeni fanno parte di un enorme puzzle e interagiscono fra loro; l'autore del libro scrive che la rete alimentare è molto complessa, nell'ecosfera ogni effetto è anche una causa, le deiezioni di un animale o la sua carcassa diventano nutrimento per i batteri del terreno, gli escreti dei batteri nutrono a loro volta piante e gli animali mangiano le piante. È l'essenza della vita, il rapporto tra autotrofi ed eterotrofi. In fondo sono bastati sei elementi della tavola periodica dei 118 noti per costituire le molecole complesse che svolgono i ruoli fondamentali nelle cellule: carbonio, idrogeno, azoto, ossigeno, fosforo e zolfo, come ci ricorda Gianfranco, espressi con l'acronimo CHNOPS, dalle iniziali dei loro nomi inglesi nella tavola periodica.

Oltre ai 30.000 miliardi di cellule, il corpo umano contiene anche 38.000 miliardi di batteri presenti in tante parti del nostro corpo, i quali svolgono un ruolo importante per la nostra vita e per la nostra salute. Si tratta di ciò che viene definito microbiota, cioè la popolazione dei microrganismi che colonizzano diversi organi del nostro corpo e presentano nella totalità dei loro patrimoni genetici il microbioma, che convive con il nostro corpo e la cui importanza, anche per la nostra salute, diventa sempre più evidente in seguito alle ricerche degli ultimi anni. Insomma ogni essere vivente è una comunità insospettata.

Non esiste un giornalista o un uomo di cultura che non sia convinto dell'importanza e necessità della crescita continua del Prodotto interno lordo del proprio Paese e non partecipi a dibattiti infiniti sugli scenari di previsioni di crescita per il futuro prossimo; Gianfranco Bologna si chiede se questa continua crescita sia ecologicamente sostenibile. Ovviamente no. Un aspetto importante messo in rilievo nel libro è che la stragrande maggioranza dei politici e dei decisori ignora le basilari conoscenze dell'ecologia e della scienza del sistema Terra, vive in una dimensione culturale molto distante dalla natura, dalle conoscenze relative alle sue funzioni, ai suoi processi, alle sue dinamiche. Questo spiega molto facilmente i motivi di battaglie fatte per una crescita sostenibile, non è possibile un sistema economico che ha come obiettivo la crescita infinita.

Il modello economico dominante non sembra interessato a prendere in considerazione, e quindi a regolare il valore dei sistemi naturali della Terra. Nelle lunghe e complesse negoziazioni internazionali sui grandi temi riguardanti il clima e la biodiversità manca sempre un requisito fondamentale, come giustamente viene richiamato dagli studiosi di Common Home of Humanity: l'appropriato riconoscimento legale dell'ambiente. Sebbene la recente modifica dell'art. 9 della Costituzione Italiana faccia finalmente riferimento ad ambienti, biodiversità ed ecosistemi, sembra che ancora i politici non abbiano introdotto nelle loro agende questi temi.

La definizione di sostenibilità è chiaramente antropocentrica: lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni dell'attuale generazione senza compromettere la capacità di quelle future. L'autore insiste molto su questo tema, in modo particolare sul rapporto sostenibilità/crescita del tutto insoddisfacente e ci ricorda che nel 1991 l'International Union for Conservation of Nature (IUCN), il Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP) e il Fondo Mondiale per la Natura (WWF) hanno messo in evidenza nel volume 'Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living' che non è solo il processo di sviluppo a dover essere reso sostenibile, ma l'intero nostro modo di vivere che dovrebbe diventare *sostenibile*.

La vita sulla terra è qualcosa di incredibile per chi la studia da vicino, forme con specializzazioni davvero singolari vivono e si sono adattate ad ogni possibile ambiente; alle volte le funzioni di certi organi hanno origine proprio per caso, quegli organi erano nati con una funzione ma sono stati utilizzati dalla natura per un'altra. La grandissima quantità di specie viventi di piante e animali è da noi ancora conosciuta solo parzialmente; continuamente troviamo specie nuove, ma è anche vero che alcune specie si vanno estinguendo prima di essere scoperte. Si sono verificati nella storia della vita sulla terra molti fenomeni di estinzione di massa; in tutti questi si calcola che siano andate perse dal 75% al 95% o più delle specie esistenti, come è accaduto alla fine del Permiano, quando si estinse il 52% delle famiglie degli animali marini (incluso il 77-96% delle specie e tutti i trilobiti) ed un elevato numero di specie terrestri.

L'autore ci ricorda che tra i primi a preoccuparsi dei cambiamenti ambientali indotti dall'attività antropica fu il grande scienziato e viaggiatore tedesco Alexander Von Humboldt, a seguito delle sue osservazioni della devastazione associata alle piantagioni coloniali in Venezuela e le considerazioni del pericolo di mutamenti climatici indotti da azioni umane sconsiderate, come la deforestazione incontrollata. Von Humboldt fu un grande scienziato soprattutto se si considera che visse a cavallo tra il 700 e l'800, le sue condizioni economiche gli consentirono di viaggiare per il mondo e scrivere tanti saggi scientifici da essere considerato uno dei più noti studiosi della sua epoca; quello che scrisse è ancora molto attuale.

Noi siamo natura, ma siamo anche quelli che la stanno cambiando. Oggi le microplastiche, particelle microscopiche derivate dalla plastica prodotta dall'uomo, sono così diffuse da ritrovarsi persino nel sangue e negli alimenti; nel 2020 è stato scoperto un crostaceo anfipode alla profondità di ben 6-7000 metri nella fossa delle Marianne, a cui è stato dato il nome di *Eurythenes plasticus*, perché nel suo corpo è stata trovata presenza di microplastiche.

Un'antica filastrocca ricordataci dall'autore del libro suggerisce come anche un dettaglio piccolo e insignificante può modificare la storia di interi popoli: 'Per colpa di un chiodo si è perduto lo zoccolo, per colpa dello zoccolo si è perduto il cavallo, per colpa del cavallo si è perduto il cavaliere, per colpa del cavaliere si è perduta la battaglia, per colpa della battaglia il re ha perduto il suo regno...'. Questa filastrocca ci fa riflettere sul fatto che ad ogni azione corrisponde una reazione, e in particolare in ecologia la semplice scomparsa di una specie può avere conseguenze inimmaginabili, perché era la chiave di volta del sistema.

Concludendo, devo invitare tutti gli appassionati di natura a leggere questo libro, posso solo suggerire di leggerlo con calma perché i suoi contenuti vanno metabolizzati attentamente.

BRUNO MASSA  
(bruno.massa@unipa.it)

## NECROLOGIO

### **Michela Zagra (1948-2021)**

*Il 2 dicembre 2021 si è spenta dopo una lunga malattia Michela Zagra, biologa e ricercatrice di Istologia ed Embriologia presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Palermo studiando alcuni aspetti fisiologici di alcuni organismi marini in particolare di policheti. Socia della Società Siciliana di Scienze Naturali fin dalla sua rifondazione nel 1977, si è occupata, insieme con il prof. Giuliano Ruggieri, della redazione de Il Naturalista Siciliano. La sua profonda cultura e conoscenza delle scienze naturali l'ha portata, per parecchi anni, a seguire con grande impegno e ottimi risultati Il Naturalista Siciliano, contribuendo alla sua rinascita.*

*La Società Siciliana di Scienze Naturali formula sincere condoglianze alla famiglia.*

***La Società Siciliana di Scienze Naturali è vicina al suo Presidente Attilio Carapezza e alla sua famiglia, per la perdita del carissimo fratello Fabio Carapezza Guttuso.***

*Finito di stampare il 30 Novembre 2022  
dalla Tipografia Publistampa snc - Palermo*