
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ROSANNA ACCAME MURATORI, CARLA FALUGI,
RICCARDO COLOSI

**Osservazioni su alcuni aspetti dell'anatomia del
Telraatobius culeus (Gorman, 1875) visti come
adattamento al particolare ambiente del lago Titicaca**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 61 (1976), n.5, p. 508–512.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1976_8_61_5_508_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Biologia. — *Osservazioni su alcuni aspetti dell'anatomia del Telmatobius culeus (Gorman, 1875) visti come adattamento al particolare ambiente del lago Titicaca*^(*). Nota di ROSANNA ACCAME MURATORI, CARLA FALUGI e RICCARDO COLOSI, presentata^(**) dal Corrisp. E. REMOTTI.

SUMMARY. — *Telmatobius culeus* is an Anuran of the Leptodactilidae family which has adapted to live in lake Titicaca, a high altitude basin situated at 3816 m between Bolivia and Peru.

Some morphological and morphometric characteristics are described; then the observations are emphasized on the anatomical structures linked to respiration that represents, the physiological activity most engaged in the adaptation to the life in the habitat peculiar to lake Titicaca. Microscopic observations have been made of the lungs, palatine mucosa, ventral skin, dorsal skin.

An extreme specialization has been observed of the skin, rich in papillae of the dermis with blood vessels that, running under the epidermis, determine a remarkable increase in the surface between dermis and epidermis.

INTRODUZIONE

Nella zona Andina Peruano-Boliviana, l'altitudine, a partire dai 2000 m, agisce come fattore di stratificazione orizzontale sugli organismi, sia animali che vegetali, che a queste latitudini si spingono fino a circa 5000 m. Nelle regioni tropicali d'alta quota non esistono escursioni termiche molto marcate nel corso dell'anno; verificano invece notevoli differenze di temperatura nictemerale, favorendo situazioni vicine all'omeotermia nelle grandi masse lacustri. Questo è il caso del lago Titicaca, situato in un corridoio interandino a quota 3816 m, 16° latitudine Sud (Gilson, 1964; Richerson *et alii*, 1975), a confine tra Bolivia e Perù.

Gli Anfibi nelle regioni d'alta quota del continente Sud Americano, si incontrano fino a circa 5000 m; sensibili soprattutto alla secchezza dell'aria, all'evaporazione intensa, alla diminuzione della pressione atmosferica, e conseguente modesta tensione di ossigeno, si adattano alle condizioni ambientali con adeguate strutture morfologiche. Questi adattamenti hanno portato sia per l'evoluzione a carico degli organismi che per la loro distribuzione negli ambienti, molte volte caratterizzati da notevole isolamento, alla formazione di un numero molto grande di specie.

Gli Anuri sono rappresentati nelle regioni Andine dalla famiglia dei *Leptodactilidae* con 5 generi: *Bufo*, *Telmatobius*, *Batrachophrynus*, *Pleurodema* e *Gastroteca* (Parker, 1936; Vellard, 1962; Diaz y Gomez, 1965).

(*) Ricerca eseguita nell'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Genova Diretto dal Prof. A. Minganti.

(**) Nella seduta del 13 novembre 1976.

Le numerose specie appartenenti al genere *Telmatobius* si distribuiscono in altitudine con una seriazione di opportuni adattamenti morfofisiologici molto marcati. Le specie che vivono a bassa quota (al di sotto dei 3000 m) hanno abitudini di vita prevalentemente terrestri e come caratteristiche hanno cute molto spessa e corneificata, coane piccole e timpano presente. Le specie che via via si osservano ad altitudini maggiori (possono incontrarsi anuri fino a 4500 m) presentano abitudini di vita essenzialmente acquatiche; la cute si presenta meno spessa, le coane diventano più grandi e l'orecchio medio tende a regredire.

Inoltre due fattori contraddittori influiscono in modo opposto sulla taglia delle specie del genere *Telmatobius*: da un lato l'altitudine tende a determinare una riduzione progressiva, d'altro lato l'adattamento ad una vita quasi esclusivamente acquatica porta ad un prolungamento della vita larvale da cui consegue un maggiore accrescimento corporeo, col risultato finale che le taglie adulte sono addirittura giganti.

Avendo a disposizione tre esemplari di *Telmatobius culeus* prelevati dal lago Titicaca nel Novembre del 1974 da uno di noi che aveva partecipato ad una spedizione in quella regione, la nostra attenzione si è soffermata sull'osservazione di alcune strutture anatomiche che traducono per questa specie adattamenti morfologici sia alle grandi altitudini che alla vita acquatica.

OSSERVAZIONI

1) *Morfologia esterna.*

Gli esemplari studiati sono due maschi ed una femmina di grossa taglia, lunghezza del tronco (distanza tra muso ed ano) 10,7-12 cm. Lunghezza del capo compresa 1,45 volte nella larghezza del capo e 3,47-3,73 volte nella lunghezza del tronco. Diametro longitudinale dell'occhio 0,5-0,6 cm. Identica la distanza tra narice ed occhio e quella tra narice e bordo labiale. Squarcio buccale 5,4 cm, emimandibola 4 cm. Lingua grande a forma circolare, diametro 1,5-1,8 cm, quasi completamente fissata al pavimento buccale. Orecchio medio molto regredito. Pelle relativamente spessa a superficie quasi liscia; dall'inserzione degli arti anteriori si espande in pieghe non aderenti alla muscolatura nella porzione posteriore del corpo. Colorazione sul dorso bruno-verde con numerose macchie gialle; più chiara e di colore giallastro sul ventre, dove manca la macchiettatura. Dita dell'arto anteriore libere, quelle dell'arto posteriore completamente palmate.

2) *Organi respiratori.*

Il polmone ha la forma di sacco allungato terminante con un apice caudale lungo ed appuntito; è lungo 4,5-6 cm ed ha un diametro massimo di circa 1 cm; all'interno presenta pochi setti primari.

Il rapporto volumetrico percentuale tra i due polmoni e l'animale intero è 1,1 %.

Lo studio anatomico-microscopico del polmone mostra che l'organo è rivestito da una sierosa all'esterno; segue una parete connettivale contenente più fibre che cellule e ricca di capillari sanguigni che si spingono sotto l'epitelio sottile bi-tristratificato; tale epitelio in alcuni punti diventa monostratificato a formare piccole invaginazioni; la vascolarizzazione tende a portarsi a contatto con queste porzioni.

La mucosa palatina in sezione si presenta come una struttura piuttosto compatta formata da due strati, uno più esterno costituito da un epitelio pseudo-pluristratificato contenente cellule caliciformi e cellule fornite di ciglia, ed uno più interno connettivale notevolmente compatto formato da poche cellule, molte fibre parallele alla superficie esterna e con modeste formazioni vasali.

La cute ventrale è relativamente sottile; l'epidermide, dello spessore tra 0,025 e 0,05 mm, è formata da più piani cellulari; la colorazione col metodo tetracromico di Dane ed Herman dimostra che è priva di corneificazione. Dall'epidermide si approfondano nel derma formazioni ghiandolari mucose di forma rotondeggiante e di diametro fino a 0,12 mm delle quali circa una metà sono Alcian positive e le altre, alternate alle prime, PAS positive, in modo da far pensare a due momenti funzionali diversi dello stesso tipo di ghiandola, nel senso che PAS positive verosimilmente per la presenza di polisaccaridi neutri sarebbero le ghiandole immature, mentre il muco successivamente elaborato, visibile non solo nelle cellule, ma anche nel lume ghiandolare, nel dotto escretore e sulla superficie della epidermide, è Alcian positivo.

L'epidermide è sostenuta da derma lasso di uno spessore compreso tra 0,1 e 0,5 mm; si trova successivamente il derma compatto dello spessore tra 0,07 e 0,10 mm. La vascolarizzazione è molto abbondante, ed alcune anse capillari si spingono fin sotto l'epidermide che in quei punti si assottiglia in pochi piani cellulari.

La cute dorsale è un po' più spessa; l'epidermide è di spessore molto simile a quella della ventrale, tra i 0,01 ed i 0,04 mm; manca anche essa di corneificazione. Anche dalla cute dorsale si portano verso il derma numerosissime ghiandole tondeggianti nettamente distinte in due tipi, sia per le caratteristiche tintorie, sia per le dimensioni. Le più piccole, fino a 0,12 mm di diametro, sono del tutto simili a quelle riscontrate nella porzione ventrale; le più grosse, fino a 0,75 mm di diametro, sono caratteristicamente di tipo granuloso, monoptiche e circondate di fibrocellule muscolari lisce. Esse presentano nella porzione vicino al colletto una gemma di rimpiazzo ben visibile con la colorazione Safranina-Ematossilina ferrica. Il secreto di queste grosse ghiandole si presenta alla colorazione Ematossilina-Eosina, diviso in due aree ben distinguibili: una porzione più ampia costituita da piccoli granuli fortemente colorati dall'Ematossilina ed una parte eosinofila, situata verso il fondo nella parte opposta alla gemma di rimpiazzo; la stessa immagine è data anche dalle colorazioni Azan-Mallory ed Alcian-PAS. Il derma lasso ha spessore compreso tra 0,5 e 0,75 mm ed è più ricco di cellule di quello

della cute ventrale. Il derma compatto ha spessore compreso tra 0,10 e 0,12 mm. La vascolarizzazione è abbondantissima e molte anse vasali si spingono verso l'epidermide in punti dove essa si assottiglia moltissimo e questo determina un limite derma-epidermide molto sinuoso.

Nel derma non troviamo formazioni tipo lamina cribrosa né dermoliti.

CONCLUSIONI

Il *Telmatobius culeus* conferma, con gli adattamenti morfologici che gli sono caratteristici, la sua collocazione tra le specie di alta quota ad abitudini nettamente acquatiche. La bassa temperatura dei laghi di alta quota permette una tensione di ossigeno che favorisce la respirazione dermica; alle stesse quote la bassa tensione di ossigeno dell'atmosfera non è favorevole alla respirazione polmonare.

In particolare, per la funzione respiratoria l'adattamento consiste essenzialmente in una specializzazione della cute, in modo particolare di quella dorsale, mentre i polmoni sono poco sviluppati e la mucosa palatina non sembra adatta alla respirazione. La cute infatti, ricca com'è di papille dermiche, presenta una molto grande superficie di contatto tra derma ed epidermide, in funzione dell'espansione delle anse vasali; a questo aggiungasi la mancanza di corneificazione e di strutture, come la lamina cribrosa ed i dermoliti, che potrebbero ostacolare gli scambi gassosi.

BIBLIOGRAFIA

- DIAZ Y GOMEZ E. (1965) - *La respiracion cutánea en un anuro del altipiano andino* (*Telmatobius culi escomeli*), «Boletín de la Real Sociedad Esp. de Hist. Nat., Sección Biológica», 65 (3), 265-69 Madrid.
- GILSON H. C. (1964) - *Lake Titicaca*, «Verh. Int. Verein. Limnol.», 15, 112-27, Stuttgart.
- PARKER H. (1936) - *Percy sladen trust expedition*, «The Transaction of the Limnean Society of London», 19 (4), 210-11.
- RICHERSON P., WIDMER C., KITTEL T. e LANDA A. (1975) - *A survey of the physical and chemical limnology of lake Titicaca*, «Verh. Int. Verein. Limnol.», 19 (2), 1498-1503, Stuttgart.
- VELLARD J. (1951) - *Estudios sobre Batracios andinos*, «Memorias Mus. Hist. Nat. Javier Prado, Lima», 1, 54-61.
- VELLARD J. (1952) - *Adaptation des Batraciens à la vie à grande hauteur dans les Andes*, «Bull. de la Société Zoologique de France», 77, 169-87.
- VELLARD J. (1954) - *Les Telmatobius du haut-plateau interandin*, «Trat. de l'Inst. Franc. d'études andines», 4, 28-47.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-II

TAVOLA I

- Fig. 1. - Sezione di polmone di *Telmatobius culeus*. Si noti la vascolarizzazione subito al di sotto dell'epitelio. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 250$.
- Fig. 2. - La stessa sezione di fig. 1 a maggiore ingrandimento. Si osserva che l'epitelio presenta invaginazioni ove diventa monostratificato e la vascolarizzazione è più ricca. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 700$.
- Fig. 3. - Sezione di mucosa palatina di *Telmatobius culeus*, ove risulta evidente l'aspetto compatto della struttura, l'epitelio pseudopluristratificato è piuttosto spesso; si notano cellule a calice e cellule con ciglia. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 250$.

TAVOLA II

- Fig. 4. - Sezione di cute ventrale di *Telmatobius culeus*, approfondate nel derma ghiandole in diversi stadi funzionali, il confine tra derma ed epidermide è mediamente circonvoluto. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 250$.
- Fig. 5. - Cute dorsale di *Telmatobius culeus*. In questa sezione si notano i due tipi di ghiandole che si approfondano nel derma; le ghiandole di maggiori dimensioni presentano una porzione basale eosinofila. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 250$.
- Fig. 6. - A maggiore ingrandimento in una sezione di cute dorsale di *Telmatobius culeus* si possono osservare creste dermiche con le anse vascolari che si portano verso l'epidermide rendendo particolarmente sinuoso il rapporto di contatto derma-epidermide. Col. Ematossilina-Eosina. $\times 700$.

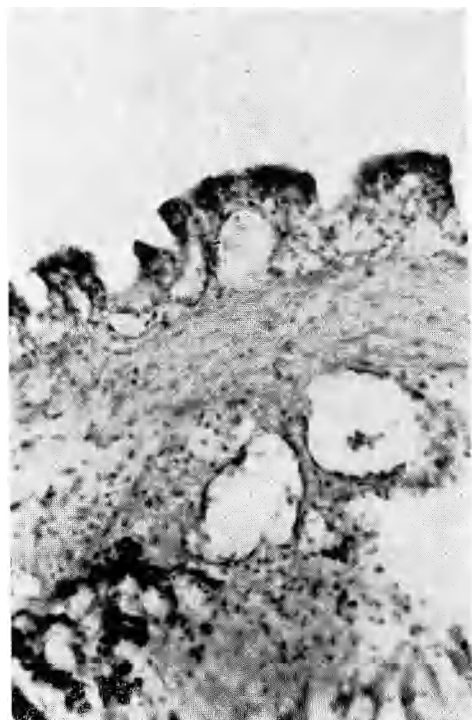


Fig. 1.

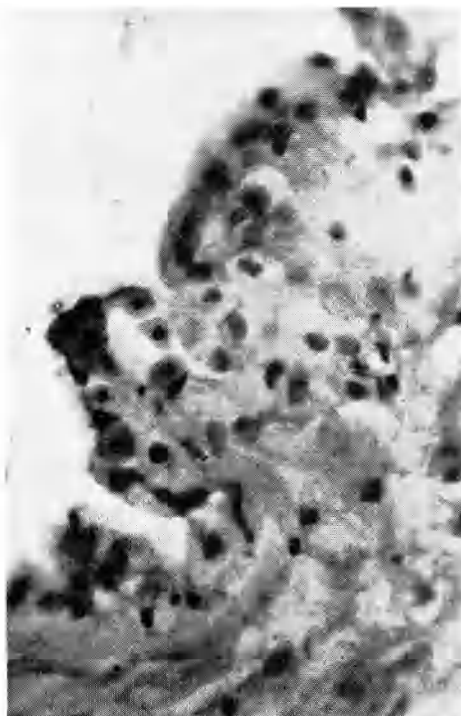


Fig. 2.



Fig. 3.

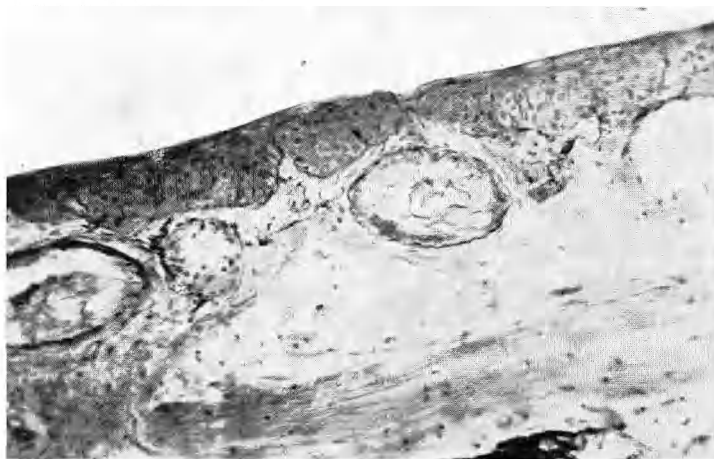


Fig. 4.

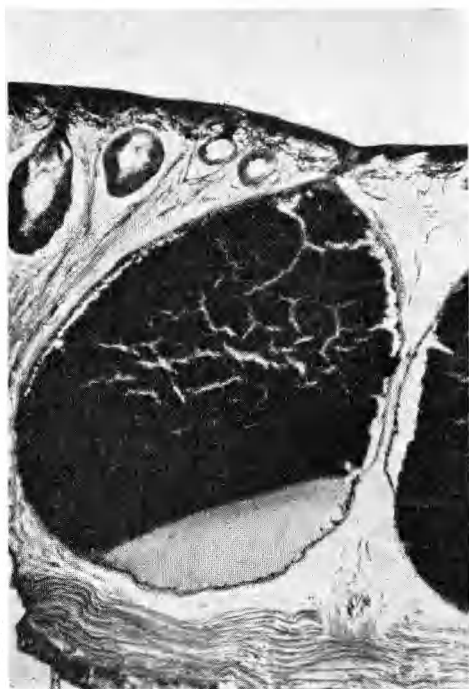


Fig. 5.

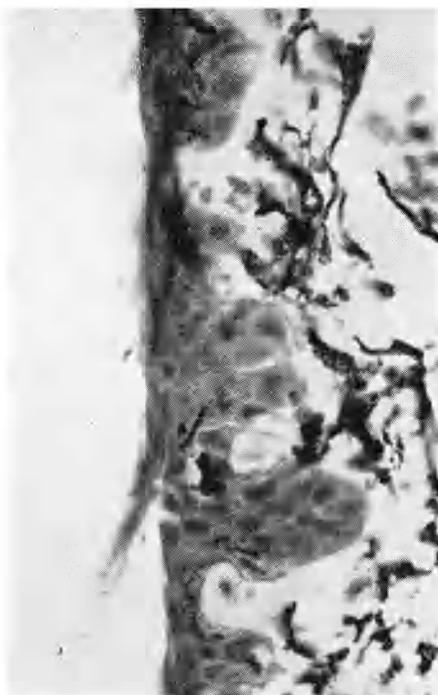


Fig. 6.