MACROINVERTEBRATI & FUNGHI

Alessandro Mascagni
mascagni.ale@gmail.com

I rapporti che intercorrono tra animali e funghi possono essere molto vari e vanno da incontri casuali che si verificano ogni volta che un animale si sposta per motivi trofici nel suo ambiente, a rapporti molto stretti che si realizzano quando l'animale trascorre parte o l'intera vita all'interno del corpo fungino (micèlio) come parassita. Per indicare il tipo di rapporto che si può creare tra animali e funghi ricorriamo all'utilizzo dei seguenti tre termini: **micossèni**, **micòfili** e **micòbi**.
Alla prima categoria, quella dei **micossèni**, appartengono tutti quegli animali che solo occasionalmente o accidentalmente vengono a contatto con i funghi e che quindi mancano della capacità di restare stabilmente nel fungo con adattamenti morfològici e fisiològici adeguati e specifici. Esiste infatti una numerosa schiera di macroinvertebrati, fondamentalmente costituita da Artròpodi (crostàcei, miriàpodi, entognàti (collèmboli), insètti, aràcnidi) e Molluschi (chiocciole e lumache) che spesso, trovandosi in presenza del corpo fruttifero (**carpòforo**) di un fungo, decidono di visitarlo per trovare eventualmente un facile pasto o, più semplicemente, un riparo da un evento climatico sfavorevole. I funghi, comunque, si servono anche di questi occasionali frequentatori per depositare sul loro corpo le proprie spore che troveranno così una più facile diffusione nell'ambiente.
Alla seconda categoria, quella dei **micòfili** (ossia "amanti" dei funghi), appartengono gli organismi che vanno volutamente alla ricerca, all'interno di carpòfori e micèli, di vari tipi di artròpodi micòfagi per nutrirsene e, in alcuni casi, anche per mangiare parte del micèlio fungino; anch'essi mancano di specifici adattamenti tranne che in pochi casi. A maggior ragione i funghi si servono di questo secondo gruppo di artròpodi, che generalmente resta più tempo su di loro, per far trasportare le proprie spore anche a notevole distanza.
Alla terza categoria, quella dei **micòbi**, appartengono gli organismi che trascorrono l'intera loro vita o uno stadio di essa (larvale o di adulto) all'interno del fungo nutrendosi del suo micèlio, compreso naturalmente anche il carpòforo. Questo terzo gruppo è in gran parte costituito da due ordini di insètti: i Dìtteri e i Coleòtteri; molto meno numerose sono infatti

le specie appartenenti all'ordine dei Lepidòtteri. I **micòbi** sono quelli che, restando stabilmente nel fungo, hanno evoluto gli adattamenti morfològici e fisiològici adeguati e specifici per la vita parassitaria. Anche di questi artròpodi si servono i funghi per una efficace dispersione di spore. Si trovano spesso più specie di insètti intenti a nutrirsi su uno stesso carpòforo a dimostrazione di una loro scarsa competitività nutrizionale.
Anche le preferenze relative al grado di maturazione del carpòforo variano, negli insètti, da specie a specie: ci sono quelli che consumano corpi fruttiferi neo formati o comunque ancora in buono stato di conservazione e quelli che invece prediligono carpòfori già in via di decomposizione o addirittura in fase di putrefazione.
La maggior parte delle specie fungine appartenenti alla famiglia delle Phallaceae (ad esempio il *Phallus impudicus* Linnaeus) utilizzano il caratteristico odore cadaverico della parte superiore del corpo fruttifero per richiamare molte specie di insetti necròfagi, sia Dìtteri che Coleòtteri che, "imbrogliati" dal fungo, volano su di esso credendo di potersi nutrire di una carogna; poi, questi insetti, raggiunto il carpòforo, lo percorrono ripetutamente ricoprendosi di spore che trasportano successivamente altrove.

Propagazione dei funghi

In genere si ritiene che i funghi si propaghino in modo efficace attraverso l'azione del vento che disperde le loro spore (riproduzione ***anemòfila***). In realtà molte specie di funghi, sia per la loro forma che per gli ambienti di crescita, risultano inadatti a questo vettore di dispersione. Possiamo fare alcuni esempi in proposito: i funghi **ipogèi**, come i tartùfi, che si sviluppano completamente nel sottosuolo e i funghi **resupinàti**, di aspetto crostoso, che aderiscono al substrato con la quasi intera superficie del corpo. In questi casi è evidente che l'utilizzo del vento per la dispersione delle spore non è possibile nei primi e, scarsamente efficace, nei secondi. Ma anche per i funghi che producono corpi fruttiferi più o meno alti, fuori dal suolo, l'utilizzo del vento per la riproduzione ha una efficacia relativa in quanto esso è incostante ed imprevedibile e si esaurisce in breve tempo nelle aree circostanti.
È quindi naturale che l'evoluzione abbia portato frequentemente i funghi a sfruttare altri mezzi di dispersione come, ad esempio, gli animali **micetòfagi** (mangiatori di funghi). In pratica, nella loro lunga storia evolutiva, i funghi hanno imparato a sfruttare i propri parassiti! In ogni

caso la formazione di un corpo fruttifero che risulti invitante per il micetòfago a causa della sua carnosità e digeribilità, richiede un elevato costo energetico al fungo ed è quindi necessario creare una serie di meccanismi di protezione che riduca l'eccessivo "pascolo" da parte degli animali e che questo si concentri nel preciso momento della maturazione delle spore. È probabile, ad esempio, che i funghi tossici si siano evoluti insieme agli organismi che ora risultano immuni alle loro tossine, in modo da ridurre e selezionare solamente le specie micetòfaghe più adatte a disperderne efficacemente le spore, respingendo tutte le altre. I funghi appartenenti ai generi *Inocybe*, *Paneolus*, *Psilocybe*, *Stropharia*, etc. producono una sostanza, la *psilocibìna*, che costituisce un deterrente al "pascolo" per la quasi totalità degli insetti micetòfagi, ma costituisce invece un'attrattiva in alcuni casi particolari come ad esempio sul dìttero *Exechia fusca* (Meigen,1804) (fam. Mycetophilidae) strettamente legato al fungo *Psilocybe bohemica* Šebek col quale condivide la stessa area geografica (Europa centrorientale).
Al contrario è stato recentemente ipotizzato che i tartùfi, evolutisi a partire da antenati che "fruttificavano" in superficie, non abbiano mai sviluppato tossine proprio in funzione di un adattamento obbligato alla dispersione delle spore da parte degli animali che vivono nel terreno, dove il vento non può agire. Questa nuova modalità di dispersione delle spore, una volta acquisita, è probabile che abbia stimolato molti funghi a produrre, nel tempo, spore più grandi e con pareti esterne più resistenti ai processi digestivi dei micetòfagi. Questo tipo di spore presenta il vantaggio di essere più resistenti a tutti i comuni fattori di stress ambientale, aumentando quindi la propria capacità germinativa anche in situazioni non ottimali.
Un ulteriore vantaggio della dispersione *zoòfila* (ad opera degli animali) delle spore fungine anziché *anemòfila* è legato all'esigenza fondamentale che, ad esempio, hanno i funghi *micorrìzici* (funghi simbionti che instaurano un rapporto di stretta simbiosi con le radici delle piante "superiori"). Ciascuna specie micorrìzica di funghi è simbionte con un numero più o meno ristretto di piante e quindi, affinché si possa propagare, la dispersione delle sue spore deve raggiungere habitat adatti, che includano almeno un potenziale patner micorrìzico. I primi animali fungìcoli, che si adattarono cioè ad un sistema di vita legato ai funghi o per cibarsene o per predare organismi micetòfagi, finirono per legarsi obbligatoriamente anche agli ambienti tipici dei funghi stessi; ne consegue che durante i loro spostamenti, ad esempio alla ricerca di un patner per la

riproduzione, cerchino costantemente quelle particolari tipologie di ambienti, trasportando in modo mirato anche le spore fungine, cosa che il vento certo non può garantire. Studi compiuti in anni recenti dimostrano che anche le sostanze pigmentate presenti nel rivestimento delle spore colorate contribuiscono a prolungarne la vitalità e la resistenza ai succhi gastrici.
Inoltre molte specie di funghi hanno evoluto spore con rivestimenti muniti di spine, creste, uncini o sostanze vischiose atte a favorirne il trasporto per adesione al corpo, a zampe o setole di animali fungìcoli. Quest'ultima caratteristica rende possibile la dispersione delle spore anche tramite altri organismi che non si nutrono direttamente di funghi ma che sono predatori o parassitòidi di insetti micetòfagi; tutto ciò rende ancora più complessa la rete di interazioni tra funghi e animali. Si ipotizza perciò che spore più grandi, con pareti spesse, melanizzate (ossia colorate) e riccamente ornate in superficie, rappresentino adattamenti specificamente evolutisi per la dispersione zoòfila.
Cosa dunque offre il fungo in cambio per attirare un così grande numero di specie animali? Intanto i micèti costituiscono, in molti differenti ambienti, una notevole biomassa e possono quindi rappresentare una importante fonte di cibo facilmente reperibile sia per gli animali che risiedono in superficie che per quelli che vivono sotto terra. Molti insetti micetòfagi poi, principalmente Dìtteri e Coleòtteri ma anche Imenòtteri e Lepidòtteri, utilizzano i carpòfori fungini anche come rifugi temporanei e ambienti adatti per deporvi le uova e riprodursi. Inoltre alcune specie di funghi presentano caratteristiche evolutive che ne consentono una vera e propria coltivazione da parte di alcuni insetti come formiche e tèrmiti all'interno dei loro nidi; i micèli fungini vengono in parte utilizzati come nutrimento dagli insetti ma la sopravvivenza, la propagazione e la protezione del fungo è comunque garantita. Tutte queste considerazioni portano a ritenere che, nonostante Uccelli e Mammiferi, come anche altri vertebrati, siano animali idonei al trasporto delle spore fungine, i macroinvertebrati possono risultare in questo compito ancora più efficaci. Inoltre bisogna ricordare che i funghi sono, insieme ai battèri, tra i più importanti decompositori della materia organica, in special modo in ambiente forestale dove questa loro capacità viene sfruttata da molti animali xilòfagi (parassiti delle piante ma anche sapròtrofi su legno morto), poiché i funghi secernono enzìmi che funzionano come una sorta di *predigestòri* di sostanze come le *lignìne* delle quali gli animali non riuscirebbero a nutrirsi.

Tra gli aspetti più sorprendenti del complesso rapporto tra insètti e funghi c'è il fatto che, come hanno evidenziato alcuni studi compiuti in Nord America, le api talvolta si nutrono del micèlio di funghi produttori di sostanze con proprietà antivirali, efficaci contro alcuni virus in grado di infettare interi alveàri.

I funghi utilizzano vari sistemi per attirare o respingere gli insetti (o altri macroinvertebrati) come ad esempio assumendo forme particolari o rivestendosi di colori con funzione aposemàtica (di avvertimento per comunicare ai predatori che sono tossici o che hanno cattivo sapore). Soprattutto i funghi usano dei metabolìti secondari con odori talora repellenti per molte specie di animali o aromi gradevoli atti ad attirare gli insetti. I funghi usano dunque odori e sapori per attirare o scoraggiare i micetòfagi e spesso anche i loro potenziali predatori; possiamo utilizzare come esempio le specie appartenenti al genere *Tuber* (i famosi tartùfi) capaci di attirare col loro caratteristico odore numerose specie di dìtteri micetòfagi, ma all'occorrenza anche alcuni coleòtteri stafilìnidi, abituali predatori di insetti, che presentano non poche specie che alternano la predazione con la micetofagìa. L'azione dei metabolìti secondari destinati alla protezione dal "pascolo" va dalla semplice repellenza all'effetto di ridurre la capacità riproduttiva del micetòfago, o anche provocarne la morte. Alcuni studi su questi metabolìti hanno evidenziato come i funghi siano in grado di modulare la produzione di queste sostanze in base alle necessità del momento: se il "pascolo" è intenso aumenta la produzione dei metabolìti repellenti, se è basso diminuisce fino a scomparire. Tra i metabolìti secondari, ovviamente volatili, destinati ad attirare i micetòfagi per la successiva dispersione delle spore fungine si può ricordare il più diffuso, ossia l'**alcool secondario 1-otten-3-olo** (odore di fungo) che è considerato l'attrattivo tipico per gli organismi polìfagi generalisti. Invece i rapporti tra una particolare specie fungina e uno specifico insetto sono mediati da cocktail esclusivi composti generalmente da terpenòidi. È noto che alcuni funghi con caratteristiche alimentari meno attraenti producono odori simili a quelli di funghi più gustosi al fine di attirare i medesimi insetti micetòfagi.

È evidente che tra animali e funghi non si sono instaurati solo rapporti mutualistici e quindi di reciproco vantaggio; esistono animali che si cibano dei funghi senza alcuna forma di contraccambio e qui si parla di un vero e proprio parassitismo. Di contro esistono varie specie di funghi patògeni

specializzati nel parassitare e uccidere molte specie animali, in special modo insètti (funghi *entomopatògeni*). Qui il discorso si farebbe troppo lungo e complesso e non è questa la sede per affrontare un simile argomento.

Come riconoscere i principali taxa di macroinvertebrati fungìvori

Vengono fornite semplici indicazioni morfològiche atte a riconoscere i principali taxa di macroinvertebrati (chiaramente non a livello specifico) che si possono incontrare all'interno o sulla superficie del carpòforo e del micèlio fungino:

ARTRÒPODI:

Chiave identificativa

1a – presenza di 3 paia di zampe; presenza (quasi in tutte le specie) sul quarto segmento addominale di un organo saltatore (furca); addome formato da soli 6 segmenti; assoluta assenza di ali; presenza sul capo di antenne; dimensioni generalmente inferiori a mm 5……..…**Entognàti (Collèmboli)**
1b – presenza di 3 paia di zampe; assenza di un organo saltatore sull'addome; addome mai formato da soli 6 segmenti; presenza o talora assenza di ali; presenza sul capo di antenne …..…..……..……**Insètti**
2 – presenza di 4 paia di zampe e un paio anteriore di arti, più o meno sviluppati, detti pedipàlpi; assenza sul capo di antenne……....**Aràcnidi**
(N.B.: nei funghi si possono rinvenire, come micossèni, specie appartenenti ai seguenti ordini di Aràcnidi: **Àcari, Ragni, Opiliònidi, Pseudoscorpiònidi, Scorpiònidi**).
3 – presenza di 5 o più paia di zampe; presenza sul capo di antenne ……..……..**Crostàcei**
(N.B.: nei funghi si possono rinvenire, come micossèni, specie appartenenti all'ordine degli **Isòpodi** caratterizzati dalla presenza di 7 paia di zampe e dalla capacità di appallottolare il corpo qualora vengano disturbati).

4 – presenza di un numero variabile di zampe a seconda della specie ma comunque sempre molto alto (da alcune decine a qualche centinaio); presenza sul capo di antenne…….……**Miriàpodi**
(N.B.: i Miriàpodi sono suddivisi in **Chilòpodi** (scolopèndre e geòfili) e **Diplòpodi** (jùli, polidèsmi e glomèridi) e si possono rinvenire nei funghi come micossèni. I **Chilòpodi** sono carnivori, hanno corpo schiacciato e un solo paio di zampe per ogni segmento del corpo che le presenta;
i **Diplòpodi** sono sapròfagi, fitòfagi o micòfagi, hanno corpo cilindrico e due paia di zampe per ogni segmento del corpo che le presenta).

ENTOGNÀTI

COLLÈMBOLI

I Collèmboli vivono sia nel terreno che tra la vegetazione in decomposizione e nei funghi. Hanno corpo generalmente cilindrico o a volte globoso e presentano, nella maggior parte delle specie, all'estremità posteriore dell'addome un particolare organo detto *furca*; essa consente all'animale, quando viene molestato, di compiere salti considerevoli specie se paragonati alle sue piccolissime dimensioni. L'addome è costituito da sei segmenti e sul primo è sempre presente un organo caratteristico detto *tubo ventrale* che ha probabilmente più funzioni legate alla respirazione, alla assunzione di acqua e all'aderenza al substrato. Non presentano metamòrfosi e la loro crescita passa attraverso numerose mute (sei – otto stadi di sviluppo) senza mutamenti morfologici significativi.

INSÈTTI:

Chiave per il riconoscimento delle **larve** di insetti che si trovano nei funghi

1a – pseudozampe presenti nei segmenti addominali dal 3° al 6° e nel 10°……..……....**Lepidòtteri.**
1b – pseudozampe assenti; sono invece presenti o assenti le zampe sui segmenti toracici……...**2**

2a – zampe assenti o piccole sul torace; corpo robusto e curvato a "C"; capo piccolo, poco visibile, apparato boccale presente……...**Coleòtteri.**

2b – zampe assenti o ben sviluppate sul torace; corpo snello mai curvato a "C"; capo dritto o appena ricurvo ……..…….……**3**

3a – zampe presenti sul torace; capo ben sviluppato e distinto dal torace…….…...**Coleòtteri.**
3b – zampe assenti sul torace; capo piccolo o apparentemente assente e distinto dal torace……..…**Dìtteri.**

DÌTTERI

Chiave per il riconoscimento delle **larve** di Dìtteri micòfagi:

1a – capo scuro o nero ben distinto dal torace:
Dìtteri Nematòceri.….2
1b – capo piccolo chiaro o apparentemente assente:
Dìtteri Brachìceri…..3

2a – larva cilindrica di mm da 0,8 a 7,0 durante lo sviluppo, biancastra, tozza, si nutre, senza creare gallerie, della massa fungina:
famiglia **Micetofilidi.**
2b – larva cilindrica di mm da 1,0 a 12,0 durante lo sviluppo, traslucida e glabra, si nutre creando gallerie nella massa fungina:
famiglia **Sciàridi.**

3a – larva cilindrica biancasta o giallastra di mm da 0,5 a 20,0 durante lo sviluppo larvale, corpo affusolato con estremità posteriore più larga, apparato boccale con due uncini scuri:
famiglia **Mùscidi.**
3b – larva bianco-grigiasta o giallastra di mm 4,0-10,0 durante lo sviluppo larvale, capo piccolo e rivolto verso il basso, torace gobbo superiormente, corpo di aspetto molle con segmento terminale più scuro:
famiglia **Fòridi.**

LEPIDÒTTERI

PIRÀLIDI (Pyralidae) (solo alcune specie **micòbie**) [mm 10,0-40,0]

Gli adulti dei Piràlidi sono falene di medie dimensioni. Le femmine depongono le uova sulle rispettive loro piante nutrici e dopo la schiusa le larve si nutrono scavando gallerie nei tessuti della specie ospite. La maggior parte degli appartenenti a questa famiglia di falene presenta più generazioni all'anno. Spesso queste farfalle passano l'inverno allo stadio larvale in bozzoli protettivi. Ricordiamo, come specie anche micòfaga, *Ephestia elutella* (Hübner, 1796) (apertura alare mm 14,0-20,0) la cui larva (mm 10,0-15,0) può attaccare sia funghi freschi che conservati scavando gallerie nei carpòfori.

GEOMÈTRIDI (Geometridae) (solo alcune specie **micòbie**) [mm 11,0-60,0]
La maggior parte dei Geomètridi, allo stadio larvale, vive sulle rispettive piante nutrici divorandone sia le foglie che le altre parti tenere del vegetale. Alcune specie però appartenenti ai generi *Idaea* e *Scopula* hanno larve che possono svilupparsi indifferentemente su funghi e licheni o sulla vegetazione erbacea (sono specie polìfaghe); la stessa cosa avviene anche nella specie *Rhodometra sacraria* (Linnaeus, 1767) (apertura alare mm 22,0-28,0) (larva mm 24,0-25,0).

COLEÒTTERI
(Dal Cortivo *et al.*,2021)

Famiglie di Coleòtteri legate ai funghi; con larve caratterizzate da:

1 – Capo ben distinto dal torace; corpo snello, dritto o poco ricurvo; zampe ben sviluppate (o assenti); pseudo-zampe assenti sui segmenti addominali.
Famiglie: ISTÈRIDI, PTILÌIDI, LEIÒDIDI, DASICÈRIDI, SCAFIDÌIDI, STAFILÌNIDI, EUCNÈMIDI, MONOTÒMIDI, SILVÀNIDI, LEMOFLÈIDI, CRIPTOFÀGIDI, EROTÌLIDI, BIFÌLLIDI, CERILÒNIDI, ALEXÌIDI, COCCINÈLLIDI, LATRIDÌIDI, MICETOFÀGIDI, CIÌDI, TETRATÒMIDI, ZOFÈRIDI, TENEBRIÒNIDI, PIROCRÒIDI.

2 – Capo poco visibile ma con apparato boccale sempre presente; corpo robusto o allungato, a volte fortemente ricurvo; zampe normalmente sviluppate, o piccole, o assenti; pseudo-zampe assenti sui segmenti addominali.

Famiglie: BOLBOCERÀTIDI, GEOTRÙPIDI, LÌCIDI, LIMEXÌLIDI, SFÌNDIDI, NITIDÙLIDI, FALÀCRIDI, ENDOMÌCHIDI, CORILÒFIDI.

1 – ISTÈRIDI (Histeridae) (alcune specie **micòfile**) [mm 1,0-20,0]
I colori del corpo di questi coleotteri sono quasi sempre scuri e a volte presentano macchie rosse sulle èlitre. Hanno le zampe anteriori fossorie con margine esterno dentato e le ali in genere sono ben sviluppate. Le larve e gli adulti di Istèridi si nutrono di uova e larve di altri insetti, in special modo Dìtteri, che cacciano all'interno del micèlio fungino o in sostanze organiche in decomposizione. La specie *Margarinotus brunneus* (Fabricius, 1775) è stato raccolto nel fungo *Ganoderma applanatum* (Persoon). Alcune delle specie più piccole si nutrono di spore fungine. Gli Istèridi quindi si comportano sia da predatori dei parassiti animali dei funghi (Dìtteri, Àcari e altri Artròpodi) che da micòfagi, nutrendosi delle loro spore.

PTILÌIDI (Ptiliidae) (prevalentemente specie **micòfile**) [mm 0,3-1,0]
Gli Ptilìidi sono i coleotteri che hanno le specie di minori dimensioni, normalmente ben inferiori al millimetro. Essi vivono nella lettiera, nei detriti vegetali, sotto le cortecce di alberi deperienti o morti alla ricerca delle ife di funghi sapròfagi o parassiti. Alcuni rappresentanti di questa famiglia vivono in altri ecosistemi.

LEIÒDIDI (Leiodidae) **micòbi** [mm 1,7-10,0]
I Leiòdidi sono coleotteri mediamente di piccole dimensioni, di forma ovale o rotondeggiante; alcune specie sono in grado di chiudersi a palla se disturbate. Molti Leiòdidi si nutrono del micèlio e dei corpi fruttiferi dei funghi; le specie della sottofamiglia *Leiodinae* sono legate ai tartufi e per questo motivo hanno evoluto zampe di tipo fossorio provviste di robuste spine per facilitare lo scavo; le specie della sottofamiglia *Agathidiinae* sono invece legate a micèli che crescono sul terreno o sotto le cortecce di alberi morti; esse non hanno ovviamente evoluto zampe di tipo fossorio.

DASICÈRIDI (Dasyceridae) **micòbi** [mm 1,7-2,2]
Coleotteri che vivono nella lettiera e sotto la corteccia di alberi marcescenti nutrendosi dei micèli fungini.

SCAFIDÌIDI (Scaphidiidae) **micòbi** [mm 1,5-5,6]

Gli Scafidìidi sono insetti micetòfagi e vivono nel legno marcescente sia da larve che da adulti; essi si cibano di carpòfori di funghi arborei e di micèli subcorticicoli.

STAFILÌNIDI (Staphylinidae) (alcune specie **micòfile**) [mm 1,0-35,0]
Alcune specie di Stafilìnidi sono micòfaghe, sia allo stadio larvale che adulto, penetrando all'interno o restando all'esterno del fungo, mentre la maggior parte delle specie si comporta invece da predatrice di altri insetti micòfagi e non. Non mancano le specie fitodetritìcole, sapròfile, copròfile, necròfile, corticìcole.

EUCNÈMIDI (Eucnemidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 4,7-9,0]
Le larve di questi insetti sono in gran parte xilòfaghe e si nutrono del legno di alberi deperienti e colpiti da micromicèli parassiti. Anche gli adulti vivono nel legno di latifoglie e conifere nutrendosi dei micèli di funghi lignìcoli.

MONOTÒMIDI (Monotomidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 1,4-6,0]
Sono coleotteri tendenzialmente micetòfagi o micròfagi che vivono sotto le cortecce o in sostanze organiche in decomposizione. Alcune specie si comportano da predatrici di uova o larve di coleotteri xilòfagi altre di coleotteri necròfagi mentre altre ancora vivono a spese di formicai. Il monotòmide *Rhizophagus bipustulatus* (Fabricius, 1792) vive all'interno dei funghi di varie specie nutrendosi delle larve di altri coleotteri.

SILVÀNIDI (Silvanidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 1,2-15,0]
Molte specie appartenenti a questa famiglia utilizzano i micèli fungini per la loro dieta, pur frequentando taluni il sottocorteccia di alberi morti, altri il sottoroccia in aree montane, altri ancora la lettiera di latifoglie. Ad esempio la comune *Uleiota planatus* (Linnaeus, 1761) è specie saproxìlica e subcorticìcola con regime alimentare micòfago; essa attacca diversi generi di latifoglie come *Alnus, Castanea, Fagus, Betula, Populus, Quercus, Ulmus, Salix* e di conifere come *Pinus, Abies, Cedrus*.

LEMOFLÈIDI (Laemophloeidae) (alcune specie **micòbie**) [mm 1,5-25,0]

I Lemoflèidi italiani vivono, in gran parte, in arbusteti, boschi maturi o relittuali. Molti di loro presentano un corpo piuttosto largo e depresso come adattamento morfologico al loro ambiente di vita sottocorticicolo; alcune specie hanno invece un corpo subcilindrico per meglio spostarsi all'interno delle gallerie scavate da coleotteri xilòfagi quali Scolìtidi e Cerambìcidi dei quali sono commensali o predatori. Altri Lemoflèidi sono anche micetòfagi come ad esempio il *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) saproxìlico subcorticìcolo ma rinvenuto anche su Polyporales (Fungi, Basidiomycota) e il *Placonotus testaceus* (Fabricius, 1787) subcorticìcolo predatore in alcuni casi anche di larve di Scolìtidi.

CRIPTOFÀGIDI (Cryptophagidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 1,2-5,5]
In genere i Criptofàgidi sono insetti micròfagi e quindi vivono in ambienti ricchi di sostanze in decomposizione con presenza di micromicèli e muffe ma anche direttamente in funghi come ad esempio quelli appartenenti ai generi *Scleroderma* e *Chondrostereum*. Le specie *Pteryngium crenatum* (Fabricius, 1798) e *Cryptophagus cylindrellus* Johnson, 2007 vivono ad esempio nelle Polyporales che crescono sulle piante del genere *Pinus* ed *Abies*.

EROTÌLIDI (Erotylidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 1,5-30,0]
La maggior parte di questi coleotteri vivono, sia allo stadio larvale che adulto, nel legno in decomposizione e si alimentano con micèli fungini di Polyporales arboree come *Ganoderma applanatum* (Persoon) e *Polyporus squamosus* (Huds.), di Agaricales come *Omphalotus olearius* (DC.) e di Gloeophyllales come *Neolentinus cyathiformis* (Sch.). La famiglia comprende anche specie fitòfaghe o predatrici di altri insetti micetòfagi.

BIFÌLLIDI (Biphyllidae) (alcune specie **micòfile**) [mm 3,2-3,5]
I Bifillidi, sia allo stadio larvale che adulto, vivono sotto le cortecce di latifoglie, soprattutto appartenenti ai generi *Fagus* e *Quercus*, nutrendosi di sostanze organiche legnose in decomposizione e di funghi Ascomicèti.

CERILÒNIDI (Cerylonidae) (specie prevalentemente **micòfile**) [mm 1,2-2,6]
Gli adulti dei Cerilònidi vivono nel legno morto o sotto la corteccia di *Fagus* e *Quercus*. Molte specie sono micetòfaghe o predatrici di altri insetti micetòfagi. In maggioranza si nutrono dei micèli subcorticìcoli di funghi

della famiglia Polyporaceae, alcuni invece prediligono la lettiera in decomposizione con alti livelli di umidità.

ALEXÌIDI (Alexiidae) (alcune specie **micòfile**) [mm 1,3-2,0]
Coleotteri molto piccoli e dall'ecologia poco nota che vivono nella lettiera in decomposizione di varie specie di latifoglie, sottocorteccia, nutrendosi di muffe e spore di funghi.

COCCINÈLLIDI (Coccinellidae) (solo alcune specie **micòfile**) [mm 0,7-10,5]
Anche in questa famiglia di coleotteri esistono esempi di specie micòfaghe, come *Psyllobora vigintiduopunctata* (Linnaeus, 1758), che si nutre di spore ed ife fungine di peronòspora, rùggine e oìdio, mentre in prevalenza i Coccinèllidi, sia allo stadio larvale che adulto, sono insettìvori o nettarìvori e pollinìvori (Mascagni & Ferrari, 2025). È nota la presenza sulle èlitre della specie *Stethorus pusillus* (Herbst, 1797) della sottofamiglia Scydminae di talli del fungo ectoparassita obbligato *Hesperomyces coccinelloides* (Thaxt.) (Ascomycetes, Laboulbeniales) (Ceryngier, 2013). Nei Coccinèllidi, come anche negli Endomìchidi, la colorazione nera-rossa e nera-gialla svolge funzione aposemàtica (ossia l'insetto "avvisa" i predatori che è preferibile evitarlo per la sua non commestibilità o per la sua velenosità).

LATRIDÌIDI (Latridiidae) (specie prevalentemente **micòbie**) [mm 0,25-3,5]
Le specie appartenenti a questa famiglia sono prevalentemente micetòfaghe sia allo stadio larvale che adulto; le larve si nutrono di spore e micromicèli, gli adulti anche di ife di macromicèti. Gli ambienti frequentati sono le lettiere con sostanze organiche in decomposizione, ceppi d'albero e legno marcescente, sottocorteccia, fienili, pareti con muffe, formicai e stròbili di conifere.

MICETOFÀGIDI (Mycetophagidae) **micòbi** [mm 1,0-6,5]
I principali ambienti di vita dei Micetofàgidi sono i funghi arboricoli e il sottocorteccia di molte specie arboree. La comune specie *Litargus connexus* (Geoffroy, 1785), ad esempio, vive sui funghi lignìcoli e la sua larva cresce nutrendosi del micèlio fungino e compie la successiva metamòrfosi nel terreno. La specie è nota sui seguenti generi di macromicèti: *Polyporus, Schyzophillum, Stereum, Trametes.*

CIÌDI (Ciidae) **micòbi** [mm 1,0-4,0]
Tutti i Ciìdi sono micetòfagi e risiedono all'interno di macromicèti appartenenti a molte specie, nel legno marcescente, sottocorteccia, in detriti vegetali. Numerose specie di funghi appartenenti ai generi: *Coriolopsis, Fomes, Fomitopsis, Ganoderma, Laetiporus, Lenzites, Polyporus, Schizophyllum* e *Trametes* sono popolati da più specie di Ciìdi contemporaneamente e in elevato numero di esemplari; le larve si sviluppano nel loro corpo fruttifero.

TETRATÒMIDI (Tetratomidae) **micòbi** [mm 3,0-10,0]
Sia le larve che gli adulti dei Tetratòmidi vivono come subcorticicoli e all'interno delle ceppaie di varie specie arboree nutrendosi prevalentemente dei funghi ivi presenti.

ZOFÈRIDI (Zopheridae) (specie prevalentemente **micòfile**) [mm 2,0-35,0]
Gli Zofèridi vivono in prevalenza sotto le cortecce di varie specie di alberi all'interno delle gallerie scavate nel legno da coleotteri xilòfagi come ad esempio dal Bòstrico (*Ips typographus* (Linnaeus, 1758) Scolytidae). Questi insetti sono prevalentemente micetòfagi e micròfagi ma anche predatori di coleotteri xilòfagi e micetòfagi. Alcune specie di Zofèridi si nutrono di Licheni.

TENEBRIÒNIDI (Tenebrionidae) (solo alcune specie **micòbie**) [mm 3,0-18,0]
Vasta famiglia di coleotteri presente nella maggior parte degli habitat terrestri e caratterizzata da regimi alimentari assai diversificati; oltre alle specie micetòfaghe, non numerose, sono presenti specie zoòfaghe, fitòfaghe, copròfaghe, necròfaghe, onnìvore. Tra le specie micòfaghe si ricorda *Diaperis boleti* (Linnaeus, 1758) (in funghi arboricoli come *Polyporus squamosus* (Huds.) e *Fomes fomentarius* (Linnaeus)), *Alphitophagus bifasciatus* (Say, 1824) (in *Ganoderma applanatum* (Persoon)), *Diaclina fagi* (Panzer, 1799) (in *Coriolopsis gallica* (Fries)) e *Scaphidema metallicum* (Fabricius, 1792) (in varie specie di funghi legnosi marcescenti).

PIROCRÒIDI (Pyrochroidae) (scarsamente **micòfili**) [mm 10,0-20,0]
Gli insetti adulti di questa famiglia sono florìcoli e si nutrono della linfa e degli zuccheri secreti dalla frutta; le larve invece frequentano il

sottocorteccia di alberi morti predando altri Artròpodi. La micòfagia è per i Pirocròidi invece limitata all'ingestione dei corpi fungini allo scopo di facilitare i loro processi digestivi.

2 – BOLBOCERÀTIDI (Bolboceratidae) (solo alcune specie **micòfile**) [mm 7,0-8,0]
Alcune specie di questa famiglia sembrano essere micetòfaghe e micòfaghe. Secondo alcuni autori la specie *Bolboceras armiger* (Scopoli,1772) potrebbe essere legata anche ai tartufi.

GEOTRÙPIDI (Geotrupidae) (solo alcune specie **micòfile**) [mm 10,0-25,0]
La maggior parte dei Geotrùpidi è copròfaga o sapròfita, ma una minore percentuale di specie è fitòfaga, micetòfaga, micòfaga o necròfaga. Gli adulti utilizzano ammassi di materiali organici vari (prevalentemente sterco) per la deposizione delle uova e per lo sviluppo delle loro larve. Al di sotto di questi ammassi scavano gallerie verticali che terminano con una camera; in essa verrà riposto una parte del materiale che gli adulti e le larve utilizzeranno poi come cibo.

LÌCIDI (Lycidae) (larve **micòbie**) [mm 6,0-26,0]
Le larve dei Lìcidi si nutrono di Mixomicèti ed in genere si rinvengono sotto la corteccia di alberi deperienti o morti. Gli adulti di alcune specie si trovano sui fiori, quelli di altre nel legno marcescente.

LIMEXÌLIDI (Lymexylidae) (larve **micòbie**) [mm 8,5-10,5]
Gli adulti vivono nel legno deperiente o sotto le cortecce di latifoglie e conifere. Le larve si trovano all'interno di gallerie scavate nel legno di alberi in sofferenza o già morti in un rapporto di simbiosi con gli Ascomicèti presenti. La femmina depone le uova insieme al micèlio del fungo che ha trasportato sul corpo e che si svilupperà nel legno fornendo nutrimento alle sue larve.

SFÌNDIDI (Sphindidae) **micòbi** [mm 1,5-3,0]
Gli Sfindidi vivono in funghi corticìcoli (funghi filamentosi e mucillaginosi come ad esempio *Lycogala epidendrum* e *Fuligo laeviderma*) sia allo stadio larvale che adulto e molti di loro risultano associati ai Mixomicèti (Mixomycota). Questi insetti facilmente si aggregano con esemplari di altre specie appartenenti alla stessa famiglia.

Gli Sfindidi sono indicatori di una buona qualità dell'ambiente forestale essendo dipendenti di formazioni boschive mature ben conservate e con presenza naturale di legno marcescente.

NITIDÙLIDI (Nitidulidae) (alcune specie **micòfile**) [mm 1,5-18,0]
Molte delle specie appartenenti a questa famiglia di coleotteri vivono in habitat forestali o in ambienti con coltivazioni agrarie. Le specie italiane sono prevalentemente antòfaghe o fitosapròfaghe o saproxìliche o micetòfaghe. Molte sono anche le specie allòctone presenti in Italia, data l'alta adattabilità della maggior parte delle specie esotiche di questa famiglia ai cambiamenti di ambiente.

FALÀCRIDI (Phalacridae) (alcune specie **micòfile**) [mm 1,0-5,0]
I Falàcridi sono in genere coleotteri antòfagi e compiono il loro ciclo di sviluppo sui fiori delle Angiosperme. Alcuni generi come ad esempio *Phalacrus, Stilbus* e *Tinodemus* sono invece prevalentemente micetòfagi e si nutrono delle spore di micromicèli.

ENDOMÌCHIDI (Endomychidae) **micòbi** [mm 2,0-6,0]
Le specie di questa famiglia di coleotteri sono prevalentemente micòfaghe (la specie forse più nota è *Endomychus coccineus* (Linnaeus, 1758)) e si rinvengono nei carpòfori dei funghi arboricoli (come ad esempio *Oxyporus populinus* (Schumach.)), sui micèli subcorticìcoli, nei tronchi e nelle ceppaie marcescenti; alcune specie vivono nei formicai (specie mirmecòfile). Molti Endomìchidi presentano sul corpo i tipici colori associati aposemàtici nero e rosso, nero e giallo.

CORILÒFIDI (Corylophidae) (alcune specie **micòbie**) [mm 0,5-1,3]
I Corilòfidi hanno tutti forma ovale e piccole dimensioni; frequentano ambienti vari e si rinvengono sotto la corteccia di molte specie arboree, nei detriti organici, nei funghi (prevalentemente appartenenti al genere *Ganoderma*), negli escrementi e nei nidi e tane di vertebrati.

MOLLUSCHI:

1a – presenza di conchiglia:……....**chiocciole (es: Retinella sp., Oxychilus sp., Clausilia sp., Cepaea sp., Helix sp.)**.

1b – assenza esterna di conchiglia:……..**lumache (es: Malacolimax sp., Limax sp., Arion sp.)**.

Bibliografia

Ceryngier P., 2013. *Stethorus pusillus* (Coleoptera: Coccinellidae) as a host of the ectoparasitic fungus *Hesperomyces coccinelloides* (Ascomycota: Laboulbeniales: Laboulbeniaceae) in Poland. – *Polish Journal of Entomology*, 82: 13-18.

Dal Cortivo M., Sommacal M. & Gatti E., 2021. Chiave dicotomica alle famiglie dei Coleotteri della fauna d'Italia – Key to the families of Coleoptera of the Italian fauna. – *Raggruppamento Carabinieri Biodiversità, Reparto Carabinieri Biodiversità Belluno, Edizioni DBS.*

Mascagni A. & Ferrari D., 2025. Coccinella? Sì, ma quale? Coccinelle in Val di Fiemme e dintorni. – *Natura Alpina, Società di Scienze Naturali del Trentino*, *Editrice Saturnia*, Trento, (1 / 2): 3-20.

Bibliografia micologica consigliata

AA. VV., 2015. Primi passi in Micologia. Bollettino del Gruppo micologico G. Bresadola, Trento (Nuova Serie). – *Litografica Editrice Saturnia*, Trento.

Bernicchia A., 2010. Polyporaceae s. l. – Fungi Europei. – *Edizioni Candusso*, Alassio (SV).

Cech T. L. & Jankovský L., 2024. Guida ai funghi lignicoli. – *Ricca editore*, Roma.

Cetto B., 1970-1993. I funghi dal vero (Voll. 1 – 7). – *Arti Grafiche Saturnia*, Trento.

Consiglio G. & Papetti C., 2009. Atlante fotografico dei Funghi d'Italia, vol. 3. – *Editore: Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici*, Trento.

Consiglio G. & Papetti C., 2011. Atlante fotografico dei Funghi d'Italia, vol. 2. – *Editore: Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici*, Trento (4° ristampa).

Galli R., 2019. Funghi delle Alpi, vol. 1. – *Editore: Romar SRL*, Segrate (MI).

Galli R., 2021. Funghi delle Prealpi, Brughiera e pianura Padana, vol. 2. – *Editore: Romar SRL*, Segrate (MI).

Galli R., 2023. Funghi dell'Appennino, vol. 3. – *Editore: Romar SRL*, Segrate (MI).

Galli R., 2025. Funghi mediterranei, vol. 4. – *Editore: Romar SRL*, Segrate (MI).

Mazza R., 2004. Funghi, lo spettacolo della natura. – *Arti Grafiche Saturnia s.a.s*, Roncafort di Trento (TN).

Oppicelli N., 2023. 365 Funghi. Dalla Terra al mi-cielo. – *Erredi Grafiche Editoriali Snc*, Genova.

Oppicelli N., 2026. Funghi in Italia, Guida pratica alla ricerca e al riconoscimento. – *Erredi Grafiche Editoriali Snc*, Genova.

Padovan F., 2009. Atlante illustrato dei Funghi del Parco. 845 specie di funghi nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. – *Ente Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. Tibergraph, Città di Castello (PG).

Papetti C., Consiglio G. & Simonini G., 2011. Atlante fotografico dei Funghi d'Italia, vol. 1. – *Editore: Associazione Micologica Bresadola, Fondazione Centro Studi Micologici*, Trento (6° ristampa).

Gruppo Micologico Fiorentino "Pier Antonio Micheli"
Via di San Romano 21, 50135 Settignano (FI)