

Un complesso carsico rappresenta, dal punto di vista ecologico, un universo quasi completamente separato dagli ecosistemi terrestri.



Fabio Gatti, Massimo Pozzo,
Maurizio Greppi
Associazione Progetto Sebino

LA FAUNA IPOGEA come indicatore della qualità delle acque



Fatte salve le parti più prossime alla superficie, gli unici fattori esterni che entrano nelle zone più profonde sono: l'aria, che circola in ogni anfratto di ogni grotta, e l'acqua, che rappresenta il veicolo principale del nutrimento su cui si basa la vita in grotta. Descriveremo qui le principali caratteristiche dell'ambiente cavernicolo sulla base delle quali si possono osservare importanti aspetti legati alle acque carsiche e alla vita ad esse connessa, con particolare attenzione al sistema carsico Bueno Fonteno – Nueva Vida che si sviluppa nei rilievi montuosi del Sebino occidentale.

L'ambiente ipogeo

Il sistema carsico è estesissimo e trova le sue origini milioni di anni fa: al suo interno possono essere trovati diversi habitat che, nella generale costanza dei più importanti parametri ambientali, offrono differenti possibilità di vita.

Vista della sala
Portorodondo, uno degli
habitat rappresentativi
di Bueno Fonteno

a) Ambiti di scorrimento a pelo libero nella forma di vere e proprie forre sotterranee.

b) Ambiti con acque lente e ferme, nella forma di piccoli laghetti.

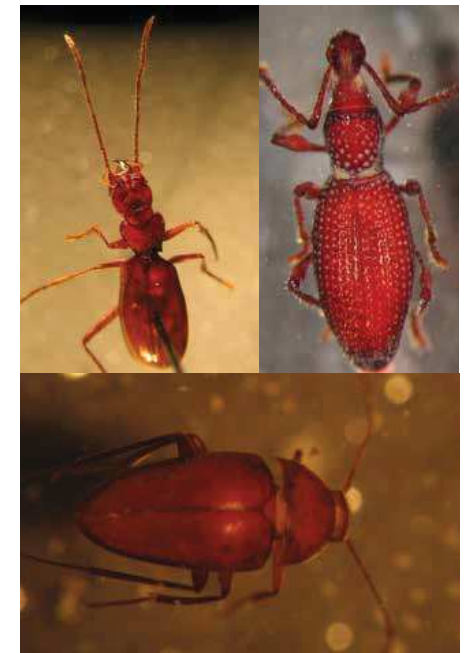
c) Ambiti idricamente meno evoluti nei quali l'acqua presente percola lungo le pareti.

d) Ambiti fossili nei quali l'acqua non scorre più e pertanto appaiono sostanzialmente asciutti.

La temperatura dell'aria, nel complesso carsico del Sebino occidentale, si aggira intorno ai 9 °C e risulta compatibile con la media annuale della zona in cui si trovano i suoi ingressi. Durante le indagini svolte in occasione dei tracciamenti delle acque interne, sono stati misurati alcuni parametri chimici e fisici delle stesse in vari punti rappresentativi delle principali direttrici di scorrimento interne. La temperatura media delle acque è pari a 9,7°C ed è confrontabile con quella delle sorgenti connesse con la grotta. La conducibilità media è pari a 303 micro-S/cm ed indica una buona presenza di ioni disciolti. Il pH è mediamente pari a 7,85 e indica una condizione tendenzialmente alcalina dovuta alla presenza di carbonati, i quali sono indirettamente confermati anche dalla durezza che, misurata in laboratorio, si è confermata intorno ai 17,5 °F (valore medio). Le acque che scorrono all'interno dell'articolata cavità sono di fondamentale importanza poiché, prima di fuoriuscire dalle sorgenti ed essere destinate ad uso idropotabile, rappresentano l'unica fonte di sostentamento per una abbondantissima comunità vivente che, solo grazie a ciò che l'acqua porta con sé, raggiunge livelli di abbondanza e diversità stupefacenti.

La comunità vivente

La comunità animale di Bueno Fonteno è composta quasi esclusivamente da invertebrati, gran parte dei quali sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche degli ambienti e dell'acqua che li ha generati. Si possono infatti trovare *Coleotteri Carabidi* (*Allegrettia pavani*, *Laemostenus insubricus*), *Cholevidi* (*Boldoria vailatii*), *Curculionidae* (*Trogloorhynchus sp.*), ciascuno dei quali vive in differenti habitat interni: infatti, se *Allegrettia* e *Laemostenus* tendono ad occupare gallerie fossili dove l'acqua non è eccessiva, spingendosi spesso molto in profondità, *Trogloorhynchus* è invece più legato alle zone della grotta più vicine alla superficie, perché preferisce vivere in prossimità del suolo superficiale, dove riesce a entrare in contatto direttamente con le radici delle piante. La sua presenza è infatti indicatrice del fatto che i luoghi in cui viene ritrovato sono prossimi al suolo (e quindi all'esterno).



Vista del corpo di *Allegrettia pavanii*, coleottero perfettamente adattato alla vita ipogea. Il colore marrone ci indica l'assenza assoluta di pigmento nella sua cuticola. Accanto, vista del corpo di *Trogloorhynchus sp.*, un coleottero che pure adattato alla grotta, frequenta le zone più prossime alla superficie. Sotto, immagine di *Boldoria Vailatii* piccolo cholevide spesso osservabile sulle pareti umide.



Vista del dorso di un millepiedi che vive nelle aree meno acquatiche della grotta. In questo caso il colore bianco indica la totale assenza di pigmento nel corpo.



In alto: immagine di *Niphargus*, il crostaceo che si può osservare sul fondo delle pozze e dei laghi interni. Sotto, a sinistra: Vista di *Niphargus* al microscopio, il crostaceo è molto simile ai gamberi di superficie, evidente la completa assenza di pigmento. Immagine del crostaceo isopode *Monolistra*, sono più evidenti gli adattamenti alla vita in grotta

Nei rami fossili, o su substrato tendenzialmente sabbioso, si possono ritrovare numerosi esemplari di Diplopodi (famiglia *Polydesmidae*), comunemente noti come Millepiedi, che verosimilmente appartengono al genere *Serradium*. Indagini specifiche del sedimento hanno permesso di scoprire esemplari di collemboli appartenenti ai generi *Onichiurus* e *Arrhopalites* (quest'ultimo troglolbio).

Gli habitat più acquatici sono a loro volta connotati da molti animali, la cui presenza e abbondanza ci indica che le acque che percorrono il sistema sono di buona qualità. In prossimità di pozze e laghi interni si possono trovare numerosi esemplari di crostacei Isopodi (famiglia *Sphaeromatidae*) del Genere *Monolistra* che in alcuni ambienti appare così abbondante da dare il nome al ramo (Salsa Rosa). Più sporadici, ma sempre in ambito periacquatico, sono altri Isopodi del genere *Androniscus*, mentre all'interno di pozze concrezionate con acqua limpida si sono osservati esemplari di *Niphargus sp* (*Amphipoda* – *Niphargidae*). Significativo infine il ritrovamento di larve e adulti del tricottero *Philopotamus ludificatus* (fam. *Philopotamidae*). Il *tricottero* è stato rinvenuto nel suo astuccio sericeo su una parete con scorrimento superficiale ad un dislivello negativo di 250 m e 445 m rispetto alla quota dell'ingresso (776 m slm). La sua presenza a profondità così elevate rappresenta una novità, essendo la specie considerata tendenzialmente subtroglolofila, e sostiene l'ipotesi che questo possa compiere il proprio ciclo vitale in ambiente ipogeo (ipotesi già suggerita in ricerche pubblicate).

La stabilità e la costanza dei corpi d'acqua interni sostiene infine la possibilità che si possano trovare anche specie stigobie sia planctoniche che interstiziali. Si è scoperta infatti la presenza di una comunità di *Nematodi* che è verosimilmente piuttosto abbondante poiché, sebbene i campionamenti svolti fino ad ora sono preliminari, tra gli esemplari catturati sono stati riscontrati dei predatori molto specializzati appartenenti alle famiglie *Anatonchidae* e *Tripylidae*, tipici degli ecosistemi acquatici stabili.

L'evoluzione nel mondo ipogeo

Le grotte possono essere descritte come dei vicoli ciechi evolutivi, nei quali le condizioni ambientali estremamente selettive hanno, in un certo senso, costretto gli animali che vivevano al suo interno o che le hanno colonizzate nel corso della loro lunghissima storia, ad acquisire numerose caratteristiche che consentissero loro di sopravvivere alle condizioni ambientali estreme. Queste condizioni, dette "estreme", sono costantemente presenti nel sottosuolo e a maggior ragione in cavità che si sviluppano per decine di chilometri e a profondità considerevoli.

L'ambiente ipogeo è infatti caratterizzato da alcuni aspetti che sono in un certo senso i principali responsabili delle caratteristiche fisiche, fisiologiche ed ecologiche che hanno dovuto acquisire tutti gli animali che si sono adattati a vivere al suo interno.

Il primo aspetto è certamente il buio: le grotte sono completamente prive di luce che, a parte nelle porzioni più prossime agli ingressi, non riesce a penetrare in nessun modo. La mancanza di questo elemento produce effetti importantissimi. Innanzitutto in grotta non possono crescere piante di alcun tipo: la fotosintesi clorofilliana, processo fondamentale per la vita degli organismi vegetali, può avvenire solo in presenza di luce. Da questo consegue che le comunità animali cavernicole sono prive di organismi erbivori (che si nutrono di vegetali). L'intera comunità animale che si sviluppa in ogni grotta dipende quindi quasi esclusivamente dalle sostanze nutritive che sono contenute e trasportate dall'acqua che scorre al suo interno.

L'assenza di luce rende inutile uno dei più importanti sensi del regno animale: la vista, senza la quale vengono a mancare importanti possibilità di comunicazione e di riconoscimento intraspecifico: i colori, che sono una delle più importanti forme di comunicazione del mondo animale, sono perciò del tutto inutili. Queste condizioni conseguono nella perdita degli organi visivi (anoftalmia) e nella perdita completa dei colori (depigmentazione) degli animali adattatisi all'ambiente ipogeo.

Un altro fattore estremamente importante è la costanza delle condizioni ambientali dell'ambiente ipogeo: il buio assoluto, che simula una sorta di notte perenne, si associa alla temperatura che si mantiene costantemente intorno allo stesso valore per tutto il tempo.



In alto: Dettaglio del capo di un *Nematode*, verme microscopico che vive nei sedimenti che coprono il fondo dei laghi e dei corsi d'acqua interni. Si tratta di un predatore di altri vermi. Sotto, a sinistra: dettaglio del capo di un *Nematode* che invece si nutre delle radici delle piante, la sua presenza in *Bueno fonteno* è da considerarsi casuale. A destra: dettaglio del capo di un *nematode* che si nutre di batteri molto frequenti nelle acque di grotta.



A sinistra: dettaglio della bocca di *Allegettia pavanii* (gli uncini sono le mandibole), nonostante le sostanze nutritive in grotta siano molto scarse, al suo interno possono vivere anche predatori veri e propri. A destra: dettaglio del capo di *Troglorhynchus*, da notare la profonda differenza con l'apparato boccale di *Allegettia*.



In alto a sinistra: dettaglio del capo di *Allegrettia Pavanii*, la lunghezza delle antenne è un altro adattamento al buio, ma più evidente è la completa mancanza di occhi.
A destra: dettaglio del capo del millepiedi si noti come gli occhi siano del tutto assenti, chiaro adattamento alla vita ipogea in assenza di luce.
Sotto: dettaglio del capo di *Niphargus*, ancora una volta l'assenza di occhi conferma il suo adattamento



La conseguenza è che in grotta non esistono giorno, notte e non esistono stagioni, perché l'ambiente non mostra mai variazioni. Questa perenne stabilità comporta che gli animali troglobi (è questo il nome con cui vengono raggruppati gli animali perfettamente adattati alla vita ipogea), sono assolutamente incapaci di sopportare variazioni anche minime delle condizioni ottimali di vita. Questa ultima caratteristica rende la comunità acquatica molto sensibile ad ogni perturbazione che dovesse provenire dall'esterno a modificare l'ambiente generale o l'acqua che in ogni grotta scorre. Ecco che la comunità troglobia può rappresentare un ottimo indicatore della qualità dell'ambiente ipogeo e in un certo senso della qualità della acque.

La comunità vivente come indicatore della qualità delle acque

Gli organismi troglobi hanno sviluppato una elevatissima specializzazione all'ambiente ipogeo: l'adattamento ad un ambiente così estremo, se da un lato rappresenta un affascinante tema di studio, dall'altro rappresenta una delle più grandi debolezze che accomuna la fauna cavernicola e le rende capaci di darci informazioni sulla qualità. L'adattamento ad un ambiente stabile come quello ipogeo (costanza di temperatura, assenza dell'alternanza giorno notte e delle stagioni), ha portato infatti con sé la perdita di ogni capacità di tollerare anche la più

piccola variazione delle caratteristiche dell'ambiente.

Se a questa sensibilità si aggiunge la quasi esclusiva dipendenza dall'acqua che attraversa in abbondanza ogni complesso carsico (compreso Bueno Fonteno – Nueva Vida), ne consegue che ogni piccola variazione della qualità delle acque può avere effetti sulla comunità ipogea che, a causa della propria sensibilità, può facilmente essere compromessa e scomparire. Diversamente dagli animali di superficie, gli organismi troglobi non possono allontanarsi da eventuali fonti di inquinamento, infatti, nel caso scompaiano dai propri habitat, è possibile, anche se molto difficile che, se si annullano gli effetti dell'inquinamento, si possano innescare processi di ricolonizzazione e ricostituire in tempi piuttosto lunghi le comunità originarie. Nel caso delle grotte, la scomparsa di organismi a causa dell'inquinamento (la principale causa del degrado di quasi tutti gli ecosistemi), è un fenomeno del tutto irreversibile.

La presenza di comunità animali abbondanti e diversificate in una grotta quindi, oltre ad essere estremamente interessante dal punto di vista biologico ed ecologico, è anche un importante indicatore dell'ambiente interno e soprattutto delle acque che lo attraversano, dandoci la possibilità di ipotizzare che, quando sono presenti specie ben adattate all'ambiente ipogeo, queste non sono contaminate e di buona qualità.

Vista della diramazione "Non Ostante"