La collana MIdA A Agricoltura e Ambiente

È realizzata in collaborazione tra la Fondazione MIdA - Musei Integrati dell'Ambiente e la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali (SAFE) dell'Università della Basilicata. Documenta e promuove fenomeni, processi e prodotti di agricoltura, ambiente, territorio e del relativo patrimonio culturale materiale e immateriale.
Evidenzia le loro valenze scientifiche, tecniche, didattiche e storico-culturali, e lancia la sfida di inserirle in cicli sostenibili integrati con la fruizione culturale e turistica per raccoglierne il potenziale di eco-compatibilità e sviluppo.

ISBN 978-88-945020-6-0

MIdA
FONDAZIONE

VIVERE AL BUIO

La fauna invertebrata delle Grotte di Pertosa-Auletta

Giuseppe Nicolosi - Rosangela Addesso

Testi:
Giuseppe Nicolosi [9]
Rosangela Addesso [8]

Editor:
Prof. Mariana Amato [1, 2, 3]

Revisori:
Daniela Baldantoni

Grafica:
Industria Grafica Letizia

Contributi fotografici:
Fiorenzo Fiorenza
Francesco Tomasinelli

Editor in chief:
Prof. Mariana Amato [1, 2, 3]

Editorial board:
Prof. Mariana Amato [1, 2, 3]
Sig. Antonietta Cafaro [2]
Prof. Domenico Calcaterra [3]
Dott. Anna De Mauro [2]
Prof. Gaetano Di Pasquale [4]
Dott. Rocco Bochicchio [1]
Prof. Michele Perniola [5]
Dott. Roberta Rossi [6]

1. Università degli Studi della Basilicata - Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali
2. MIdA - Musei Integrati dell'Ambiente
3. Università di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse
4. Università di Napoli Federico II - Dipartimento di Agraria
5. Università degli Studi della Basilicata – Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo: architettura, ambiente, patrimoni culturali
6. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura del Ministero per le Politiche Agrarie e Forestali. CRA-SCA
7. Università degli Studi di Salerno - Dipartimento di Chimica e Biologia "Adolfo Zambelli"
8. Università di Torino - Dipartimento di Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi

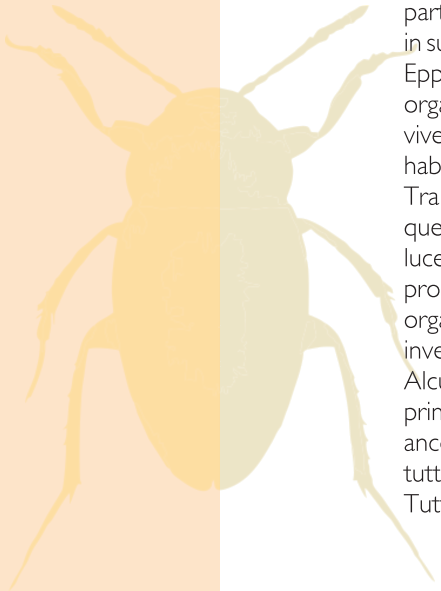
Edizioni MIdA

ISBN 978-88-945020-6-0

Collana MIdA A Agricoltura e Ambiente
© 2021 Riproduzione vietata, tutti i diritti riservati dalla legge sui diritti d'autore

FONDAZIONE MIdA
Località Muraglione 18/20
84030 Pertosa (SA)
www.fondazionemida.it

Vivere al buio, la fauna invertebrata delle Grotte di Pertosa-Auletta



Le grotte, una casa non facile da abitare

Le grotte sono generalmente considerate ambienti ostili e di difficile accesso per gli esseri umani. Le condizioni ambientali che li caratterizzano sono considerate estreme, in particolare se comparate a quelle della vita in superficie.

Eppure, come vedremo di seguito, esistono organismi altamente specializzati in grado di vivere esclusivamente in questi particolari habitat.

Tra i fattori limitanti di questi ecosistemi, quello più caratteristico è la mancanza di luce, che porta alla completa scomparsa dei produttori primari fotoautotrofi (ovvero gli organismi che svolgono la fotosintesi) che invece dominano negli ambienti esterni. Alcuni di questi riescono a colonizzare la prima parte delle grotte laddove persiste ancora la luce, ma tendono a scomparire del tutto nelle zone interne.

Tutto ciò determina un altro importante fattore limitante della vita in grotta, la disponibilità di risorse trofiche, cioè di nutrimento, che, in mancanza dei vegetali, è rappresentata principalmente da detrito organico (vegetale o animale) proveniente dall'esterno.

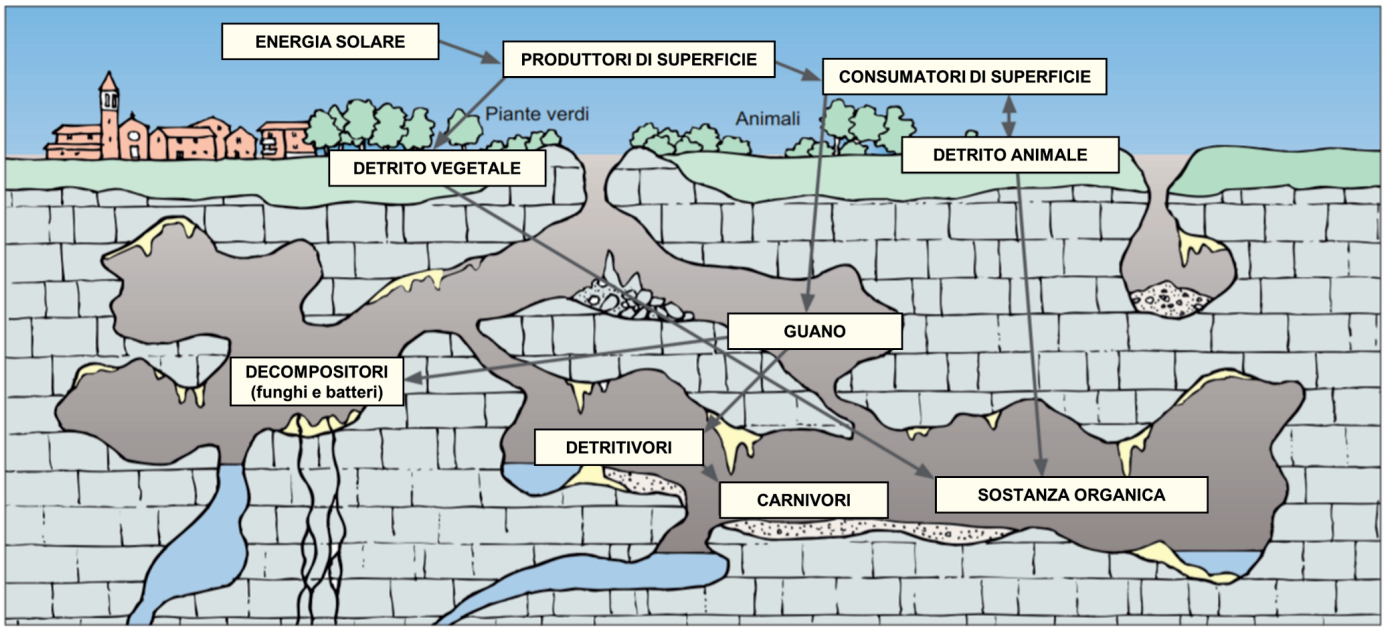
Le risorse trofiche in grotta sono generalmente veicolate all'interno da flussi d'acqua o da animali che frequentano l'ambiente sotterraneo, come, ad esempio, i pipistrelli, che contribuiscono all'apporto di notevoli quantità di guano, fonte di nutrienti per i cosiddetti organismi guanobi.

Gli organismi della catena alimentare di grotta sono dunque principalmente rappresentati da detritivori (consumatori primari e secondari che riducono in detrito il materiale vegetale e animale presente in acqua e nei sedimenti), predatori e decompositori (batteri e funghi). In base alla disponibilità di risorse trofiche, le grotte

possono essere classificate in: oligotrofiche, con scarse risorse; eutrofiche, con ampia disponibilità di risorse; mesotrofiche, cioè con quantità intermedie tra le categorie precedenti.
Un'altra caratteristica tipica degli ambienti di grotta che condiziona la vita ipogea di numerose specie è la stabilità di alcuni parametri ambientali, come la temperatura e l'umidità relativa.

I livelli di umidità sono in genere prossimi ai valori di saturazione (95-100%), legati ai processi di evaporazione/condensazione dell'acqua che interessano tali sistemi, mentre le temperature presentano valori pari alla media annua esterna dell'area in cui si apre la cavità.

La rete alimentare delle grotte



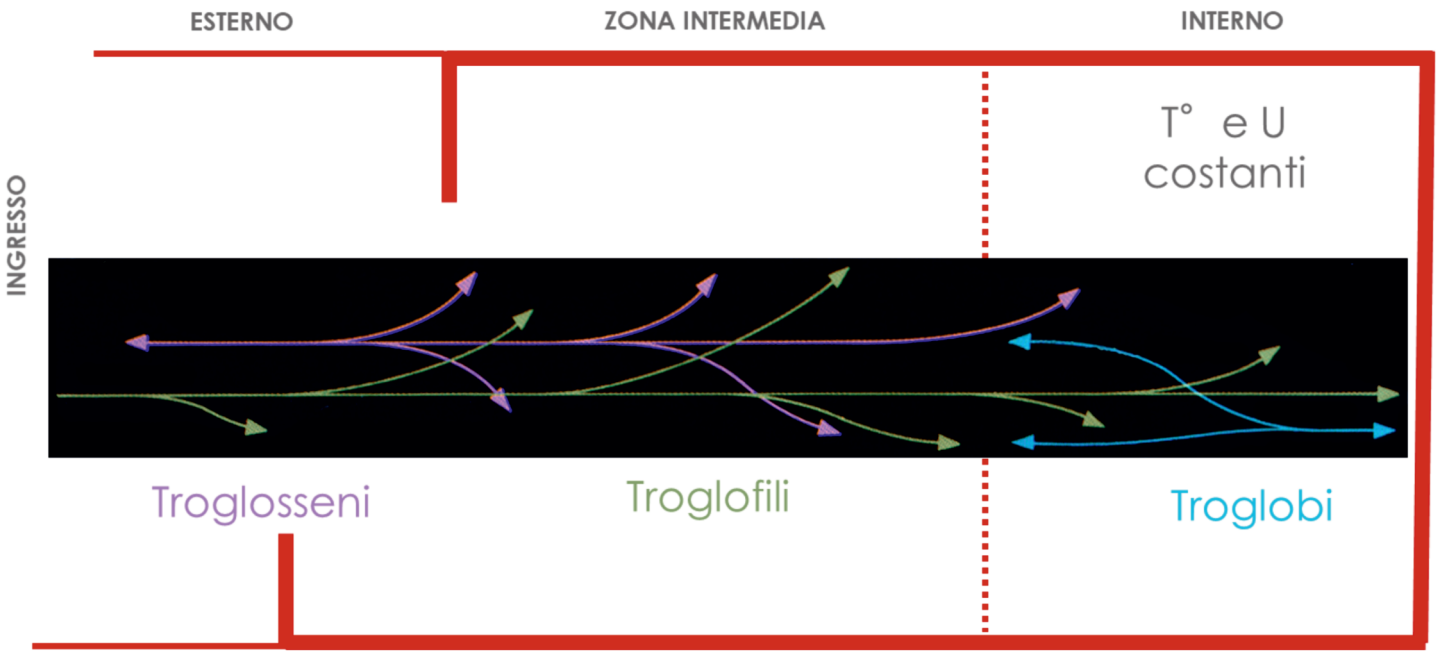
(Stoch, 2008)

La classificazione ecologica degli animali di grotta

Sono diversi i sistemi di classificazione degli animali di grotta teorizzati nel corso degli anni. Nonostante vengano spesso utilizzati criteri che riflettono le relazioni evolutive degli organismi sotterranei, i più diffusi sono quelli che li suddividono in "categorie ecologiche".
Le categorie di gran lunga più ricorrenti utilizzate nella biologia sotterranea derivano dal sistema di classificazione Schiner-Racoviță, per cui gli abitanti sotterranei sono suddivisi in tre gruppi ecologici in relazione all'habitat che generalmente occupano:

- **troglosseni** (o stigosseni nel caso di specie acquatiche): organismi la cui presenza in grotta è sporadica ed accidentale; si tratta di organismi che vivono in superficie, pertanto, non mostrano alcun adattamento alla vita in grotta. Per tale, ragione difficilmente sopravvivono negli ambienti ipogei;
- **troglofili** (o stigofili nel caso di specie acquatiche): organismi che prediligono ambienti umidi e bui e ritrovano negli ingressi e nelle prime sezioni delle grotte condizioni elettive per la loro sopravvivenza. La loro presenza in grotta è quindi frequente, ma si tratta sostanzialmente di specie di superficie che frequentano la grotta come rifugio o riparo dal freddo, dalle intemperie, dal caldo eccessivo, per proteggersi dai predatori, o specificatamente in alcune fasi del loro ciclo vitale (riproduzione, letargo…). Alcuni troglofili trascorrono tutta la loro vita in grotta, come nel caso di diversi artropodi;
- **troglobi** (o stigobionti nel caso di specie acquatiche): organismi esclusivi degli habitat ipogei. Trascorrono tutta la loro vita negli ambienti profondi delle grotte, dove nascono, si nutrono e si riproducono. L'evoluzione ha determinato modifiche del loro organismo, favorendo ad esempio lo sviluppo di alcuni adattamenti funzionali che permettono di vivere in questi ambienti e, pertanto, non possono sopravvivere al di fuori dell'ambiente sotterraneo.

Distribuzione degli organismi cavernicoli nell'ambiente ipogeo



(Serena & Latella, 2009)

Come si è evoluta la vita ipogea?

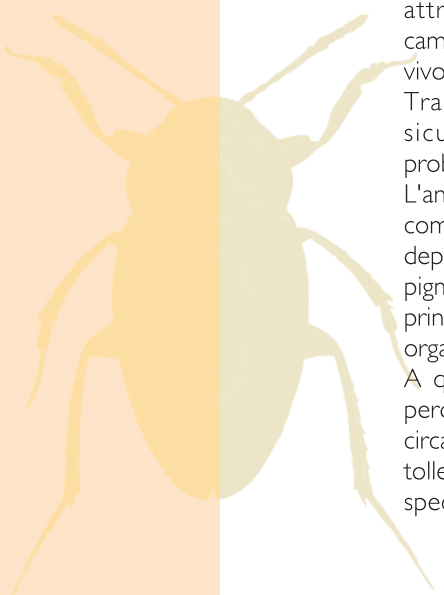
L'evoluzione delle specie sotterranee è un argomento di grande interesse per la comunità scientifica. Le ipotesi più accreditate sono due, la teoria dei relitti e rifugi e quella della colonizzazione attiva (o dello spostamento adattivo).

La teoria dei relitti e rifugi prevede che le specie di superficie si siano estinte a causa di cambiamenti climatici avvenuti nel passato. In risposta a questo tipo di stimoli alcune popolazioni avrebbero ritrovato condizioni ideali nelle grotte, che hanno fornito da rifugio per la loro sopravvivenza. Le popolazioni attuali in grotta sarebbero, pertanto, "relitti" di una antica fauna di superficie. Il classico caso è quello di molti animali che colonizzano le grotte temperate settentrionali. Molti degli antenati di questi organismi abitavano in superficie in ambienti freddi e umidi. Nel corso dei periodi interglaciali del Pleistocene, in particolare durante le fasi di riscaldamento, molte di queste specie sarebbero state costrette nelle grotte o sui pendii delle montagne dove le condizioni erano più fresche. Man mano che il riscaldamento continuava, le popolazioni di superficie si sarebbero estinte mentre quelle scese in profondità alla ricerca di condizioni ideali sarebbero sopravvissute.

La teoria della colonizzazione attiva prevede, invece, una colonizzazione graduale delle grotte da parte degli organismi di superficie. Essi avrebbero qui trovato risorse ed una minore competizione rispetto agli habitat più superficiali. Tale ipotesi sostiene, pertanto, una differenziazione determinata dalla graduale riduzione del flusso genetico tra le popolazioni di superficie e quelle sotterranee. Un esempio di colonizzazione attiva è il movimento di alcuni omotteri, che abitano le superfici nei campi di lava delle Hawaii, verso le grotte e le fessure nella lava, dove le radici, di cui si nutrono, rappresentano una risorsa abbondante. In questi casi, la speciazione è proseguita senza l'estinzione delle popolazioni di superficie.

L’evoluzione delle specie sotterranee

(Howarth & Moldovan, 2018)



Gli adattamenti necessari alla sopravvivenza

Per far fronte alle difficoltà che l'ambiente di grotta pone innanzi alla vita, gli animali hanno sviluppato nel corso della loro evoluzione diversi adattamenti, che hanno permesso loro di crescere, nutrirsi e riprodursi, garantendo la continuità della specie anche in questi habitat. Hanno, infatti, attuato diverse strategie di sopravvivenza per ridurre al minimo lo spreco di energie, attraverso l'attivazione di molteplici cambiamenti, comuni anche in specie che vivono in ambienti superficiali difficili.

Tra gli adattamenti più estremi vi è sicuramente quello di sopperire al problema dell'oscurità delle grotte.

L'anoftalmia, ovvero la regressione o la completa perdita degli occhi, così come la depigmentazione, cioè la scomparsa della pigmentazione del corpo, rappresentano le principali forme di adattamento per i veri organismi troglobi.

A questo, si aggiungono la regressione o perdita dei ritmi di attività circadiani e circannuali e la regressione o perdita di tolleranza alla luce UV. In tal modo, queste specie sono riuscite ad affrontare due problemi fondamentali: la perdita di informazioni visive e la riduzione dell'apporto energetico, essendo la luce un mezzo di informazione e una fonte di energia.

Da qui, la necessità di sviluppare altri sistemi per far fronte alla ricerca del cibo e dei partner, oltre che evitare un consumo superfluo di energia, generando modifiche di tipo morfologico (come la perdita delle ali, potenziamento degli organi di senso non visivi, tra cui l'allungamento delle appendici sensoriali e l'aumento dei recettori tattili ed olfattivi…), fisiologico (riduzione del numero delle uova e aumento della loro dimensione, metabolismo ridotto, l'aumento della durata della vita e l'estensione di quella riproduttiva…), comportamentale (tendenza alla polifagia, cambiamenti del comportamento in fase di corteggiamento).

Potenziamento degli organi di senso non visivi

Xi Xian Cave, Guizhou, Cina (foto L. Latella)
(Serena & Latella, 2009)

Anoftalmia

Grotta dei Trovai (157 V/VR) (foto F. Ballarin)
(Serena & Latella, 2009)

Cava Brentani (artificiale V/VR) (foto F. Ballarini)
(Serena & Latella, 2009)

Depigmentazione

Grave Grubbo, Calabria (foto L. Latella)

Grotte del sud della Cina (foto L. Latella)

Grotte dell'Italia settentrionale (foto G. Comotti)
(Serena & Latella, 2009)

Campionamento, prelievo e osservazione

Gli ambienti sotterranei e gli organismi che vi vivono richiedono delle tecniche di analisi che differiscono da quelle tipicamente utilizzate in ambienti superficiali. Inoltre, per le caratteristiche "estreme" degli ambienti sotterranei e la scarsità numerica degli invertebrati più specializzati, il monitoraggio è generalmente molto difficoltoso. Per gli invertebrati terrestri le metodologie di campionamento generalmente più utilizzate sono la raccolta a vista e l'utilizzo di trappole a caduta (2).

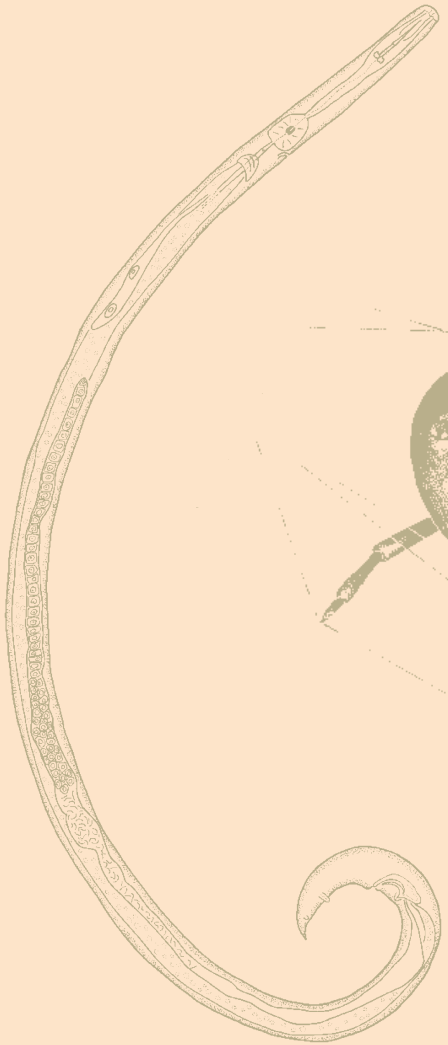
1. Raccolta a vista: Si tratta di una tecnica utilizzata per catturare tante più specie possibili, ma limitando il numero di individui raccolti. Un'ottima vista ed una potente lampada sono necessarie per individuare gli invertebrati, in quanto questi sono spesso lunghi solo pochi millimetri, come nel caso di collemboli e pseudoscorpioni. La ricerca viene eseguita ispezionando le pareti della grotta, il pavimento, gli spazi tra le rocce o sotto di esse, tra i cumuli di detrito organico, sulle radici degli alberi che penetrano dentro la grotta, ecc.

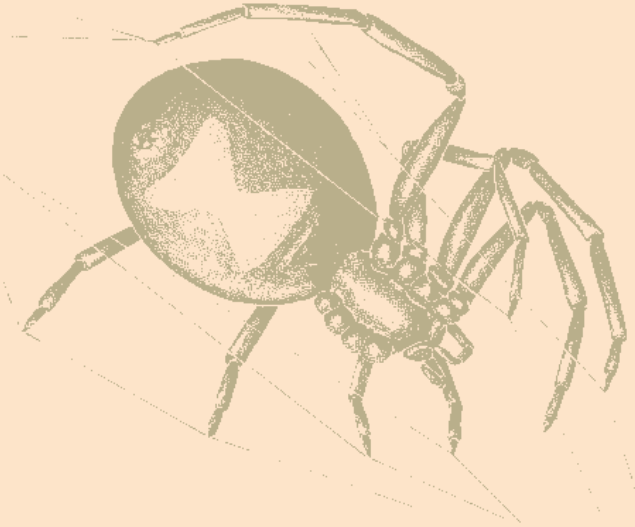
2. Trappole a caduta: si tratta di una tecnica quantitativa in quanto consente di avere una misura approssimativa della numerosità degli individui di ciascuna specie catturata in funzione della loro mobilità. Una trappola a caduta consiste di un bicchiere di dimensioni variabili, di vetro o plastica, che viene interrato fino al margine superiore. Il barattolo contiene all'interno un liquido conservante, solitamente acqua e sale, ed un liquido attrattivo, come ad esempio l'aceto. In alternativa, può essere utilizzata un'esca odorosa, come formaggio o carne. La trappola viene poi coperta, in genere con una pietra, in maniera tale che venga preservata dai vertebrati che potrebbero distruggerla (es. ratti). Il posizionamento di trappole in grotta richiede l'intervento di esperti e in genere viene realizzato solo in ambito scientifico e controllato.

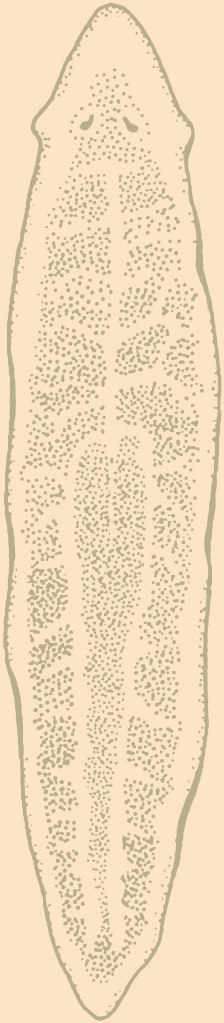
Per gli invertebrati acquatici generalmente si utilizzano dei retini da plancton (3) o delle trappole acquatiche innescate con carne (4).

3. Retino da plancton: Sono dei retini di varia forma e dimensione, con apertura della maglia variabile, a seconda delle esigenze di impiego e degli organismi da catturare. Vengono utilizzati per filtrare l'acqua delle pozze o dei piccoli corsi d'acqua della grotta, previa energica agitazione del detrito a monte.
4. Trappole acquatiche: sono trappole che possono essere costruite utilizzando delle comuni bottiglie di plastica. La parte terminale della bottiglia viene forata e ricoperta da una rete di nylon a maglie strette; questa permetterà l'accesso dell'acqua impedendo la fuoriuscita degli invertebrati dal fondo della bottiglia. Il collo della bottiglia viene tagliato e invertito a formare uno stretto imbuto, facilitando l'accesso degli invertebrati dentro la bottiglia.

GLI ABITANTI DELLE GROTTE







1. PLATELMINTI

Vengono denominati vermi piatti per la loro forma tipicamente appiattita. Comprendono sia forme parassite di animali, come le più note tenie, sia forme non parassite, come i turbellari. Questi ultimi sono noti con il nome di Planarie (tricladi), comprendono specie prevalentemente acquatiche, ma vi appartengono anche alcune specie terricole, legate ad ambienti particolarmente umidi. Si muovono prevalentemente strisciando, ma alcune specie sono in grado di nuotare.

1.1. PLANARIE

Phylum: *Platyhelminthes*
Classe: *Turbellaria*
Ordine: *Tricladida*
Nome comune: planarie, vermi piatti
Dimensioni: alcuni mm fino a poco più di 1 cm

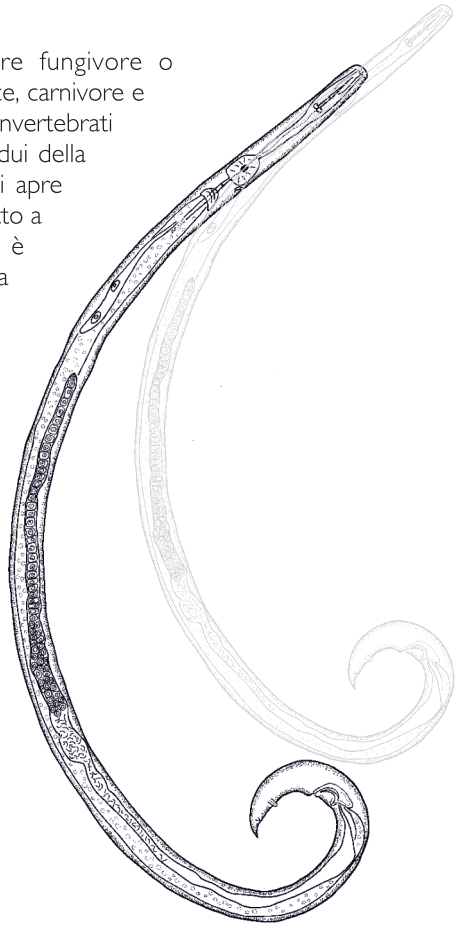
Mostrano un corpo allungato con uno schiacciamento dorso-ventrale che conferisce loro il nome di vermi piatti, distinguendosi così dai Nematodi (vermi cilindrici) e dagli Anellidi (vermi segmentati o metamerici). Il corpo è ricoperto da numerose ciglia, prevalentemente nella parte ventrale. Il capo porta due o più occhi e dei lobi che, in certe specie, conferiscono all'estremità cefalica una forma triangolare.
La bocca si apre sul lato ventrale ed è dotata di una faringe lunga e muscolosa che l'animale estroflette per catturare ed inghiottire le prede. Il cibo viene, quindi, risucchiato nella cavità gastrovascolare. Sono, infatti, in prevalenza predatori di vari invertebrati come piccoli Crostacei, larve di Insetti, Anellidi, Molluschi, Gasteropodi ecc., ma possono anche cibarsi di animali morti. Alcuni (ordine Temnoce-phala) sono dei parassiti esterni dei crostacei e si nutrono principalmente di secrezioni e fluidi corporei dell'ospite.

Possono riprodursi sia sessualmente che asessualmente.
Le Planarie sono diffuse anche negli habitat acquatici sotterranei dell'Europa, Nord Africa e Nord America. Le specie sotterranee sono prive di macchie oculari, pigmenti, e presentano un tasso metabolico ridotto rispetto alle specie che vivono in superficie. Più del 40% delle 350 specie tricladi descritte sono stigobie. Circa 15 specie stigobie sono note per l'Europa.

2. NEMATODI

Superphylum: Protostomia
Clade: Ecdysozoa
Phylum: Nematodi
Nome comune: vermi cilindrici
Dimensioni: da frazioni di millimetro fino a diversi decimetri

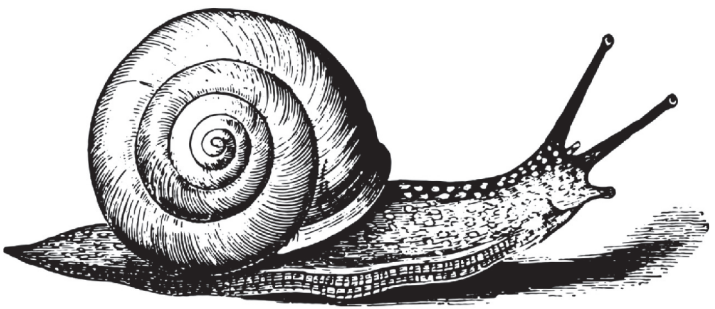
I Nematodi o vermi cilindrici sono tra gli animali più abbondanti sulla Terra. Sono generalmente di piccole dimensioni, ma alcune specie acquatiche possono raggiungere diversi cm di lunghezza.
Sono allungati e solitamente affusolati ad entrambe le estremità, e non presentano appendici. Non hanno un capo definito; la bocca si apre all'estremità anteriore, mentre l'ano si apre ventralmente per la presenza di una coda più o meno lunga. Il corpo è ricoperto da una cuticola elastica e, come negli artropodi, viene periodicamente mutata.
Vivono sia nelle acque che nella frazione acquosa del terreno. Varie specie sono parassite di animali, altre di piante che attaccano prevalentemente a livello delle radici. Alcune specie libere sono erbivore, altre fungivore o batterivore. Altre specie sono, invece, carnivore e si nutrono di microrganismi, piccoli invertebrati e di altri nematodi, compresi individui della stessa specie. L'apparato boccale si apre all'estremità cefalica, più tozza rispetto a quella caudale che è appuntita, ed è variamente conformato a seconda della dieta.
Nel suolo, anche in considerazione del loro elevato numero, sono particolarmente importanti nel controllo della densità delle popolazioni dei microrganismi edafici e, in particolare, di quelle batteriche.
Delle oltre 20 000 specie attualmente note, 295 sono state segnalate in ambiente sotterraneo. Tra le specie considerate prettamente troglobie abbiamo *Mylonchulus cavensis* e *Stenonchulus troglodytes*, entrambe europee, recentemente rinvenute nel suolo.



3. MOLLUSCHI

I Molluschi sono organismi con un corpo a tegumento molle, generalmente protetto da un guscio, o conchiglia, di varia forma, che può essere esterno, interno, o più o meno ridotto. Nel corpo si distinguono quattro regioni: capo, sacco viscerale, piede e mantello.

I Molluschi comprendono varie classi tra le quali spicca quella dei Gasteropodi, la classe che ha avuto il maggior successo evolutivo e che comprende oltre 70.000 specie capaci di colonizzare quasi ogni ambiente del globo.



3.1. GASTEROPODI

Phylum: Mollusca

Classe: Gasteropoda

Nome comune: chiocciola, lumaca

Dimensioni: da 1 mm a oltre 20 cm

I Gasteropodi hanno una conchiglia prevalentemente avvolta a spirale tutticolata o a spirale piana. Il capo, ben evidente, può portare una o due coppie di tentacoli: quelli più lunghi recano all'apice organi sensibili alla luce, quelli più corti sono sede di organi olfattivi e gustativi. Tutti i Gasteropodi hanno il piede, organo provvisto di una robusta muscolatura, impiegato per il movimento.

Le specie terrestri comprendono gli Stylommatophora (Polmonati) e alcuni Prosobranchi terrestri.

Gli Stylommatophora possiedono due paia di tentacoli; all'estremità del paio superiore hanno gli occhi, gli inferiori possono essere poco evidenti.

Esistono specie onnivore ma anche specie con dieta esclusivamente erbivora o carnivora. L'apparato boccale dei Gasteropodi è dotato di radula, una sorta di lingua rivestita di robusti dentelli che viene estroflessa per strappare e raspare il cibo.

Tra i molluschi, solamente i gasteropodi ed i bivalvi hanno colonizzato gli ambienti ipogei e le acque sotterranee. I Gastropodi, in particolare, comprendono circa 80 specie tra quelle considerate prettamente troglobie o troglofile. Questi appartengono all'ordine dei Pulmonata e tra gli adattamenti alla vita terrestre vi sono l'assenza di un opercolo e una porzione della cavità del mantello modificata per la respirazione.

Le specie prettamente sotterranee in genere includono specie carnivore come la lumaca troglobia *Troglolestes sokolovi* del Caucaso e diversi *Oxychilus* troglofili, quest'ultimi ampiamente diffusi in Italia. In Italia le specie troglobie vere e proprie sono rappresentate solo dal genere *Zospeum*. Esso comprende specie dalla conchiglia di piccole dimensioni, che non supera i 2 mm. Vivono nelle zone più umide, anche all'interno di fessure, raschiando le pareti.

4. ANELLIDI

Gli Anellidi sono vermi cilindrici caratterizzati dall'avere un corpo suddiviso in tanti segmenti o metameri con forma ad anello. La suddivisione del corpo non è solo superficiale, ma si riflette anche internamente ad esso. Nelle acque dolci vivono i rappresentanti delle classi degli Oligocheti e degli Irudinei. Nel suolo sono presenti prevalentemente gli Oligocheti, tra i quali predominano i Lumbricidi, i comuni lombrichi.

4.1. OLIGOCHETI

Phylum: Annelida
Classe: Clitellata (=Oligochaeta)
Nome comune: lombrico
Dimensioni: da 2 mm a oltre 1 metro

La Classe degli Oligocheti include specie acquatiche e terrestri, a vita fossoria, caratterizzate da metameria ben sviluppata e setole poco numerose sulla parete del corpo. Nel periodo riproduttivo, presentano un ingrossamento anulare detto clitello; esso secerne una sostanza vischiosa che consente di mantenere strettamente uniti gli individui durante l'accoppiamento. Tutti gli Oligocheti sono ermafroditi, presentano, infatti, segmenti maschili e femminili distinti.

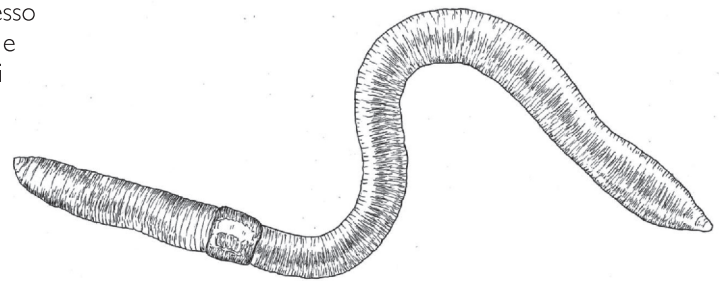
Gli Oligocheti ingeriscono continuamente la terra scavata, dalla quale estraggono il detrito organico digeribile. La loro attività di scavo è in genere benefica per il terreno, che viene rimescolato e aerato.

Gli Oligocheti sono comuni anche nelle acque sotterranee di tutto il mondo e sono rinvenuti in tutti i continenti tranne l'Antartide. Mostrano scarso adattamento morfologico alla vita sotterranea.

Quasi tutte le specie di oligocheti, sia in acque superficiali che sotterranee, hanno pochi pigmenti corporei o visivi e quindi non ci sono evidenti caratteristiche troglomorfe. Come gruppo sono quindi preadattati alla vita sotterranea e possono inoltre sopportare bassi livelli di ossigeno, caratteristica spesso presente nelle acque interstiziali, dove si nutrono di una varietà di microrganismi.

Alcune specie hanno anche la capacità di formare cisti per sopravvivere a periodi di disseccamento che possono verificarsi in epicarso e pozze di grotte. Infatti la distinzione tra habitat di superficie e sotterranei non è netta per gruppi come Lumbriculida e Tubificida.

Poche specie si trovano in habitat ben illuminati e molte vivono in un substrato ricco di ghiaie e sedimenti più fini. Sono poco studiati al di fuori dell'Europa in quanto pongono diversi problemi ai tassonomi interessati alle specie sotterranee. Di solito sono richieste speciali tecniche di raccolta e conservazione e quindi spesso non sono inclusi negli studi faunistici.



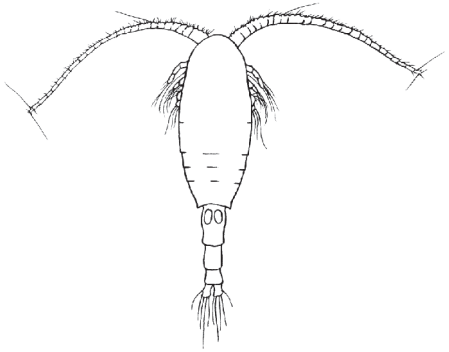
5.CROSTACEI

I Crostacei sono organismi prevalentemente acquatici, in prevalenza marini. Il capo, spesso fuso col torace, porta 2 paia di antenne, tre paia di appendici boccali (un paio di mandibole e due paia di mascelle) e occhi composti; il torace talora è protetto da una sorta di corazza, il carapace. Torace e addome portano varie appendici.

5.1. COPEPODI

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Classe: Hexanauplia
Sottoclasse: Copepoda
Nome comune: copepode
Dimensioni: da 0,2 a 17 mm

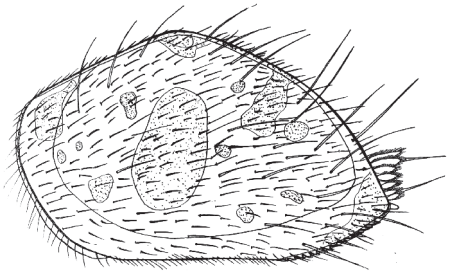
I Copepodi sono piccoli crostacei acquatici che abitano ecosistemi caratterizzati da una vasta gamma di salinità, dall'acqua dolce a quella ipersalina, trovandosi praticamente ovunque ci sia acqua, dalle grotte sotterranee alla lettiera sul suolo, dai ruscelli, fiumi, laghi, all'oceano aperto. Presentano un corpo diviso in tre regioni: cefalotorace, torace e addome. Hanno il primo paio di antenne molto allungate e utilizzate sia per il galleggiamento sia per bilanciare il corpo. La parte posteriore del corpo dotata di lunghe setole serve invece da timone. Nuotano grazie alle 5 paia di zampe toraciche biforcute. Alcuni si muovono invece strisciando nel fango.
Generalmente trasportano le uova che possono essere riunite in un'unica massa sotto l'addome oppure a formare due sacchetti distinti. Si nutrono predando piccoli invertebrati ma non disdegnano gli animali morti e possono ingerire anche alghe, batteri e detriti organici in genere.
I Copepodi sono una componente importante della fauna di quasi tutti gli habitat di acqua dolce, sia di superficie che sotterranei. Due ordini di copepodi (Cyclopoida e Harpacticoida) sono i più importanti negli habitat delle acque sotterranee. Questi minuscoli crostacei di tutti gli habitat sotterranei, di dimensioni variabili da 0,3 a 2,0 mm, sono stati trovati ovunque siano stati ricercati, in tutti i continenti. In alcuni habitat, in particolare, l'iporreico e l'epicarso, sono dominanti sia numericamente che per ricchezza di specie.
Le caratteristiche morfologiche che presentano le specie adattate ad una vita sotterranea includono occhi e pigmenti ridotti o assenti, uova più grandi ed in numero inferiore. Per le specie interstiziali, la miniaturizzazione e la riduzione della segmentazione, e anche del numero di appendici, è una caratteristica comune. Presumibilmente questi cambiamenti morfologici aiutano nella capacità dei copepodi di muoversi e divincolarsi negli interstizi dell'habitat.



5.2. OSTRACODI

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Classe: Ostracoda
Nome comune: ostracode
Dimensioni: da 0,5 a 2,5 mm

Gli Ostracodi sono Crostacei bivalvi racchiusi in una conchiglia a due valve di natura calcarea che avvolge completamente

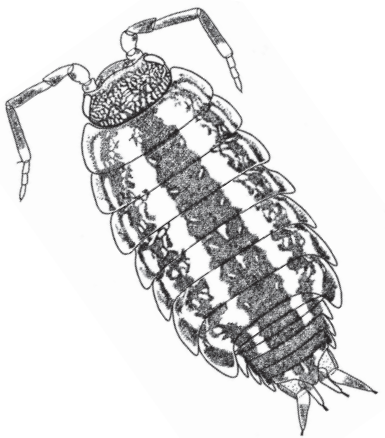


il corpo, ricca esternamente di setole. Nei periodi sfavorevoli, come nel caso di prosciugamento delle pozzanghere, si richiudono ermeticamente entro il guscio in attesa di tempi migliori.
Vivono generalmente in prossimità dei fondali, dove si spostano per lo più camminando sui detriti e sulle piante acquatiche, anche se possono nuotare grazie alle antenne che spuntano dal guscio. Si nutrono di detriti vegetali presenti nel fango, di organismi morti, di alghe e di batteri.
Grazie alla presenza di una conchiglia di natura calcarea sono note diverse tracce fossili di questi organismi, le più antiche delle quali risalgono al Cambriano. Per tale ragione, sono considerati ottimi indicatori stratigrafici, cioè consentono una datazione relativa delle rocce su cui sono depositati.

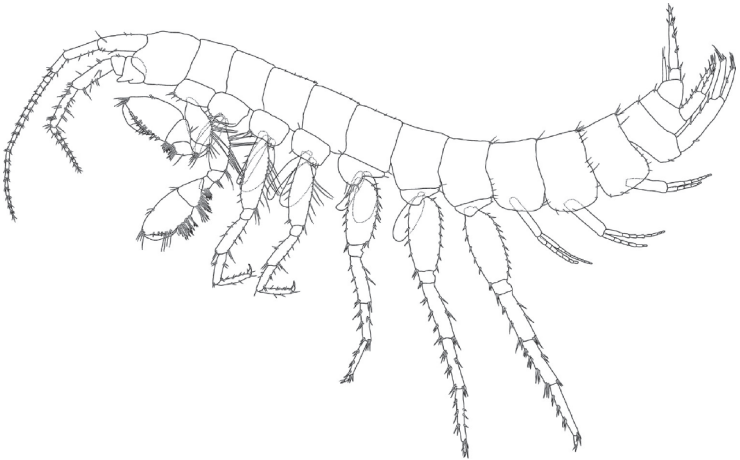
Gli ostracodi sono diffusi negli habitat marini e di acqua dolce di tutto il mondo, compresi quelli sotterranei. Oltre 300 specie, per lo più nell'ordine Podocopida sono stigobie. Sono più comuni negli habitat interstiziali che nelle grotte. Le specie stigobiotiche sono tipicamente senza occhi e senza pigmenti, con setole ridotte sugli arti, e spesso di dimensioni ridotte. Le differenze morfologiche complessive tra le specie stigobiotiche e le specie superficiali di ostracodi sono generalmente abbastanza nette.

5.3. ISOPODI

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Classe: Malacostraca
Ordine: Isopoda
Nome comune: porcellino di terra, porcellino di Sant'Antonio o onisco
Dimensioni: da 2 a 20 mm
Gli Isopodi sono un Ordine che comprende oltre 10.000 specie e che rappresenta il gruppo di crostacei di maggior successo. Hanno un corpo compresso dorso-ventralmente di dimensioni variabili e distinto in tre regioni: capo, mesosoma e metasoma. Il capo è provvisto di occhi, due paia di antenne e un paio di piedi mascellari; il mesosoma di regola ha 7 paia di piedi locomotori, modificati nelle femmine; il metasoma è di 6 segmenti, di cui l'ultimo grande comprendente il telson, provvisti di appendici natatorie (Pleopodi) funzionanti anche per la respirazione.
Gli Isopodi acquatici sono rappresentati dagli Asellidi, quelli terrestri dagli Onischi e dagli altri Oniscoidei a cui appartengono i cosiddetti "porcellini di terra", unici rappresentanti dei crostacei del suolo.
Si distinguono per il corpo appiattito dorso-ventralmente e sono dotati di 7 paia di



zampe toraciche atte a camminare e due appendici bifide all'estremità caudale. I "porcellini di terra" vivono nello strato della lettiera, nutrendosi principalmente di detriti vegetali. Gli Asellidi, che prediligono le acque ferme, si cibano di detrito organico.
Le specie adattate alla vita di grotta note sino ad oggi sono oltre 350. Alcune specie troglobie mostrano brevi appendici, occhi ridotti o assenti, assenza di pigmento e piccole dimensioni. In Europa sono ben rappresentati nel genere Trichoniscoides e in misura minore Armadillidiidae.



5.4. ANFIPODI

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Classe: Malacostraca
Nome comune: anfipode
Dimensioni: da 2 a 30 mm

Gli anfipodi rappresentano uno dei gruppi più diversificati e diffusi tra i crostacei. Hanno un corpo compresso lateralmente ed inarcato. La maggior parte delle specie vive sui fondali marini a tutte le latitudini, dai poli all'equatore: esistono anche forme planctoniche negli oceani. Diverse specie vivono anche in acque del tutto dolci. Gli anfipodi terrestri vivono solo in ambienti umidi, come le spiagge o le lettiere del sottobosco. Vi appartengono i Gammaridi, simili a piccoli gamberetti che vivono per lo più in acqua corrente dove si spostano nuotando agilmente. Prevalentemente detritivori, si nutrono di resti sia vegetali sia animali.
In ambiente sotterraneo, gli anfipodi sono caratterizzati dalla mancanza di occhi e pigmentazione del corpo e da una diversità di dimensioni del corpo e delle appendici a seconda dell'habitat delle acque sotterranee che occupano. Hanno anche una vita più lunga e depongono uova generalmente più grandi. Gli anfipodi delle acque sotterranee appartengono a 32 famiglie; tra i generi più specifici ci sono *Niphargus*, *Stygobromus*, *Metaniphargus*, *Bogidiella*, *Pseudoniphargus*, *Ingolfiella*, *Gammarus*, *Salentinella*, *Metacrangonyx*, *Paramelita*, ecc.
Due vaste regioni sono particolarmente ricche di anfipodi, vale a dire una regione che comprende il Nord America orientale e meridionale e le Indie occidentali e la regione mediterranea dell'Europa. Le specie *Niphargus* sono utilizzate in biospeleologia come modelli per studi filogeografici ed evolutivi.

6. ARACNIDI

Gli Aracnidi sono una classe di Artropodi con oltre 100.000 specie viventi conosciute. Hanno un corpo suddiviso in due regioni, prosoma (regione anteriore cefalotoracica) e opistosoma (che corrisponde all'addome), sono privi di antenne e dotati di 4 paia di zampe.

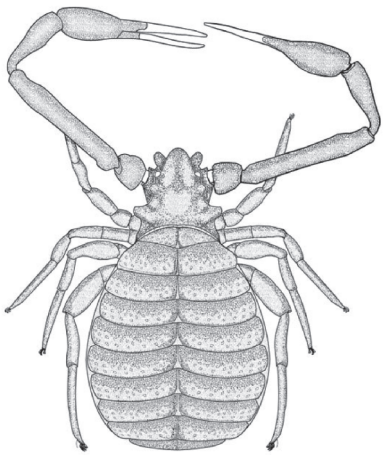
Comprendono gli Scorpioni (dotati di aculeo), gli Pseudoscorpioni (privi di aculeo), i ragni appartenenti agli ordini degli Araneidi (con prosoma unito all'opistosoma mediante un peduncolo) e degli Opilionidi (ragni con zampe lunghe e sottili, senza separazione tra prosoma e opistosoma) e gli Acari con corpo per lo più globoso.

6.1. PSEUDOSCORPIONI

Phylum: Arthropoda
Classe: Arachnida
Ordine: Pseudoscorpiones
Nome comune: falsi scorpioni
Dimensioni: da 1-2 a 6 mm

Gli Pseudoscorpioni sono un ordine di Aracnidi simile agli scorpioni (da cui il nome) per le grosse chele (o pinze dei palpi) protese in avanti. Hanno un corpo tozzo e appiattito, addome (di 11 segmenti) ovale o allargato posteriormente, che si continua con il prosoma senza strozzatura; i cheliceri, piccoli e a tenaglia, portano all'estremità un'appendice (galea) in cui sbocca una ghiandola sericigena. Come con altri aracnidi, gli pseudoscorpioni hanno quattro paia di zampe.

Vivono sotto le pietre o le cortecce, fra i muschi, alcuni sono cavernicoli. Si nutrono di piccoli invertebrati e il loro apparato boccale include un paio di cheliceri. Usano i loro pedipalpi per catturare la preda e iniettare loro veleno. Gli enzimi digestivi vengono quindi secreti nella preda e il contenuto corporeo liquefatto viene risucchiato. Un altro uso per i pedipalpi è quello di afferrare e aggrapparsi a un insetto o uccello più grande ed essere trasportato in una nuova posizione. Questo mezzo di dispersione è noto come foresi, o colloquialmente come autostop.



Il maschio depone sul terreno una spermatofora peduncolata e aiuta la femmina a introdurla nell'apertura genitale. Le uova sono incubate dalla femmina in una tasca membranosa, i piccoli sgusciano in stadi precoci (protoninfa).

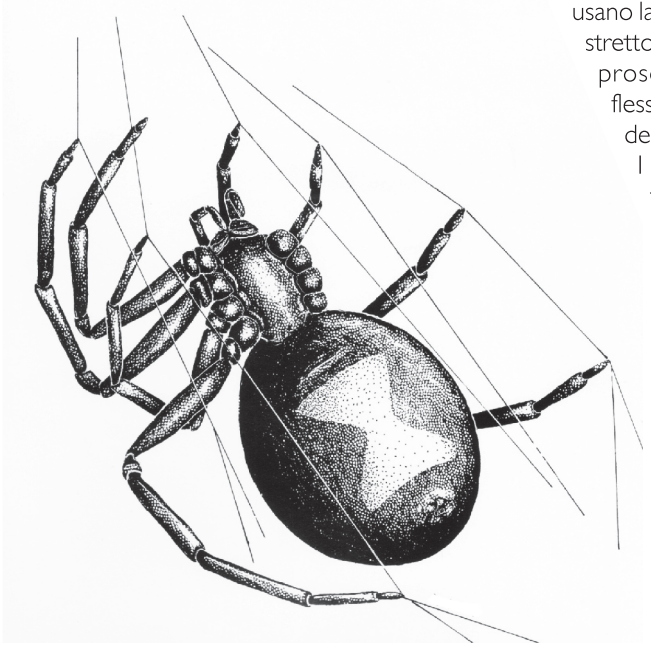
Sono note circa 400 specie troglobie appartenenti a 15 famiglie su un totale di 3.000 specie. Si trovano sia nelle zone tropicali che temperate e alcune famiglie (Chernetidi) sono associate al guano dei pipistrelli.

Le grotte negli Stati Uniti rivaleggiano con quelle dell'Europa per ricchezza di specie, a differenza di altri gruppi, come i Coleotteri, dove le faune sotterranee europee sono più diverse.

6.2. ARANEI

Phylum: Arthropoda
Classe: Arachnida
Ordine: Araneae
Nome comune: ragni
Dimensioni: da 1 mm a 10 cm

Gli Araneae rappresentano certamente l'ordine di aracnidi maggiormente conosciuto, con oltre 47.000 specie in circa 4033 generi e 113 famiglie. In Italia sono note oltre 1400 specie, 200 delle quali sono state rinvenute in grotta. Gli Aranea, noti comunemente come ragni, hanno otto zampe ed il corpo suddiviso in due segmenti. Il primo segmento del corpo del ragno, chiamato cefalotorace, contiene gli occhi, le ghiandole velenigene, le zampe e i denti veleniferi. Il secondo segmento, chiamato addome, contiene il resto degli organi interni, più le seritterie e le filiere (da cui il ragno lancia il filo per tessere la propria ragnatela).



I ragni sono tra i pochissimi animali che usano la seta per tutta la vita. Un peduncolo stretto (il peduncolo) unisce l'addome al prosoma, consentendo una grande flessibilità e un preciso orientamento delle filiere addominali.

I ragni sono importanti predatori in tutti gli ecosistemi terrestri, tengono sotto controllo le popolazioni di alcuni insetti mentre diventano essi stessi cibo per altri predatori a monte della catena alimentare.

I ragni, che hanno colonizzato la maggior parte degli habitat terrestri, sono un importante elemento faunistico nelle grotte e negli altri ambienti sotterranei. Mentre sono secondi agli acari negli strati del suolo e nel guano, i ragni sono i principali predatori negli habitat parietali. A livello mondiale, si stimano circa 1000 specie legate all'ambiente sotterraneo, in almeno 48 famiglie.

Le regioni temperate settentrionali sono le più ricche di ragni sotterranei, ma il recente incremento di attività di ricerca e campionamento nei tropici potrebbe cambiare la storia.

I ragni troglomorfi mostrano i tipici cambiamenti morfologici associati alla vita sotterranea: occhi e pigmentazione ridotti e allungamento delle appendici. Molte delle specie sono minuscole, con corpi di lunghezza inferiore a 2 mm, come quelle della famiglia Linyphiidae. Molti sono predatori liberi, altri invece costruiscono ragnatele. La maggior parte dei ragni troglobi appartiene a generi o almeno famiglie che hanno specie che abitano in superficie nella stessa area geografica, suggerendo che la maggior parte dei ragni sotterranei non appartiene a gruppi filogeneticamente antichi.

6.3. OPILIONI

Phylum: Arthropoda
Classe: Arachnida
Ordine: Opiliones

Nome comune: opilioni

Dimensioni: Il corpo è in genere compreso tra 1 e 7 mm, sebbene alcune specie superino i 20mm. La lunghezza delle zampe può superare i 160 mm.

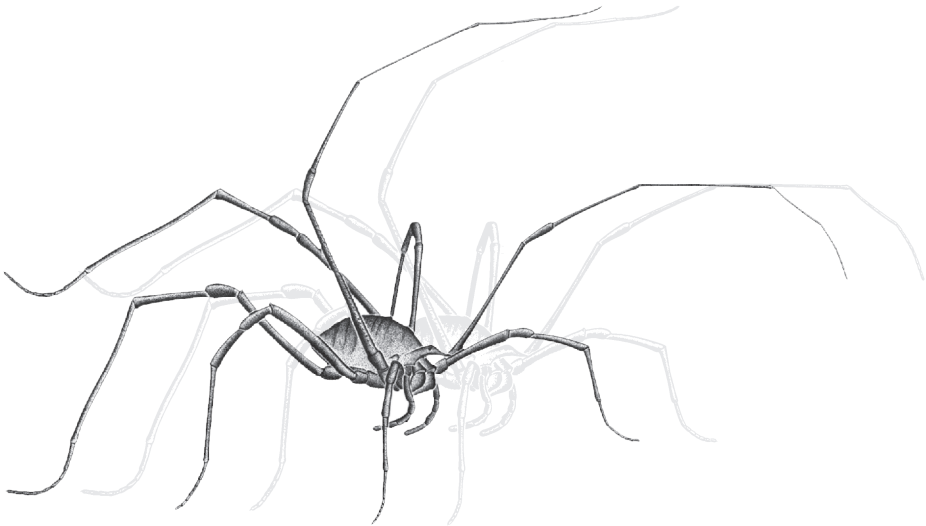
Gli Opilionidi sono un ordine di Aracnidi noti per le loro zampe eccezionalmente lunghe rispetto alle dimensioni del corpo. A causa della loro somiglianza con i loro "cugini" più famosi dell'ordine Araneae, una delle loro designazioni popolari è quella di "falso ragno".

Essi differiscono dai ragni in quanto le due sezioni principali del corpo (il cefalotorace e l'opistosoma) sono sostanzialmente unite in una struttura a forma ovale. Inoltre non dispongono di ghiandole della seta o velenifere. Il secondo paio di zampe è più lungo rispetto agli altri e sono utilizzate anche come antenne.

Gli opilioni sono tra gli aracnidi più antichi e i reperti fossili dimostrano che il gruppo è rimasto quasi invariato morfologicamente per un lungo periodo. Alcune loro caratteristiche uniche, come le trachee accoppiate, il pene, l'ovopositore e le aperture delle ghiandole odorifere, sono già state osservate in fossili del Devoniano, a dimostrazione che il gruppo ha vissuto sulla terraferma e che i maschi hanno trasferito i gameti direttamente alle femmine già 400 milioni di anni fa.

Gli opilioni sono infatti considerati una delle forme più primitive di aracnidi, forse strettamente imparentata con scorpioni, pseudoscorpioni e solifugi.

Ci sono oltre 80 Opilioni troglobi conosciuti in tutto il mondo su un totale di 5.500 specie sparse in grotte e habitat sotterranei. Sono predatori, soprattutto di Collemboli, e rappresentano delle componenti importanti delle comunità sotterranee, non solo nelle ricche regioni dell'Europa e del Nord America, ma anche negli Stati Uniti occidentali, in Australia e in Nuova Zelanda.



7. INSETTI

Gli insetti sono artropodi mandibolati e tracheati con tre paia di zampe e un solo paio di antenne. Presentano un capo indipendente dal torace e possiedono, oltre alle antenne, un apparato boccale composto esternamente dal labbro superiore (labrum), da un paio di mandibole, da un paio di mascelle e dal labbro inferiore (labium). Questa struttura consente loro di masticare, succhiare, leccare o tritare. Sono presenti anche degli occhi che possono essere composti, costituiti da molte sfaccettature ("ommatidi"), o semplici ocelli. Il torace è formato da tre segmenti, ciascuno dei quali porta un paio di zampe articolate, e queste ultime possono portare ali o organi simili. L'addome consiste nella maggior parte delle specie di undici segmenti e contiene i visceri principali.

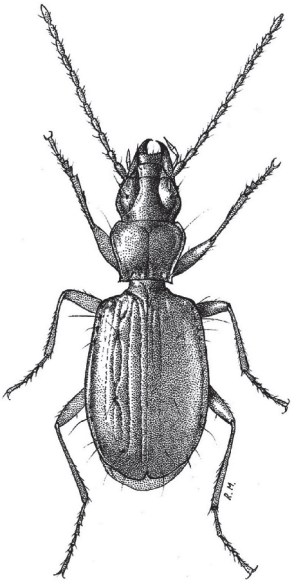
7.1. COLEOTTERI

Phylum: Arthropoda
Classe: Insecta
Ordine: Coleoptera
Nome comune: coleotteri
Dimensioni: da 1 mm a 15 cm

Rappresenta il più grande ordine della classe Insecta con oltre 250.000 specie descritte. È presente un'ampia gamma di diversità in questo ordine per quanto riguarda le dimensioni, i caratteri morfologici, la biologia e il comportamento. Tuttavia, l'ordine è tipicamente caratterizzato da un paio di elitre, ali anteriori sclerificate (ispessite) e un paio di ali posteriori membranose. Hanno un apparato boccale masticatore che può essere leggermente modificato per varie funzioni. I coleotteri si trovano in quasi tutti i tipi di habitat, dal deserto ai sistemi acquatici, e si nutrono di vari materiali vegetali e animali.

I coleotteri si trovano in quasi tutti i climi e le latitudini, tranne in ambienti estremi come quelli dell'Antartide e alle quote più elevate. Si trovano sulle isole subantartiche, vicino agli estremi settentrionali dell'Artico e su molte cime montuose. Sebbene molte specie si trovino in ambienti temperati, il numero di specie è maggiore nei tropici.

Ci sono più specie troglobie di coleotteri di qualsiasi altro ordine di invertebrati. Sono note più di 2.100 specie e queste hanno diversi ruoli ecologici, incluso quello di predatori (Carabidae e Pselaphidae), mangiatori di detriti (Cholevidae) e mangiatori di guano (Tenebrionidae). Due famiglie, Carbabidae e Cholevidae, rappresentano oltre l'80% del totale.



Sebbene i coleotteri troglobi siano conosciuti da quasi tutte le regioni del mondo, quasi il 70% delle specie sono note dall' Europa e dalla regione mediterranea.

I coleotteri che si adattano alla vita sotterranea presentano una serie di caratteristiche ben precise, tra cui un corpo più compatto, la presenza di appendici molto allungate, la perdita di ali e di conseguenza l'incapacità di volare, occhi e pigmentazione ridotti o assenti. Per tale ragione, i coleotteri troglobi sono un ottimo esempio di evoluzione convergente, cioè si tratta di specie che pur non imparentate tra loro e geograficamente distanti, evolvono caratteristiche piuttosto simili, in quanto sottoposte a forze di selezione simili.

8. MIRIAPODI

I Miriapodi hanno il corpo generalmente allungato e formato da numerosi segmenti. Vivono nei luoghi umidi, sotto le pietre e nello strato del suolo ricco di materiale vegetale in decomposizione. Sono dotati di apparato boccale masticatore e si nutrono di detriti vegetali o catturano attivamente le prede.

8.1. CHILOPODI

Phylum: Arthropoda

Classe: Chilopoda

Nome comune: centopiedi

Dimensioni: Le specie che abitano nelle zone temperate del globo sono solitamente di piccole dimensioni (fino a 10 cm) mentre quelle che popolano le zone equatoriali umide possono superare i 30 cm.

Sono noti comunemente come "centopiedi", differiscono dagli altri Miriapodi per il corpo più appiattito e per avere 1 solo paio di zampe per segmento. Il primo paio di zampe (forcipule) porta ghiandole velenifere utilizzate per paralizzare le prede. Ai due lati della testa si trovano 4 occhi semplici (ocelli) e un paio di antenne filiformi ben visibili.

Contrariamente al loro nome questi animali possono avere un numero di zampe che varia da meno di 20 a oltre 300. Le zampe sono poste lateralmente e i movimenti sono molto rapidi.

Fondamentalmente tutti i chilopodi sono predatori terrestri, che evitano la luce e mostrano una netta preferenza per i microhabitat umidi. Trascorrono la giornata sotto sassi, corteccia e lettiera o all'interno del suolo ed escono per la caccia durante la notte.

Sulla base della modalità di locomozione, vengono distinti tre ecomorfotipi di Chilopodi. Il primo prevalentemente scavatore rappresentato dai Geophilomorpha e dall'aspetto vermiforme. Un tipo intermedio rappresentato dagli Scolopendromorpha: possono raggiungere una velocità di corsa relativamente elevata, ma hanno anche sviluppato una tecnica speciale per scavare, che consente loro di produrre sistemi di cunicoli profondi e ramificati, in cui si ritirano durante i periodi caldi e secchi. Infine, il tipo più adattato alla corsa, rappresentato dai Lithobiomorpha e dagli Scutigeromorpha. Con il loro corpo appiattito, i Lithobio-morpha vivono preferenzialmente nella lettiera e nello strato superficiale del suolo, penetrando spesso in piccole e piatte cavità e riparandosi sotto pietre e cortecce. Le specie di Scutigeromorpha, che cacciano per lo più su superfici aperte, sono capaci di una corsa più veloce.

I Chilopodi hanno colonizzato gli habitat sotterranei principalmente nell'Europa temperata. La maggior parte delle specie troglobie appartiene all'ordine dei Lithobiomorpha. Alcune specie troglobi , come *Lithobius matulicii* della Bosnia-Erzegovina,

hanno più di 100 segmenti nelle loro antenne (Fig. 3.9). Le grotte nei Pirenei della Spagna e della Francia sono un hot-spot ricco di specie di millepiedi, con 20 specie. Il resto d'Europa ha altre 20 specie. Al contrario, solo una specie di millepiedi è nota nelle grotte nordamericane.

8.2. DIPLOPODI

Phylum: Arthropoda

Classe: Diplopoda

Nomi comuni: millepiedi

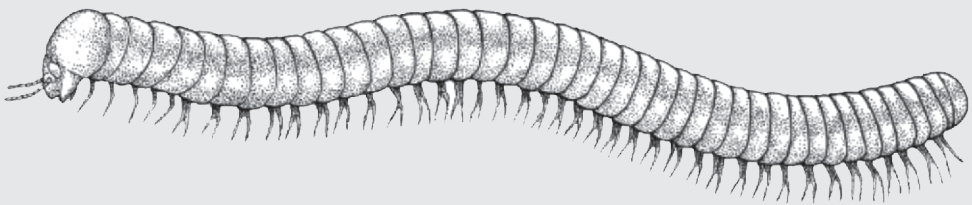
Dimensioni: da 2 mm a 35 cm

Sono noti comunemente come "millepiedi". Hanno un corpo protetto da un tegumento rigido, cilindrico e suddiviso in numerosi segmenti (o metameri), ciascuno dei quali porta 2 paia di zampe. Ogni metamero deriva dalla fusione di una coppia di segmenti. Sono dotati di un paio di antenne semplici. Vivono in ambienti umidi particolarmente ricchi di detriti vegetali in decomposizione di cui principalmente si nutrono, contribuendo alla decomposizione della lettiera e delle ceppaie marcescenti. Sono infatti adattati per tagliare e masticare materiale solido, come legno o foglie morte. Nella loro alimentazione rientrano talora anche resti animali. Alcune specie si rendono a volte dannose alle colture in quanto possono attaccare radici, bulbi e il colletto delle giovani piantine.

Appartengono a questa classe gli Oniscomorfi, di aspetto molto simile ai porcellini di terra (Crostacei Isopodi).

I millepiedi sono spesso numericamente dominanti nelle grotte temperate e tropicali, generalmente presenti in gran numero intorno a fonti di cibo come animali morti. Non è raro vedere decine di millepiedi, troglobi o non, in una piccola area di una grotta. In Nord America sono dominanti i Chordeumatida, con quasi 50 specie troglobie. In Europa, entrambi gli ordini Chordeumatida e Julida sono comuni nelle grotte.

Diverse specie di Julida hanno parti della bocca modificate per nutrirsi dei batteri dalle superfici e per filtrare il particolato organico dall'acqua. Di conseguenza, sono capaci di vita anfibia in quanto si rinvengono spesso in pozze e ruscelli. I millepiedi troglobi tendono ad avere zampe e antenne allungate e in alcune specie la cuticola si presenta fortemente ridotta e fragile. Rispetto alle specie di superficie, i millepiedi troglobi tendono ad avere meno segmenti corporei e corpi più corti.



SPECIE IDENTIFICATE A PERTOSA-AULETTA

1. Cryptops croaticus (Verhoeff, 1931)
Phylum: Arthropoda
Classe: Chilopoda
Ordine: Scolopendromorpha
Famiglia: Cryptopidae
Distribuzione: Albania, Austria, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croazia, Grecia, Italia (escluse Sardegna e Sicilia), Romania, Slovenia, Serbia
Specie edafica, lapidicola e troglofila. Si tratta di una specie che si rinviene comunemente sotto le rocce (lapidicola) o in grotta (troglofila). È priva di occhi, caratteristica dei Chilopodi del genere *Cryptopidae*.

2. *Callipus foetidissimus* (Savi, 1819)
Phylum: Arthropoda
Classe: Diplopoda
Ordine: Callipodida
Famiglia: Callipodidae
Distribuzione: Italia (Campania), Francia (Corsica)
Specie termofila (che ama temperature calde) che si rinviene spesso su lettiera di boschi, come quelli di castagno, tra le rocce o sotto di queste. Si rinviene inoltre frequentemente in cave, in grotte naturali e artificiali.

3. *Kryptonesticus eremita* (Simon, 1880)
Phylum: Arthropoda
Classe: Arachnida
Ordine: Araneae
Famiglia: Nesticidae
Distribuzione: Europa, Turchia. Specie invasive in Nuova Zelanda.
Si tratta di una specie troglofila con un certo grado di depigmentazione. Si rinviene comunemente in grotta e in cavità artificiali come tunnel, catacombe, pozzi e cantine.
Nonostante non si tratti di una specie altamente specializzata alla vita sotterranea, si rinviene spesso in cavità artificiali e naturali.

4. *Meta bourneti* (Simon, 1922)
Phylum: Arthropoda
Classe: Arachnida
Ordine: Araneae
Famiglia: Tetragnathidae
Distribuzione: Europa, Georgia, Nord Africa
Si tratta di un ragno di grandi dimensioni, soprannominato per questo "gigante buono". "Gigante" perché raggiunge i 60-70 mm (zampe comprese), "buono" perché solitamente poco aggressivo.
Nonostante non si tratti di una specie altamente specializzata alla vita in grotta, si rinviene spesso in cavità artificiali e naturali (specie troglofila). Si trova prevalentemente nelle regioni meridionali d'Europa, in quanto preferisce temperature più calde, al contrario del suo più stretto parente, il *Meta menardi*, che preferisce invece grotte con temperature più fredde e pertanto si rinviene nelle aree più settentrionali del continente. Si tratta di una specie troglofila.

5. *Niphargus poianoi salernianus* (Karaman, 2015)
Phylum: Arthropoda
Classe: Malacostraca
Ordine: Amphipoda
Famiglia: Niphargidae
Distribuzione: Europa, Georgia, Nord Africa
Niphargus poianoi salernianus (Karaman, 2015) è un Anfipode di circa 8-9 mm noto per alcune grotte dei Monti Alburni, inclusa la grotta di Pertosa-Auletta. Si tratta di una

sottospecie affine *Niphargus poianoi poianoi* (Karaman, 1988), precedentemente descritta per l'Emilia Romagna, dalla quale però si differenzia per alcuni tratti morfologici. E' una specie troglobia.

6. *Dolichopoda geniculata (Costa, 1860)*
Phylum: Arthropoda
Classe: Insecta
Ordine: Orthoptera
Famiglia: Rhaphidophoridae
Distribuzione: ampiamente diffusa in Italia, nell'Appennino centro-meridionale (Lazio, a sud del Tevere, Abruzzo, Campania, Basilicata e Calabria, versante sud del Pollino).
Insetto privo di ali, con il corpo convesso dorsalmente, gli arti piuttosto sviluppati da cui deriva il nome e le antenne lunghe una volta e mezzo il corpo. È una specie non strettamente obbligata alla vita nelle grotte, ma in esse compie le principali fasi del ciclo biologico (troglofila).

COPYRIGHT FOTOGRAFICI

Specie identificate nelle Grotte di Pertosa-Auletta

1.Cryptops sp.
© Benjamin Silva Ahumada - www.inaturalist.org - CC BY-NC 4.0

2.Callipus foetidissimus
© Duborget Robin - www.galerie-insecte.org - CC BY NC

3.Kryptonesticus eremita
© Marcelli Massimiliano - www.commons.wikimedia.org - CC-BY-SA-3.0

4.Meta bourneti
© Kaloust Paragamian - www.inaturalist.org - CC BY-NC 4.0

5.Niphargus poianoi salernianus
© Luisa Auletta & Mauro Rampini - Auletta et al., 2017

6.Dolichopoda geniculata
© Luca Tringali - wwwinaturalist.org - CC BY-NC 4.0

Copyright schede invertebrati

1.1. Planaria
No copyright

2. Nematodi
Davies et al. 2020

3.1. Gasteropodi
No copyright

4.1. Anellidi
No copyright

5.1. Copepodi
Ohman et al. 1998

5.2. Ostracodi
© 2020 Brandão, Simone Nunes - http://www.marinespecies.org/

5.3. Isopodi
Leistikow, 2001

5.4. Anfipodi
Lee et al. 2020

6.1. Pseudoscorpioni
© Palaeontologia Electronica – www.palaeo-electronica.org

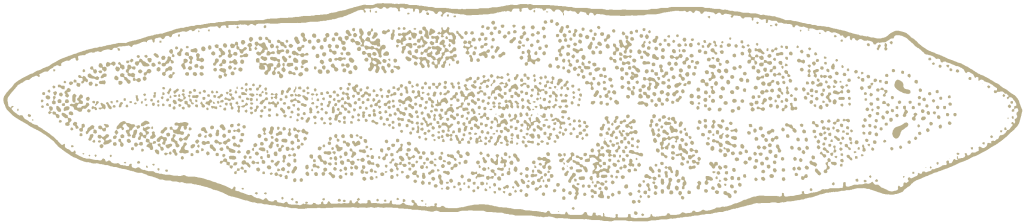
6.2. Aranei
© F. Wood - www.insectdrawings.umd.edu

6.3. Opilioni
Garwood et al. 2014

7.1. Coleotteri
Mateu & Ortuño, 2006

8.1. Chilopodi
Qiao et al. 2019

8.2. Diplopodi
No copyright



Bibliografia

- Auletta, L., Inguscio, S., & Pasquali, V. (2017). *Niphargus poianoi salernianus*. Atti del III Convegno Regionale di Speleologia-Campania Speleologica, 2-4.
- Brandão, S.N.; Karanovic, I. (2021). World Ostracoda Database. *Neonesidea schulzi* (Hartmann, 1964). Accessed at: http://www.marinespecies.org/ostracoda/aphia.php?p=taxdetails&id=463059 on 2021-11-05
- Davies, K. A., Bartholomaeus, F., Li, D. M., Zhao, Z. Q., Ye, W., & Giblin-Davis, R. M. (2020). *Schistonchus macrophylla* (Nematoda: Aphelenchoididae): an enigmatic taxon from sycones of Ficus section Malvanthera in eastern Australia, with description of a new subspecies. Nematology, 22(9), 999-1013.
- Fišer Ž. (2019) Adaptation to low food. In: Encyclopedia of Caves. Elsevier, pp. 1–7
- Friedrich M. (2019) Adaptation to the darkness. In: Encyclopedia of Caves. Elsevier, pp. 16–23
- Garwood, R. J., Sharma, P. P., Dunlop, J. A., & Giribet, G. (2014). A Paleozoic stem group to mite harvestmen revealed through integration of phylogenetics and development. Current Biology, 24(9), 1017-1023.
- Howarth F.G., Moldovan O.T. (2018) Where Cave Animals Live. In: Cave Ecology, Ecological Studies (eds. Moldovan O.T., Kováč Ľ., Halse S.). Springer International Publishing, Cham, pp. 23–37
- Howarth, F. G., & Moldovan, O. T. (2018). The ecological classification of cave animals and their adaptations. In: Cave Ecology, Ecological Studies (eds. Moldovan O.T., Kováč Ľ., Halse S.). Springer International Publishing, Cham, pp. 41-67
- Lee, C. W., Tomikawa, K., & Min, G. S. (2020). A new cave amphipod, *Pseudocrangonyx wonkimi* sp. nov. (Crustacea, Amphipoda, Pseudocrangonyctidae), from the Korean Peninsula. ZooKeys, 960, 1.
- López-Orozco, C. M., Carpio-Díaz, Y. M., Navas S, G. R., & Campos-Filho, I. S. (2017). A new species and first record of Pulmoniscus Leistikow, 2001 (Isopoda, Oniscidea, Philosciidae) from Colombia. Nauplius, 25.
- Mateu, J., & Ortuño, V. M. (2006). Descripción de un nuevo Duvalius Delarouzée, 1859 de la península ibérica (Coleoptera, Carabidae, Trechinae). Boletín de la Asociación española de Entomología, 30(1-2), 73-81.
- Moldovan, O. T., Kováč, Ľ., & Halse, S. (2018). Cave ecology. Springer International Publishing, Cham.
- Ohman, M. D., Drits, A. V., Clarke, M. E., & Plourde, S. (1998). Differential dormancy of co-occurring copepods. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 45(8-9), 1709-1740.
- Qiao, P., Qin, W., Ma, H., Lin, G., & Zhang, T. (2019). Lithobius (Ezembius) hualongensis sp. nov. and Lithobius (Ezembius) sui sp. nov.(Lithobiomorpha, Lithobiidae), two new species of centipede from northwest China. ZooKeys, 892, 77.
- Ruffo S., Stoch F. (eds.), (2005). Checklist e distribuzione della fauna italiana. Memorie del museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2.serie, Sezione Scienza della Vita, 16.
- Serena F., Leonardo L. (2009) Sistematica e adattamenti degli organismi ipogei. Progetto Powerpoint 2009 – SSI & UIS
- Stoch F. (2008) Gli abitatori delle grotte. Biospeleologia del Friuli. Circolo Speleologico e Idrologico Friulano, Udine, Quaderno n. 1
- Tomczyk-Żak K., Zielenkiewicz U. (2016) Microbial Diversity in Caves. Geomicrobiology Journal 33, 20–38
- Trajano, E. (2012). Ecological classification of subterranean organisms. In: Encyclopedia of Caves. Elsevier, pp. 275-277.