

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Anfibi cavernicoli con particolare riguardo alle specie italiane

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/44m4n96p>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 7(1)

ISSN

1594-7629

Author

Bologna, Marco A.

Publication Date

1982

DOI

10.21426/B67110151

Peer reviewed

MARCO A. BOLOGNA
Istituto di Zoologia dell'Università di Roma

Anfibi cavernicoli con particolare riguardo alle specie italiane.

I. INTRODUZIONE

Tra gli Anfibi non mancano specie adattate a vivere nell'ambiente cavernicolo in diverse regioni del mondo e con differenti gradi di specializzazione. Gli Anfibi della fauna italiana che vivono in grotta verranno esaminati più nel dettaglio nelle pagine seguenti; ritengo però interessante passare brevemente in rassegna anche alcune delle specie della fauna extra-italiana.

Facendo riferimento alle ormai codificate categorie ecologiche (Ruffo, 1955), tra gli Anfibi si possono evidenziare alcune specie trogllossene, altre troglofile (in senso ampio) e anche poche troglobie. Tra gli Anuri sono noti solo pochi trogllosseni mentre tra i Caudati l'adattamento alla vita cavernicola è molto più frequente ed è proprio in quest'ordine che si rinvencono oltre a diversi troglofili anche gli unici veri troglobi.

Esaminando alcuni dei Caudati troglofili della regione paleartica si può ricordare l'Hynobiidae *Batrachuperus gorganensis* Clergue-Gazeau e Thorn, recentemente descritto (1978) di una grotta della regione caspica iraniana; si tratta di un trogllosseno o troglofilo che sembra possa trascorrere lunghi periodi in grotta.

Nella Turchia sud-occidentale sono state segnalate negli ultimi anni (Bruno, 1976) reperti in grotta di *Mertensiella luschani atifi* Basoglu, 1967, nelle aree carsiche del Tauro tra Antalya e Akseki. Secondo Sbordoni (in verbis, 1978) che le ha raccolte e osservate nel corso delle missioni di ricerca dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Roma nel Vicino Oriente, si tratta di popolazioni a costumi troglofili non dissimili ad esempio da quelli di *Hydromantes genei*. (Temminck e Schlegel).

Escludendo le specie italiane, nella regione paleartica si può ricordare ancora *Euproctus asper* (Dugès, 1852) che vive nei Pirenei francesi e spagnoli. Questa specie è stata oggetto di recenti studi di Clergue-Gazeau (v. almeno 1972a; 1972b; 1974a; 1975; 1976) che ha constatato l'esistenza di popolazioni troglofile oltre a quelle normalmente epigee: nell'Euprotto dei Pirenei, come effetto della vita in grotta (situazione più comune nelle popolazioni di bassa quota) si hanno nelle femmine delle modificazioni del ciclo sessuale e una diminuzione del numero delle uova, e nei maschi la tendenza ad una spermatogenesi continua; anche lo sviluppo larvale è allungato.

Tra i Caudati nord americani vi sono molte specie troglossene, troglofile e troglobie; la maggior parte appartiene alla famiglia Plethodontidae, oggetto di una revisione di Wake (1966): su otto specie troglobie mondiali di Caudati, ben sette sono Plethodontidae che vivono negli U.S.A. (l'ultima specie è il Proteo della regione dinarica). Clergue-Gazeau (1974b; 1975) elenca 42 specie troglossene e troglofile (a tutte queste, sulla base delle attuali conoscenze altre ne devono essere aggiunte) e 7 troglobie, di Urodeli nord americani presenti sia nelle aree carsiche centro-orientali sia in California: quasi tutte queste specie appartengono, come si è detto, alla famiglia Plethodontidae.

Il genere *Eurycea* è un interessantissimo esempio di adattamento all'ambiente cavernicolo, differenziato nelle diverse specie o addirittura nelle singole popolazioni: nell'altopiano di Edwards nel Texas, zona con notevoli fenomeni carsici, sono infatti presenti 3 specie troglossene di questo genere (*E. nana* Bishop, 1941; *E. pterophila* Burger, Smith e Potter, 1950; *E. neotenes* Bishop e Wright, 1965) e altre 4 specie troglobie neoteniche di cui 2 (*E. tridentifera* Mitchell e Reddell, 1965 e *E. rathbuni* (Steiniger, 1896)) sono incluse nel sottogenere *Typhlomolge* che Wake (1966) considera un genere distinto. Gli altri due troglobi di questo gruppo di specie sono *E. latitans* Smith e Potter, 1946 e *E. troglodytes* Baker, 1957 meno specializzate dei *Typhlomolge* di cui sembrano rappresentare forme di passaggio. In tutte queste specie si osservano caratteri differenti: nelle specie più adattate e neoteniche il capo è molto più allungato e ingrossato, gli occhi sono ridotti, gli arti sono assottigliati e allungati (Mitchell e Reddell, 1965). Per un esame più approfondito dei troglobi americani (comprendenti anche specie dei generi *Gyri-*

nophilus, *Haideotriton* e *Typhlotriton*) rimando almeno a Mitchell e Reddell (1965), Wake (1966), Clergue-Gazeau (1974b).

Come già detto, tutti i Caudati troglobi nordamericani (ed anche il *Proteus*) sono neotenici, ad esclusione di *Typhlotriton spelaeus* Stejneger, 1892 che, proprio per questo motivo è ritenuto una specie ancora non completamente adattata all'ambiente cavernicolo. La neotenia nei Caudati è infatti considerata dalla maggior parte degli specialisti un adattamento a condizioni ambientali particolari, come ad esempio all'ambiente di grotta.

Il fenomeno della neotenia è presente anche in specie di Salamandridae (es. in *Triturus* o *Euproctus*), ma in questo caso sembra essere una risposta adattativa a situazioni ambientali differenti da quelle di grotta. L'evoluzione di forme neoteniche in Caudati americani sembra essere indipendente in ognuna delle specie e nelle singole aree carsiche. Probabilmente questo tipo di neotenia può essere interpretato come una risposta a pressioni selettive in habitats specializzati e ristretti, in regioni che non sono favorevoli alla sopravvivenza di altre specie, filogeneticamente affini, ma non neoteniche; questi troglobi si sono quindi adattati a vivere in acque sotterranee in cui non hanno competitori.

Alcuni fra i principali adattamenti alla vita cavernicola in questi Caudata sono: la riduzione degli occhi, con diminuzione della grandezza e/o semplificazione istologica (Durand, 1971); un accrescimento del numero dei denti in misura diretta dell'adattamento alla vita cavernicola (Brandon, 1971); una probabile riduzione del numero delle vertebre del tronco (Wake, 1966); un allungamento della testa ed allargamento della parte posteriore del capo con un massimo nelle specie più specializzate (Mitchell e Redel, 1965); un allungamento ed assottigliamento degli arti (Brandon, 1971). Per tutti questi caratteri, come per la depigmentazione (Sbordoni, 1980), si assiste ad un fenomeno di convergenza adattativa fra specie filogeneticamente e geograficamente distinte, come ad esempio tra *Typhlomolge* e *Proteus*.

II. LE SPECIE DELLA FAUNA ITALIANA

Anche nella fauna italiana sono presenti specie di Anfibi adattate all'ambiente cavernicolo; facendo riferimento alle succitate categorie ecologiche, si possono distinguere: una specie troglobia (*Proteus*

anguinus Laurentus), due specie eutroglofile (*Hydromantes italicus* Dunn e *Hydromantes genei* (Temminck e Schlegel)) ed alcune specie troglossene. Complessivamente su 12 specie italiane di Caudati, 3 sono strettamente legate all'ambiente cavernicolo (troglobie e troglofile) ed appartengono alle famiglie Proteidae e Plethodontidae, mentre tutti gli altri Urodeli troglosseni sono Salamandridae. Fra gli Anuri italiani, complessivamente 19 specie (di cui 2 importate e ben acclimatate), nessuna è troglobia o troglofila e solo poche sono troglossene.

A) Fam. Proteidae. *Proteus anguinus* Laurentus, 1768

Questa famiglia, rappresentata solo da questa specie endemica della regione dinarica, Istria e parte della Venezia Giulia, rientra nella superfamiglia Salamandroidea a distribuzione oloartica. L'unico altro genere di Urodeli fino ad oggi ritenuto un Proteidae è il genere nordamericano *Necturus*, che però, sulla base delle attuali interpretazioni sembra appartenere ai Necturidae, famiglia distinta; questi ultimi infatti, pur essendo morfologicamente assai simili a *Proteus*, presentano occhi ben sviluppati, sebbene anch'essi ricoperti dalla pelle. Per quanto riguarda le presunte affinità tra *Proteus* e *Necturus*, secondo Hecht (1957) si tratterebbe solo di un caso di evoluzione parallela a partire da linee neoteniche indipendenti: *Necturus* è acquatico, ma non cavernicolo. Secondo recenti studi di Thireau (1975) l'indice di encefalizzazione di *Proteus* sarebbe = 84, mentre per *Necturus maculosus* sarebbe = 94; il Proteo sembrerebbe quindi una delle specie meno evolute tra tutti gli Urodeli. Secondo Morescalchi (1975) *Proteus* e *Necturus* sono gli unici tra i Caudati esaminati ad avere 38 cromosomi, ma questo risultato non inficierebbe le ipotesi di Hecht (1957).

Caratteri adattativi del *Proteus* sono: branchie esterne sempre presenti, forma allungata, depigmentazione, assenza di palpebre e occhi rudimentali nascosti sotto la pelle, arti anteriori con tre dita e posteriori solo con due. La larva si differenzia dall'adulto oltre che per le dimensioni minori, per avere la cresta dorso-caudale posteriormente più estesa e per avere (nelle prime due settimane) le zampe posteriori presenti solo sotto forma di rigonfiamenti; gli occhi sono presenti fino all'età di due mesi, ed il colore superiormente è grigiastro.

Per quanto concerne dati relativi all'embriologia ed all'istologia rimando particolarmente a Vandel, Durand e Bouillon (1964) e per gli studi sull'occhio almeno a Durand (1971; 1973).

Il Proteo è un'entità dinarica presente nella Venezia Giulia, in Istria, Dalmazia, Bosnia Erzegovina e a S fino al Montenegro (v. cartina); a seguito di importazione avvenuta nel 1850 circa, è presente anche nella Grotta Parolini in Veneto (Oliero, Vicenza) (Abrami, 1966). Per le località geograficamente italiane rimando a Bruno (1973) che riassume tutta la bibliografia nota aggiungendo dati personali. Si tratta quasi esclusivamente di località cavernicole, sebbene il Proteo sia stato più volte rinvenuto anche in pozzi, risorgive o sorgenti: si tratta sempre di sistemi direttamente in contatto con le acque sotterranee o di esemplari provenienti anche da località lontane a seguito di grosse piene.

Per quanto riguarda l'ecologia di questa specie, che potrebbe essere definita stigobionte, secondo la terminologia in uso per altri gruppi, rimando particolarmente a Durand (1971) ed anche a Bruno (1973) che riepiloga tutti i dati ecologici noti in bibliografia. Sembra che il *Proteus* si possa spostare attraverso la rete di fratture dei massicci carsici che risultano imbevute d'acqua; nei corsi sotterranei troverebbe infatti le condizioni migliori per la ricerca del cibo e nelle sottostanti zone imbevute, con fessure e cavità minori, troverebbe invece rifugio in condizioni di siccità o di piene violente. La possibilità di spostamento attraverso queste acque di fondo, secondo Abrami (1966) permetterebbe di superare la discontinuità fra i corsi sotterranei nella regione dinarica e avrebbe consentito un continuo scambio genico fra le popolazioni, che non si sono isolate, tanto che la specie pur abitando in un ambiente così particolare è monotipica.

La riproduzione e lo sviluppo di questa specie sono abbastanza ben conosciute: rimando in questo senso particolarmente a Vandel e Bouillon (1959), Briegleb (1962) e a Durand (1971); è ormai accertato che la specie è ovipara. La fase larvale, come probabile risposta adattativa all'ambiente cavernicolo, è lunghissima e la maturità sessuale è raggiunta dopo 10-12 anni.

Come nelle specie nord americane precedentemente ricordate, anche in questo Caudato (unico vertebrato troglobio europeo) appartenente ad una superfamiglia diversa, sembrano essersi manifestate risposte adattative all'ambiente cavernicolo analoghe: neotenia, al-

lungamento della fase larvale, riduzione degli occhi, allungamento ed allargamento della testa, allungamento ed assottigliamento delle membra, depigmentazione ecc.

B) Fam. Plethodontidae. Genere *Hydromantes* Gistel, 1848

Hydromantes appartiene alla tribù Bolitoglossini dei Plethodontidae ed è l'unico genere con specie extra americane in questa famiglia. Ha una distribuzione assai caratteristica: 3 specie sono presenti in California (*H. brunus* Gorman, 1954; *H. platycephalus* Camp, 1916; *H. shastae* Gorman e Camp, 1953), una vive nella Sardegna meridionale e orientale (*H. genei* (Temminck e Schlegel, 1838)) e una dalle Alpi Marittime francesi, lungo le Alpi Liguri e tutto l'Appennino a S fino all'Abruzzo (*H. italicus* Dunn, 1923); tutte queste specie sono troglofile. Secondo Wake (1966) l'attuale distribuzione di *Hydromantes* è un classico esempio di distribuzione disgiunta e di un popolamento relitto: probabilmente ci sarebbe stata un'estinzione di questo genere in territori dell'Eurasia e del Nord America occidentale in periodi sfavorevoli del Pliocene e del Pleistocene.

La tribù dei Bolitoglossini comprende, secondo Wake (1966) tre supergeneri: *Hydromantes* Gistel, 1848, *Batrachoseps* Bonaparte, 1839 (con distribuzione discontinua dall'Alaska al Mexico) e *Bolitoglossa* Duméril, Bibron e Duméril, 1854 (suddiviso in vari sottogeneri, con 53 specie nell'America centrale e meridionale); sempre secondo lo specialista americano, *Hydromantes* sarebbe filogeneticamente più affine ai Bolitoglossini ancestrali degli altri due supergeneri.

Secondo Thireau (1975) inoltre, nei tre supergeneri di questa tribù la variazione di encefalizzazione è molto maggiore che nelle altre tribù; in particolare in *H. italicus strinati* Aellen l'indice di encefalizzazione sarebbe = 127, il più elevato tra tutti gli Urodeli esaminati. Secondo Morescalchi (1975) nel genere *Hydromantes* il numero di cromosomi sarebbe sempre 28 come in altri Plethodontidae e Ambystomatidae, mentre negli altri Bolitoglossini sarebbe 26. Lanza (1959) ha studiato una particolare struttura dei maschi di Plethodontidae, detta «corpo ghiandolare mentoniero», utilizzato nel corteggiamento. Queste ghiandole sono presenti oltre che in *Hydromantes* in altri generi di questa famiglia, tra cui anche in *Bolitoglossa*, mentre sembrano assenti in *Batrachoseps*. Nuovi

studi più recenti su queste ghiandole in *Hydromantes* si devono a Borgioli (1977).

Secondo Deiana e Serra (1978) nelle specie americane di *Hydromantes* le vertebre avrebbero i processi trasversi sempre bifidi dalla seconda alla quattordicesima e questo sarebbe un carattere di primitività contrapposto alle specie europee, più evolute, in cui i due processi sono fusi tra loro. Serra e Stefani (1974) hanno studiato la muscolatura caudale in rapporto ai due diversi tipi di deambulazione presenti nelle specie europee ed in quelle nord americane; queste ultime si arrampicano usando la coda come argano di locomozione ausiliario a differenza delle prime che non la usano. Nelle specie americane la coda è corta e grossa, mentre in quelle europee lunga e appuntita. Serra (1971) studiando le emoglobine di specie di questo genere è giunta alla conclusione di evidenti differenze fra le specie americane e quelle europee. In un recente lavoro Wake, Maxson e Wurst (1978) esaminano la variazione genetica e l'evoluzione della albumina nel genere *Hydromantes* ottenendo concordanza di risultati: le tre specie della California sono tra loro poco differenti, con *H. shastae* più variabile, mentre le due specie europee sono molto diverse da queste e formano un gruppo ben distinto, la cui data di separazione viene ipotizzata in periodi dell'Oligocene in cui il genere *Hydromantes* avrebbe colonizzato l'Europa dal Nord America attraverso lo stretto di Bering.

In conclusione, tenendo conto di tutte le differenze sopra espresse, tra le specie americane e quelle europee si evidenziano una serie di notevoli caratteri differenziali tali da far pensare ad un eventuale differenziamento generico tra i due gruppi di specie.

1) *Hydromantes italicus* Dunn, 1926

E' una specie eutroglofila diffusa dalle Alpi Marittime francesi oltre il F. Varo, lungo le Alpi Liguri, tutto l'Appennino ligure, toscano-emiliano, umbro-marchigiano fino all'Abruzzo (v. cartina). Per quanto riguarda la distribuzione particolareggiata rimando particolarmente a Lanza (1952; 1954), Aellen (1958), Bologna (1972), Bruno e Bologna (1973), Bruno (1973), Pastorino e Pedemonte (1974), Bologna e Bonzano (1975), Bologna e Zapparoli (1981).

Questa specie è stata suddivisa, soprattutto sulla base della colorazione, in 7 sottospecie con areali di distribuzione spesso assai

ristretti (cartina 2). Inoltre esistono sicuramente, almeno nella Liguria occidentale e nel Piemonte meridionale delle popolazioni con colorazioni diverse da quelle di tutte le razze note (Bologna e Bonzano, 1975). A questo riguardo rimando a Aellen (1958), Lanza (1952; 1954), Stefani (1968), Bruno e Bologna (1973), Bruno (1973) e Bologna e Bonzano (1975). Il problema del valore di alcune di queste sottospecie descritte è oggetto di ricerche che sto conducendo in collaborazione con altri ricercatori, con analisi biometriche e tecniche di elettroforesi.

Il Geotritone italiano si differenzia da quello sardo oltre che per la colorazione anche per le dimensioni minori del corpo e del piede, per la forma della cloaca e del canthus rostrale (Lanza, 1952; Stefani, 1968).

Come già accennavo precedentemente, il Geotritone europeo, nel suo complesso è considerato un relitto premiocenico. Stefani (1968) propose una teoria sul popolamento di *Hydromantes* nelle due aree, sarda e appenninica, e sulle affinità tra le due specie: il centro di dispersione sarebbe stato l'Iglesiente, ad E fino al Nuorese e ad W verso la Provenza, durante il Miocene superiore; da qui *Hydromantes* si sarebbe diffuso nel Pliocene e nel Quaternario verso SE lungo l'Appennino. Nell'ottica delle attuali conoscenze sulle affinità faunistiche tra Sardegna e regione iberico-provenzale, sarei propenso a ritenere più probabile, come centro di dispersione, un'area europea sud occidentale precedentemente al distacco della placca sarda. Sembrano comunque evidenti le affinità tra le popolazioni tipiche di *geni* dell'Iglesiente e *H. italicus strinatii* Aellen, sottospecie presente nelle Alpi Marittime francesi e in parte dell'Imperiese (Stefani, 1968; Bologna e Bonzano, 1975). Il ponte quaternario corso-toscano non avrebbe invece interessato questo popolamento ed infatti *Hydromantes* è assente sia in Corsica sia nella Toscana occidentale.

Sulla base di ricerche personali (v. anche Bologna e Bonzano, 1975), *H. italicus*, in aree con scarse precipitazioni e con notevoli fenomeni carsici, come la Liguria occidentale, sembra presentare quasi solo popolazioni troglofile (eutroglofile), mentre in molte zone appenniniche si riscontrano frequentemente anche popolazioni epigee.

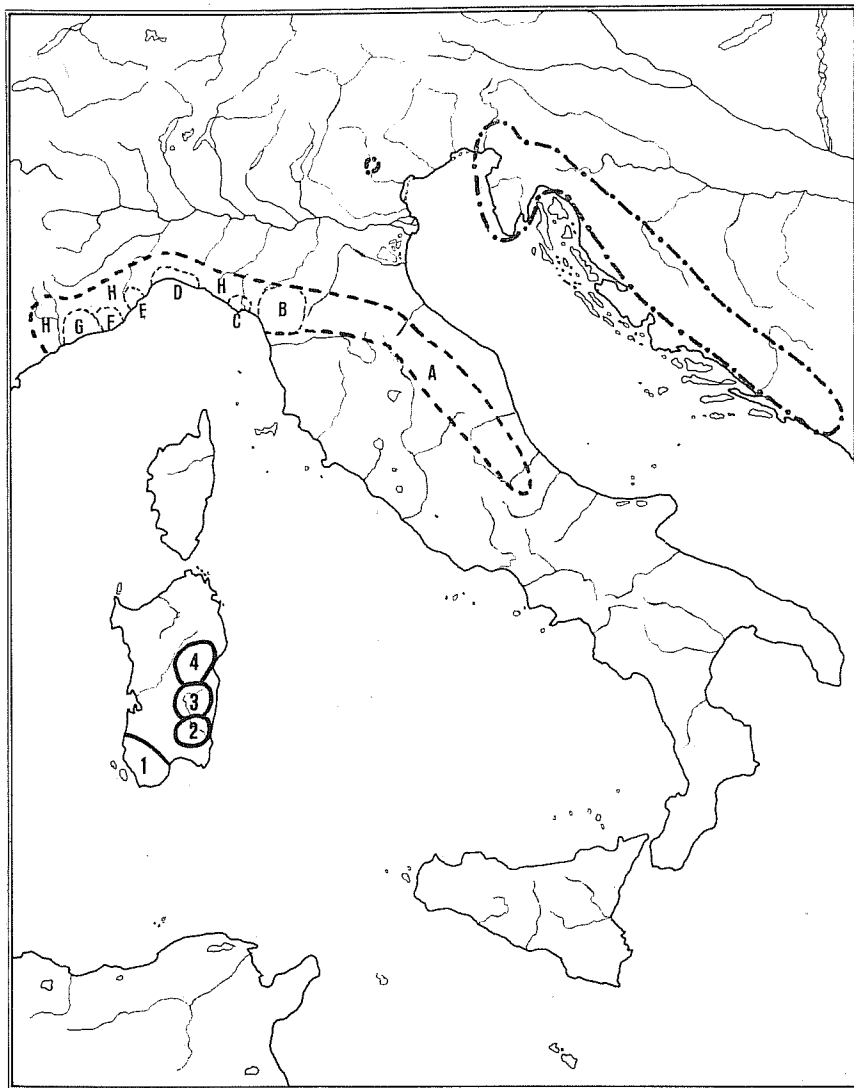


FIG. 1

Areale di distribuzione di:

— • — • — • — *Proteus anguinus* Laurenti

— — — — — *Hydromantes italicus* Dunn

A: ssp. *italicus* Dunn; B: ssp. *gormani* Lanza; C: ssp. *ambrosii* Lanza; D: ssp. *ligusticus* Stefani; E: ssp. *argentatus* Stefani; F: ssp. *bonzanoi* Bruno e Bologna; G: ssp. *strinatii* Aellen; H: popolazioni indeterminate.

————— *Hydromantes genei* (Temminck e Schlegel) 1: ssp. *genei* (Temminck e Schlegel); 2: ssp. *imperialis* Stefani; 3: ssp. *funereus* Stefani; 4: ssp. *flavus* Stefani.

Interessanti dati sulla biologia, fisiologia ed ecologia di questa specie sono dovuti a molti autori in gran parte passati in rassegna da Bruno (1973). Recentemente poi, Pastorino (1974) ha studiato alcuni parassiti intestinali e Thiraeu (1975) la variabilità encefalica di questa specie. Importanti sono gli studi di Durand (1967a; 1967b) che hanno portato alla conoscenza della riproduzione di questa specie. Come adattamento alla vita cavernicola *H. italicus* depone sul terreno poche uova, molto grosse e da esse dopo circa un anno nascono dei piccoli perfettamente simili agli adulti; nel corso della sua lunga crescita all'interno dell'uovo, la larva utilizza le notevoli riserve di vitello ovulare (Vilter e Durand, 1970). Nella femmina sono inoltre state evidenziate prolungate cure parentali nei confronti delle uova, così come nella specie sarda (Stefani e Serra, 1966) e nelle specie americane (Gorman, 1956).

2) *Hydromantes genei* (Temminck e Schlegel, 1838) è una specie endemica della Sardegna (v. cartina): presente dall'Iglesiente al Gerrei, al Sarcidano, al Gennargentu e M. Albo. E' stata recentemente ristudiata dal punto di vista sistematico da Stefani (1968) che ne ha esaminato le differenti popolazioni, descrivendo altre 3 sottospecie oltre alla forma tipica. Per quanto riguarda le differenze con la specie continentale rimando a quanto detto precedentemente ed allo stesso Stefani (1968). Per quanto riguarda la distribuzione rimando inoltre a Bruno (1973) e Puddu e Pirodda (1973).

Questa specie sembra essere eutroglofila e vive in condizioni ambientali molto simili a quelle di *H. italicus*; per quanto riguarda i dati relativi alla riproduzione rimando senz'altro a Stefani e Serra (1966) che hanno evidenziato per primi in questa specie l'oviparità e le cure parentali, simili a quelle del Geotritone italiano. Inoltre Serra (1972) ha studiato la struttura del receptaculum seminis, della cloaca e della spermatofora di questa specie. Per quanto riguarda dati relativi all'ecologia e alla biologia del Geotritone sardo, rimando inoltre a Rehberg (1960) e a Bruno (1973) che riassume tutta la bibliografia nota.

C) LE SPECIE TROGLOSENE

Come già accennavo nella parte introduttiva, tra gli Anfibi italiani vi sono alcune specie troglossene, di cui qualcuna può forse essere considerata subtroglofila; accennerò solamente a queste entità

e per le località cavernicole relative rimando particolarmente a Bologna (1972), Bruno (1973), Puddu e Pirodda (1973).

Tra gli Urodeli, *Salamandra salamandra* s.l. (Linné, 1758) è una specie che nel nostro paese si rinviene con una certa frequenza in grotta. Altri trogllosseni, tra i Caudata, sono: *Salamandrina terdigitata* (Lacépède, 1788) ed *Euproctus platycephalus* (Gravenhorst, 1829). Tra gli Anuri, senza voler ugualmente fare una rassegna completa ed esaustiva, viene frequentemente rinvenuto in grotta in Italia ed anche in altre zone mediterranee (es. in Grecia) *Bufo bufo* s.l. (Linné, 1758), considerabile forse un subtroglotfilo, ed anche *Rana graeca* Boulenger, 1891.

SUMMARY

The first part of this work briefly considers some Palaearctic and Nearctic species of cave Amphibia; the different levels of specialisation in the cave environment and the adaptative answers of troglotitic species are also discussed. In the second part the Italian cave species are examined. *Proteus anguinus* is a troglotitic adapted to live in subterranean waters of the dinaric area, of Istria and Venezia Giulia; *Hydromantes italicus* and *H. genei* (whose affinities are discussed) are eutroglophilic species which arise interesting distributional, systematical and biological problems; some troglonexes species of Italian Amphibia are also recorded.

BIBLIOGRAFIA

- ABRAMI G., 1966 - Osservazioni sulla distribuzione del *Proteus anguinus* Laur. Studi Trentini Sci. Natur., sez. B, **43**: 99-108.
- AELLEN V., 1958 - Sur une nouvelle forme d'*Hydromantes* (Amphibia, Plethodontidae). Senckenb. biol., **39**: 155-163.
- BOLOGNA M., 1972 - Osservazioni sull'erpetofauna delle Alpi Liguri. Hyla, Notiz. Unione Erpetol. Ital., **2**: 19-35.
- BOLOGNA M.A. & C. BONZANO, 1975 - La distribuzione e la sistematica dell'*Hydromantes italicus* Dunn (Amphibia Plethodontidae) nell'Imperiese (Liguria, Italia). Notiz. Circolo Speleol. Romano, **20**: 40-65.
- BOLOGNA M.A. & M. ZAPPAROLI, 1981 - Note sulla fauna delle grotte della Montagna dei Fiori (Abruzzo, TE). Notiz. Circolo Speleol. Romano, **24**: 81-94.
- BORGIOLO G., 1977 - First data on the ultrastructure of the mental hedonic gland cluster of *Hydromantes italicus* Dunn. Boll. Zool., **44**: 119-122.
- BRANDON R.A., 1971 - North American troglotitic Salamanders: some aspects of modification in cave habitats, with special references to *Gyrinophilus palleucus*. Nat. Speolog. Soc. Bull., **33**: 1-21.
- BRIEGLER W., 1962 - Zur Biologie und Oekologie des Grottenolms (*Proteus anguinus* (Laur., 1768)). Z. Morphol. Oekol. Tiere, **51**: 271-324.
- BRUNO S., 1973 - Anfibi d'Italia: Caudata (Studi sulla fauna erpetologica italiana. XVII). Natura, Milano, **64**: 209-450.
- BRUNO S., 1976 - Ecological observations on *Mertensiella luschani atifi* Basoglu 1967 (Amphibia Caudata). Atti Soc. ital. Sci. nat. Mus. civ. St. nat. Milano, **117**: 77-78.

- BRUNO S. & M. BOLOGNA, 1973 - L'*Hydromantes italicus* Dunn, 1923 nella Liguria occidentale e descrizione di una nuova sottospecie (Amphibia Caudata Plethodontidae). Atti Soc. ital. Sci. nat. Mus. civ. St. nat. Milano, **114**: 81-92.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1972a - L'Euprocte pyreneen. Conséquences de la vie cavernicole sur son développement et sa reproduction. Thèse, Fac. Sci. Univ. Paul-Sabatier.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1972b - *Euproctus asper* hypogé, comparaison avec les autres urodèles cavernicoles et essai d'introduction dans leur classification. Ann. Spéléol., **27**: 793-806.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1974a - Reproduction des Urodèles: perturbation du cycle sexuel des Euproctes males en élevage à la Grotte de Moulis. Ann. Spéléol., **29**: 137-141.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1974b - Urodèles cavernicoles d'Amérique du Nord. Analyse critique des travaux effectués sur les troglaxènes. Ann. Spéléol., **29**: 435-457.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1975 - Effets de la vie cavernicole sur la reproduction des Amphibiens. Bull. Soc. Zool. France, **100**: 665-666.
- CLERGUE-GAZEAU M., 1976 - Reproduction des Urodèles. Perturbation apportées à la reproduction de l'espèce *Euproctus asper* épigée par sa mise en élevage à la grotte de Moulis. II. *Euproctus asper* femelle. Ann. Spéléol., **31**: 163-168.
- CLERGUE-GAZEAU M. & R. THORN 1978 - Une nouvelle espèce de Salamandre du genre *Batrachuperus* en provenance de l'Iran septentrionale (Amphibia, Caudata, Hynobiidae). Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, **114**: 455-460.
- DEIANA A.M. & G.P. SERRA, 1978 - Anatomia comparata della colonna vertebrale in *Hydromantes genei* Schleg. e *Hydromantes brunus* Gorm. (Anfibi Urodéli Pletodontidi). Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari, suppl. vol. **48**: 193-197.
- DURAND J., 1967a - Sur la reproduction ovipare d'*Hydromantes italicus strinatii* Aellen (Urodèle, Plethodontidae). C.R. Acad. Sci. Paris, ser. D, **264**: 854-856.
- DURAND J., 1967b - Sur l'ontogenèse d'*Hydromantes italicus* Dunn (Urodèle, Plethodontidae). C.R. Acad. Sci. Paris, ser. D, **265**: 1533-1535.
- DURAND J.P., 1971 - Recherches sur l'appareil visuel du Protée, *Proteus anguinus* Laurenti, Urodèle hypogé. Ann. Spéléol., **26**: 497-824.
- DURAND J.P., 1973 - Développement et evolution oculaire de *Proteus anguinus* Laurenti. Ann. Spéléol., **28**: 193-208.
- GORMAN J., 1956 - Reproduction in plethodontid salamanders of the Genus *Hydromantes*. Herpetologica, **12**: 249-259.
- HECHT M.K., 1957 - A case of parallel evolution in Salamanders. Proc. Zool. Soc. Calcutta: 283-292.
- LANZA B., 1952 - Su una nuova forma di *Hydromantes* (Amphibia Plethodontidae). Arch. Zool. Ital., **37**: 327-347.
- LANZA B., 1954 - Notizie sulla distribuzione in Italia del Geotritone (*Hydromantes italicus* Dunn) e descrizione di una nuova razza (Amphibia, Plethodontidae). Arch. Zool. Ital., **39**: 145-160.
- LANZA B., 1959 - Il corpo ghiandolare mentoniero dei Plethodontidae (Amphibia, Caudata). Monit. Zool. Ital., **67**: 15-53.
- MITCHELL R.W. & J.R. REDDELL, 1965 - *Eurycea tridentifera*, a new species of troglobitic salamander from Texas and a reclassification of *Typhlomolge rathbuni*. Texas J. Sci., **17**: 12-27.
- MORESCALCHI A., 1975 - Chromosome evolution in the Caudate Amphibia. In Th. Dobzhansky, M.K. Hecht and W.C. Steere (eds.). Evolutionary Biology, vol. 8. Plenum, New York: 339-387.
- PASTORINO M.V., 1974 - Contributo allo studio delle parassitosi intestinali in *Hydromantes italicus* Dunn: indagine sugli esemplari di tre stazioni inedite dello Appennino Genovese. Atti XI Congr. Naz. Speleol., Genova 1972. Mem. XI Rass. Speleol. Ital., **2**: 87-92.
- PASTORINO M.V. & S. PEDEMONTE, 1974 - Nuove stazioni di raccolta del Geotritone nell'Oltregiovo Genovese. Atti XI Congr. Naz. Speleol., Genova 1972. Mem. XI Rass. Speleol. Ital., **2**: 81-82.

- POZZI A., 1966 - Geonemia e catalogo ragionato degli Anfibi e dei Rettili della Jugoslavia. *Natura*, Milano, **57**: 5-55.
- PUDDU S. & G. PIRODDA, 1973 - Catalogo sistematico ragionato della fauna cavernicola della Sardegna. *Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, **43**: 151-205.
- REHRBERG F., 1960 - Zur Fortpflanzung des *Hydromantes genei*. *Datz*, **10**: 306-307.
- RUFFO S., 1955 - Le attuali conoscenze sulla fauna cavernicola della regione pugliese. *Mem. Biogeogr. Adriatica*, **3**: 1-143.
- SBORDONI V., 1980 - Strategie adattative negli animali cavernicoli: uno studio di genetica ed ecologia di popolazione. VI Seminario sulla Evoluzione Biologica. *Ecologia ed Etologia. Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare di Scienze Matematiche e loro applicazioni*, n. 51. Roma Accad. Naz. Lincei: 61-100.
- SERRA G.P., 1971 - Aspetti elettroforetici delle proteine eritrocitarie dei Geotritoni europei e americani. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **9**: 3-5.
- SERRA G.P., 1972 - Struttura del *receptaculum seminis*, della cloaca e della spermatofora in *Hydromantes genei* Schleg. *Rend. Semin. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, **42**: 1-9.
- SERRA G.P. & R. STEFANI, 1974 - Studio comparativo della muscolatura caudale nelle specie del genere *Hydromantes* (Amphibia, Plethodontidae). *Arch. Ital. Anat. Embriol.*, **79**: 1-4, 8 tavv.
- STEFANI R., 1968 - La distribuzione geografica e l'evoluzione del geotritone sardo (*Hydromantes genei* Schleg.) e del geotritone continentale europeo (*Hydromantes italicus* Dunn). *Arch. Zool. Ital.*, **53**: 207-244, 5 tavv.
- STEFANI R. & G.P. SERRA, 1966 - L'oviparità in *Hydromantes genei* (Temm. e Schl.). *Boll. Zool.*, **33**: 283-291.
- THIREAU M., 1975 - L'allometrie pondérale encéphalo-somatique chez les Urodèles. II Relations interspecificques. *Bull. Mus. natl. Hist. Nat. Paris*, 3^e sér., n. **297**, Zoologie **207**: 483-501.
- VANDEL A. & M. BOUILLON, 1959 - La reproduction du Protée (*Proteus anguinus* Laur.). *C.R. Acad. Sci. Paris*, **248**: 1267-1272.
- VANDEL A., J. DURAND & M. BOUILLON, 1964 - Observations sur le développement du Protée, *Proteus anguinus* Laurenti. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **259**: 4801-4804.
- VILTER V. & J. DURAND, 1970 - Histochimie de la gangue ovulaire d'une Salamandre à ponte terrestre, l'Hydromante cavernicole de l'Europe méridionale (*Hydromantes italicus* Dunn 1923). *C.R. séanc. Soc. Biol.*, **164**: 272-277.
- WAKE D.B., 1966 - Comparative Osteology and Evolution of the Lungless Salamanders, Family Plethodontidae. *Mem. South. Calif. Acad. Sci.*, **4**: 1-111.
- WAKE D.B., L.R. MAXSON & G.Z. WURST, 1978 - Genetic differentiation, albumin evolution and their biogeographic implications in Plethodontid Salamanders of California and Southern Europe. *Evolution*, **32**: 529-539.