

Lucciole

VITA SPERICOLATA DI UN COLEOTTERO PIENO DI ENERGIA

DOMENICO BARBONI

TERA  MATA

*Questo libro è dedicato
a mia moglie Piera
che nel corso degli anni
mi ha incoraggiato e sostenuto
con infinita pazienza*



LA LUCCIOLA

La Luna piena minchionò la Lucciola:

- Sarà l'effetto de l'economia,
ma quel lume che porti è debboluccio...

- Si, - disse quella - ma la luce è mia!

Trilussa

AQVAE

è una collana di

Campo!

Università di Milano-campagna

La prima edizione di questo volume è stata resa possibile grazie a:

- Associazione Ambiente Salute Alimentazione - Binasco
- Associazione Amici di Buccinasco - Buccinasco
- Associazione Amici dei Fontanilli - Dovera (CR)
- Associazione Astrov - Gorgonzola
- Associazione Il Bradipo - Lodi
- Acli Anni Verdi Ambiente. Sede Provinciale di Milano, Monza e Brianza - Milano
- Associazione Amici Cascina Linterno - Milano
- Associazione Culturale Il Rile Muggiano - Milano
- Comitato per il Parco Ticinello onlus - Milano
- Gruppo Ornitologico Lombardo (GOL onlus) - Milano
- Winterwiesen. Gruppo di lavoro sui prati a marcita del Basso Milanese come patrimonio culturale europeo - Milano
- Associazione Culturale il Fontanile - Rodano
- WWF slt Sud Milano - San Donato Milanese
- Associazione Culturale Cascina Santa Brera - San Giuliano Milanese
- Salvambiente onlus - Trezzano sul Naviglio

Un pensiero di gratitudine va a coloro che hanno ideato e realizzato nel Basso Milanese le prime iniziative notturne dedicate alla riscoperta delle lucciole:

Enrico Carini e Tommaso Pozzi (Associazione Ambiente Salute e Alimentazione Binasco) con la "Magica Notte" del Bosco della Bria, a Binasco nel 1998;

Gianni Bianchi (Associazione Amici Cascina Linterno) e Marco A. Righini (GEV Milano) con "La Lusiroeula" di Parco delle Cave, a Milano nel 2002.

il Basso Milanese: paesaggio delle lucciole

Lucciole

VITA SPERICOLATA DI UN COLEOTTERO PIENO DI ENERGIA

Fotografie e testi di
Domenico Barboni

con un saggio di
Riccardo Groppali

TERA  MATA

Per questo lavoro ho potuto fruire dei consigli di John Tyler, l'entomologo inglese che ha realizzato uno studio sul comportamento della *Lampyris noctiluca*, indispensabile per condurre un analogo lavoro in Italia.

Questa pubblicazione non vuol essere un trattato di entomologia, ma un manuale pratico dedicato a quelle persone che desiderano disporre di poche e semplici nozioni per conoscere il comportamento di questi insetti. Per questa ragione ho cercato di redigere schede brevi con un linguaggio accessibile a tutti.

Nel corso degli anni ho accompagnato tante scolaresche alla scoperta della Riserva naturale delle Sorgenti della Muzzetta (Sito di interesse comunitario) nel territorio di Rodano, il paese dove sono nato e dove ho sempre vissuto, e al museo delle tradizioni contadine di Cascina Castello nella vicina Settala. Nutro la segreta speranza che questo libro possa essere utile soprattutto ai giovani. Potranno capire come nella natura che ci circonda molte siano ancora le cose affascinanti da scoprire: la loro osservazione attenta e rispettosa può risvegliare in loro e in noi, l'amore per la Terra.

Tutti i segreti che ho scoperto, il lettore li scoprirà a sua volta attraverso questo libro, osservando le fotografie che documentano, spesso per la prima volta, alcuni momenti della vita delle lucciole. Infatti la biologia di questi insetti, la distribuzione in Italia, la classificazione, riservano aspetti ancora poco conosciuti.

Mi auguro che le lucciole ritornino numerose come un tempo nelle sere d'estate a brillare nei nostri campi e nei nostri parchi: allora significherà che saremo riusciti a preservare o a ripristinare, almeno in parte, la qualità dell'ambiente in cui viviamo.

Domenico Barboni

Desidero ringraziare:

Alberto Belotti che ha creduto in questo libro e collaborato alla sua realizzazione; Gabriella Campioni per i suggerimenti nella stesura dei testi; il prof. Riccardo Groppali per il saggio che ha accettato di scrivere appositamente per questa pubblicazione; la dott.ssa Francesca Cattaneo, della Biblioteca dell'Orto Botanico dell'Università di Pavia, per la preziosa collaborazione nella ricerca bibliografica; il prof. John Tyler per aver concesso alcune sue fotografie; il dott. Andrea Sabbadini, conservatore della Sezione Zoologia degli Invertebrati del Museo di Storia Naturale di Milano, per avermi fornito la lista di controllo delle specie di lucciole presenti in Italia; le associazioni del Basso Milanese, che hanno reso possibile la realizzazione di questo libro grazie alla loro generosa sottoscrizione.

SOMMARIO

- 8 Presentazione
- 10 Lucina bella dove sei?
- 13 Le lucciole: illuminazione, evoluzione e ambiente
di Riccardo Gropali

Caratteri generali

- 20 Un piccolo lampiride
- 22 La morfologia
- 24 Dimorfismo sessuale
- 26 La bioluminescenza
- 32 Il corteggiamento luminoso
- 34 L'accoppiamento
- 36 I pericoli della notte

La *Lampyris noctiluca*

- 38 Il ciclo vitale
- 42 Una lunga vita larvale
- 44 Una formidabile predatrice
- 50 Un'accurata toilette
- 52 La larva si trasforma in pupa
- 55 Da pupa a insetto
- 58 Il maschio verso il primo volo

- 62 Piccolo glossario
- 63 Bibliografia

Presentazione

Da quanto tempo non assistiamo allo spettacolo delle lucine verdi che si accendono e si spengono di sera, nei prati o sulle rive dei corsi d'acqua?

Nel 1990 un'indagine della rivista "Prospettive nel mondo" rivelava che solo tre ragazzi su cento avevano visto una lucciola. Eppure, nella mia fanciullezza, bastava fare qualche passo ai bordi del paese, inoltrarsi nella campagna verso sera, per osservare il fenomeno delle migliaia di lucciole che brillavano tra la vegetazione. Quasi per una sorta di maleficio, questi singolari insetti sono spariti. Della loro scomparsa parlava già Pier Paolo Pasolini in un famoso articolo del 1° febbraio 1975 sul "Corriere della Sera" (*Il vuoto del potere in Italia*): la usava come metafora per denunciare i cambiamenti in atto nella struttura economica e sociale italiana.

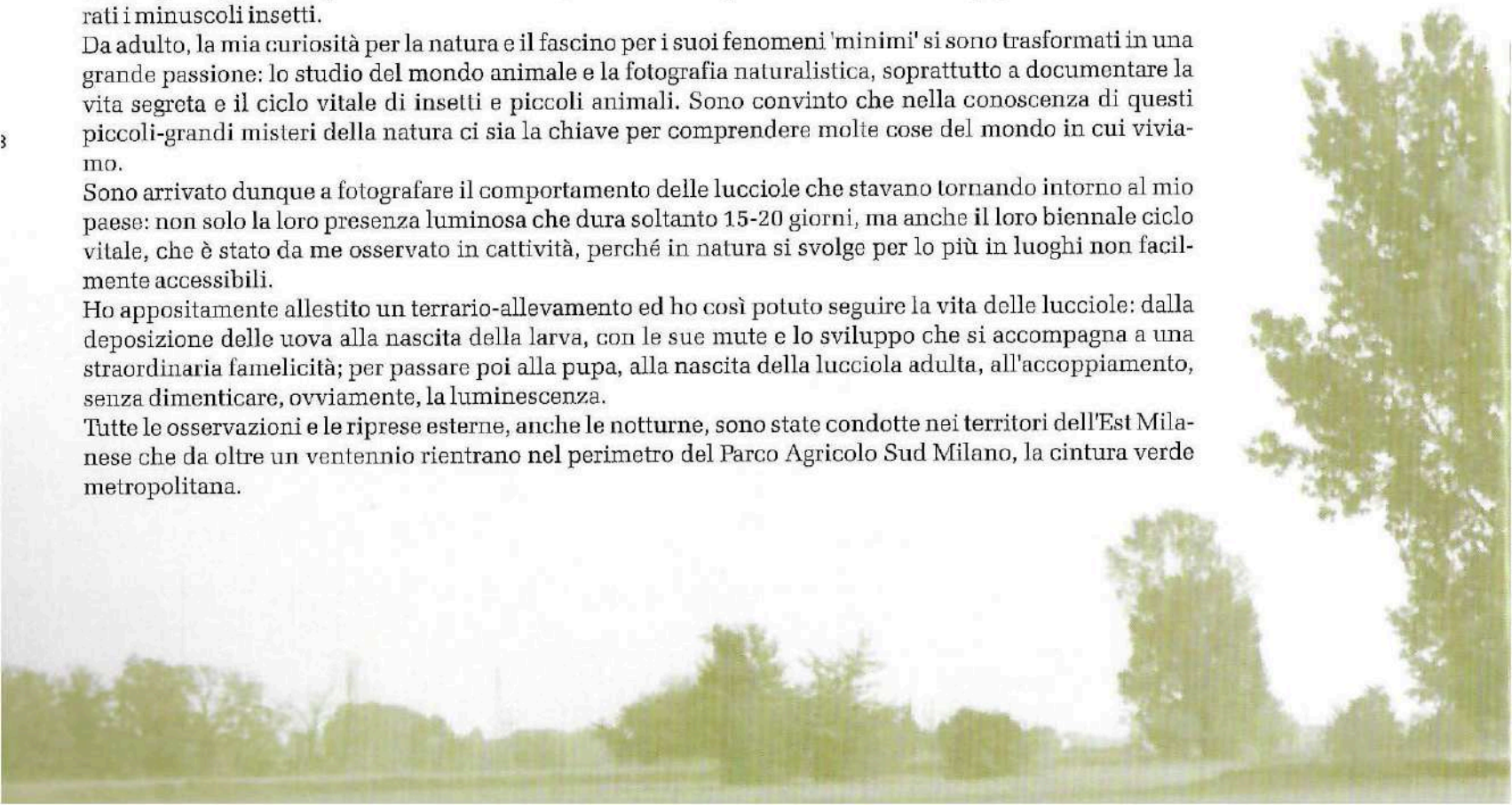
Catturare le lucciole e raccoglierle dentro un bicchiere di vetro era una consuetudine molto amata da noi bambini nelle sere d'estate. Tornati a casa, si capovolgeva con attenzione il bicchiere sul comodino vicino al letto, sperando che nella notte le luci emesse dalle lucciole si tramutassero in monetine. Al mattino, con sorpresa, quella aspettativa si realizzava, naturalmente per mano di mamma e papà, una volta liberati i minuscoli insetti.

Da adulto, la mia curiosità per la natura e il fascino per i suoi fenomeni 'minimi' si sono trasformati in una grande passione: lo studio del mondo animale e la fotografia naturalistica, soprattutto a documentare la vita segreta e il ciclo vitale di insetti e piccoli animali. Sono convinto che nella conoscenza di questi piccoli-grandi misteri della natura ci sia la chiave per comprendere molte cose del mondo in cui viviamo.

Sono arrivato dunque a fotografare il comportamento delle lucciole che stavano tornando intorno al mio paese: non solo la loro presenza luminosa che dura soltanto 15-20 giorni, ma anche il loro biennale ciclo vitale, che è stato da me osservato in cattività, perché in natura si svolge per lo più in luoghi non facilmente accessibili.

Ho appositamente allestito un terrario-allevamento ed ho così potuto seguire la vita delle lucciole: dalla deposizione delle uova alla nascita della larva, con le sue mute e lo sviluppo che si accompagna a una straordinaria famelicità; per passare poi alla pupa, alla nascita della lucciola adulta, all'accoppiamento, senza dimenticare, ovviamente, la luminescenza.

Tutte le osservazioni e le riprese esterne, anche le notturne, sono state condotte nei territori dell'Est Milanese che da oltre un ventennio rientrano nel perimetro del Parco Agricolo Sud Milano, la cintura verde metropolitana.



Per questo lavoro ho potuto fruire dei consigli di John Tyler, l'entomologo inglese che ha realizzato uno studio sul comportamento della *Lampyris noctiluca*, indispensabile per condurre un analogo lavoro in Italia.

Questa pubblicazione non vuol essere un trattato di entomologia, ma un manuale pratico dedicato a quelle persone che desiderano disporre di poche e semplici nozioni per conoscere il comportamento di questi insetti. Per questa ragione ho cercato di redigere schede brevi con un linguaggio accessibile a tutti.

Nel corso degli anni ho accompagnato tante scolaresche alla scoperta della Riserva naturale delle Sorgenti della Muzzetta (Sito di interesse comunitario) nel territorio di Rodano, il paese dove sono nato e dove ho sempre vissuto, e al museo delle tradizioni contadine di Cascina Castello nella vicina Settala. Nutro la segreta speranza che questo libro possa essere utile soprattutto ai giovani. Potranno capire come nella natura che ci circonda molte siano ancora le cose affascinanti da scoprire: la loro osservazione attenta e rispettosa può risvegliare in loro e in noi, l'amore per la Terra.

Tutti i segreti che ho scoperto, il lettore li scoprirà a sua volta attraverso questo libro, osservando le fotografie che documentano, spesso per la prima volta, alcuni momenti della vita delle lucciole. Infatti la biologia di questi insetti, la distribuzione in Italia, la classificazione, riservano aspetti ancora poco conosciuti.

Mi auguro che le lucciole ritornino numerose come un tempo nelle sere d'estate a brillare nei nostri campi e nei nostri parchi: allora significherà che saremo riusciti a preservare o a ripristinare, almeno in parte, la qualità dell'ambiente in cui viviamo.

Domenico Barboni

Desidero ringraziare:

Alberto Belotti che ha creduto in questo libro e collaborato alla sua realizzazione; Gabriella Campioni per i suggerimenti nella stesura dei testi; il prof. Riccardo Groppali per il saggio che ha accettato di scrivere appositamente per questa pubblicazione; la dott.ssa Francesca Cattaneo, della Biblioteca dell'Orto Botanico dell'Università di Pavia, per la preziosa collaborazione nella ricerca bibliografica; il prof. John Tyler per aver concesso alcune sue fotografie; il dott. Andrea Sabbadini, conservatore della Sezione Zoologia degli Invertebrati del Museo di Storia Naturale di Milano, per avermi fornito la lista di controllo delle specie di lucciole presenti in Italia; le associazioni del Basso Milanese, che hanno reso possibile la realizzazione di questo libro grazie alla loro generosa sottoscrizione.

Lucina bella dove sei?

"Alcune cose - notava Aristotele oltre 2.300 anni fa - sebbene nella loro natura non siano fuoco di nessun tipo, sembrano ugualmente produrre luce". Il filosofo greco si riferiva al fenomeno della bioluminescenza e, in particolare, alle lucciole. Quale fosse la fonte di quel vago chiarore che le faceva risplendere rimase per secoli un mistero. Oggi conosciamo abbastanza bene il meccanismo biologico responsabile di questo fenomeno, ma questi insetti sembrano appartenere al mondo delle favole più che a quello reale, perché il loro brillante 'fanale' è unico, come unica è l'atmosfera che essi creano.

Le lucciole con la loro magica luce hanno sempre catturato l'attenzione degli uomini: compaiono in un testo cinese redatto oltre 2.000 anni fa da un discepolo di Confucio; se ne faceva uso nella medicina popolare giapponese, mentre nell'Arabia del 13° secolo venivano mescolate con essenza di rose per il trattamento della suppurazione dell'orecchio. In tutto il mondo hanno ispirato innumerevoli poesie, dipinti e storie fantastiche. Pare che in Gran Bretagna abbondino aneddoti sull'utilizzo che se ne sarebbe fatto per leggere o come fanali per biciclette. I primi esploratori del Nuovo Mondo tornavano con storie analoghe, raccontando dei nativi dell'America Centrale che catturavano gli scarabei Cucuijo e li libe-



ravano nelle loro capanne per illuminarle; delle giovani che se ne ornano infilandoli nei capelli e dell'uso di legarsi ai piedi per rischiarare il cammino notturno nella foresta.

Lucciole fossilizzate molto simili alle attuali sono state ritrovate in rocce formatesi circa 30 milioni di anni fa. Attualmente le lucciole formano un gruppo di circa 2.000 specie distribuite in tutto il mondo. Alcune hanno caratteristiche molto particolari. C'è una specie le cui larve sono capaci di brillare sott'acqua; un'altra, la giamaicana *Photinus synchronans*, che si pensa eviti i predatori assumendo l'aspetto delle deiezioni delle lucertole. È noto che un'altra specie, la *Lamprophorus tenebrosus*, si prende cura delle uova fino a che non si schiudono, cosa rara tra gli insetti che di solito le abbandonano non appena deposte.

Vi sono lucciole esotiche, proprie delle regioni comprese tra l'India e la Nuova Guinea, che offrono un fantastico spettacolo naturale: migliaia e migliaia di maschi, poggiati sulle foglie delle mangrovie lungo i fiumi della giungla, lampeggiano allo stesso ritmo, tanto che gli alberi sembrano animati da pulsazioni luminose sincrone. Le specie oggi presenti in Nord e Sud America si distinguono nettamente da quelle che vivono

in Europa e in Asia, tanto da far pensare che gli antenati dei due gruppi si siano separati tanti secoli fa e da allora abbiano avuto autonoma evoluzione. Oggi il più alto numero di specie si registra nelle zone tropicali del Sud America, dove esse trovano le condizioni ambientali adatte, ma sono diffuse dappertutto, all'esterno dei circoli polari, dalla Terra del Fuoco alla Svezia. Delle 23 specie segnalate in Italia, 4 sono ben insediate nel territorio del Basso Milanese e sono oggetto del lavoro confluito in questo libro.

Le cause della scomparsa delle lucciole sono molteplici. Negli ultimi decenni la campagna ha perduto la sua maggiore risorsa, gli uomini che la abitavano, che vivevano lavorando la terra, governandola e curandola come risorsa vitale. Le sistematiche trasformazioni che hanno livellato le superfici dei campi e cancellato le culture storiche, insieme all'uso dei pesticidi, hanno provocato tanti danni all'ambiente naturale e anche la quasi scomparsa delle lucciole. Le città e i paesi si sono espansi, asfalto e cemento hanno coperto vaste superfici; la terra, l'aria e l'acqua hanno subito un pesante inquinamento. Queste cause, unitamente all'illuminazione artificiale eccessiva, hanno portato alla perdita dell'habitat necessario alle





luciole per nascere e sopravvivere. Anche i nostri occhi hanno perduto la capacità di osservare e di ammirare i fenomeni minimi della natura.

Tuttavia, negli ultimi anni qualcosa è cambiato. Numerosi studiosi e ricercatori sono fiduciosi: dai rilevamenti pare che questi coleotteri dai caratteri tanto particolari stiano tornando a impreziosire con i loro lampi di luce le notti d'estate. Recentemente molti agricoltori, anche grazie a una normativa europea incentivante, hanno impiantato siepi e bordure. Non sono pochi inoltre i casi dove vengono seguite pratiche agricole sostenibili.

Tuttavia, affinché le luciole riescano a colonizzare di nuovo le zone dalle quali sono scomparse, saranno necessari tempi lunghi, perché le femmine, che non volano, non sono in grado di spostarsi per lunghe distanze.

Nelle campagne del Parco Agricolo Sud, intorno a Milano, soprattutto laddove ci sono ambiti a forte valenza naturalistica, il cambiamento si avverte in modo sensibile. Qui, sempre più associazioni danno vita a percorsi notturni di incontro con le luciole, frequentati da centinaia di cittadini.

Le lucciole: illuminazione, evoluzione e ambiente

Riccardo Groppali

Da sempre fonte di stupore per la luce che emettono, le lucciole sono tra gli insetti più noti e maggiormente legati a cultura e tradizioni popolari. Per questo desta ormai una diffusa preoccupazione che dall'abbondanza di alcuni decenni fa si sia passati alla minaccia d'una loro scomparsa da gran parte dei territori che popolavano in precedenza.

Le lucciole occupano quindi un posto molto differente da quello della quasi totalità della restante fauna invertebrata, della cui rarefazione non si cura invece praticamente nessuno.

Come nella maggior parte dei coleotteri, anche le lucciole (famiglia dei lampiridi) hanno il primo paio d'ali (elitre) conformato come un astuccio, che copre il secondo paio impiegato per il volo.

Questi insetti dai tegumenti non molto robusti, particolarmente vistosi di notte per la luce che emettono, mostrano di giorno un aspetto piuttosto insignificante. Hanno infatti dimensioni modeste, il loro capo è più o meno ampiamente celato dal torace, le antenne sono sottili e mediamente lunghe, le zampe hanno lunghezza media e i loro colori sono tendenzialmente bruni. Una particolarità è costituita dalle femmine, che in molte specie mantengono la forma delle larve anche in età adulta, con corpo piatto e segmentato, e con elitre e ali assenti o ridotte e non funzionali.

Alla famiglia dei lampiridi appartengono circa 2.000 specie in tutto il mondo, con adulti e larve caratterizzati dalla presenza d'organi produttori di luce (organi fotogeni) nella regione addominale. Le larve sono predatrici specializzate nella cattura di molluschi terrestri, mentre le femmine si cibano di vegetali e i maschi di nettare, e in alcune specie non s'alimentano del tutto: ad esempio lo stomaco dei maschi adulti di *Lampyris lusitanica* è spesso pieno di bolle d'aria, che servono probabilmente a rendere più leggero il corpo durante il volo.

Le specie italiane di lampiridi sono 21, e le più note e diffuse sono *Lampyris italica*, *Lampyris lusitanica*, *Lampyris noctiluca*, *Lamprohyza splendidula* e *Luciola lusitanica*.

La lucciola più comune è *Lampyris noctiluca*, con maschio alato e femmina con corpo simile a quello della larva, entrambi con capo protetto da un'espansione anteriore del rivestimento del torace. La luce viene emessa, oltre che dalle uova deposte da poco e dalle larve, dalla femmina con gli organi fotogeni situati negli ultimi tre segmenti addominali, due piccoli ai lati dell'ultimo e due grandi e trasversali che occupano quasi interamente i segmenti precedenti; invece il maschio ha due organi fotogeni ai lati dell'ultimo segmento addominale. Secondo Brehm "i luoghi umidi e ombrosi, poco lontani dall'acqua e perciò ricchissimi di chiocciole terragnole, sono le vere stazioni riproduttive" della specie.

Lampyris italica si distingue perché la copertura del torace del maschio raggiunge solo la metà del capo, e nelle femmine le ali sono brevi e non permettono il volo, mentre in *Lampyris lusitanica* anche le femmine hanno ali sviluppate. In entrambe le specie gli organi fotogeni occupano quasi interamente la faccia inferiore degli ultimi segmenti addominali.

La femmina di *Lamprohyza splendidula* è di colore bianco-giallastro e ha la forma corporea della larva, dalla quale si distingue per la presenza di elitre e ali di dimensioni molto ridotte e non funzionali. Le larve hanno organi fotogeni collocati sulla faccia ventrale dei segmenti addominali, dal secondo al sesto, e la loro luce è visibile anche dall'alto in quanto attraversa zone meno pigmentate della copertura corporea dorsale.

Infine sia maschi che femmine di *Luciola lusitanica* sono dotati di ali, ma mentre i primi - caratterizzati dal corpo più allungato - fanno voli d'esplorazione a circa un metro d'altezza, le femmine, con corpo più corto e tozzo, volano poco e si trovano frequentemente tra le erbe che coprono il terreno. Nel maschio è luminosa l'intera area della porzione ventrale del quinto segmento addominale e di quello vicino, risultante dalla fusione tra sesto e settimo, mentre nella femmina sono presenti due organi fotogeni sulla faccia ventrale del penultimo segmento, il sesto.

La produzione della luce

Bioluminescenti come altri animali completamente differenti tra loro, come protozoi, pesci e molluschi abissali e alcuni lombrichi e insetti, i lampiridi emettono luce per mezzo dei loro organi fotogeni. Questi sono costituiti internamente da cellule saturate di cristalli di acido urico che riflettono la luce verso l'esterno, da uno strato intermedio di cellule luminose contenenti una quantità enorme di mitocondri (che forniscono l'energia necessaria) e raggiunte da una fitta rete di terminazioni nervose e di tracheole (sottilissime derivazioni delle trachee che diffondono l'ossigeno all'interno del corpo), e sono protetti esternamente da una cuticola trasparente che permette il passaggio della luminosità prodotta. L'emissione della luce è conseguenza dell'afflusso d'ossigeno nelle cellule luminose (fotociti), determinato da impulsi del sistema nervoso centrale.

L'aria viene fatta affluire tramite terminazioni delle tracheole e il suo accesso è regolato dalla contrazione di muscoli volontari: in presenza dell'ossigeno e con la mediazione dell'enzima luciferasi, la luciferina presente nei fotociti viene ossidata, con conversione quasi completa dell'energia chimica in luce e produzione estremamente limitata di calore. La lunghezza d'onda della luce emessa da *Lampyris noctiluca* è compresa tra 518 e 656 $m\mu$ e il suo colore è blu-verde; durante la loro attività notturna le larve emettono luce per alcuni secondi (7,3 in media) a intervalli della durata media di 20,2 secondi, mentre la femmina la emette continuamente per alcune ore per attirare i maschi. Invece la luce di *Lampyrus splendidula* è giallo-verde, e i maschi di *Luciola lusitanica* emettono - oltre agli impulsi luminosi ritmici del corteggiamento - una debole luce appena prima dell'atterraggio, che s'ipotizza avrebbe la funzione d'illuminare il sito nel quale viene raggiunto il suolo dopo il volo.

Luce e colori del corpo come difesa contro i predatori

Nel corso dell'evoluzione, intorno a 200 milioni d'anni fa, in alcune specie di lampiridi ha iniziato a manifestarsi la bioluminescenza. La funzione di un'illuminazione notturna così vistosa potrebbe sembrare incomprensibile, in quanto la luce può consentire a predatori e parassiti un facile orientamento per raggiungere la sua fonte, se non si sapesse che questi insetti sono sgraditi alla maggior parte dei loro nemici. L'emissione luminosa avrebbe quindi una funzione d'ammonimento (aposematismo): un predatore apprende facilmente che l'insetto che si manifesta in modo così evidente ha un gusto poco accettabile, che segnala la sua tossicità, e ciò lo porta a collegare la luce emessa all'effetto non gradito, per evitare futuri tentativi il cui esito sarebbe spiacevole.

Infatti dopo alcune esperienze i topi di laboratorio imparano a evitare i lampiridi, insieme a tutte le prede luminescenti che vengono poi proposte loro, anche se queste sarebbero invece pienamente commestibili. Con modalità simili e dotate di colori gialli e neri molto evidenti durante il giorno, le vespe vengono rifiutate da gran parte dei predatori che hanno capito, a loro spese, che tentare di cibarsi di questi insetti può procurare punture dolorose.

Per lo stesso scopo ha funzione di ammonimento anche la colorazione corporea delle larve e delle femmine di vari lampiridi, che possono essere individuate sul terreno da predatori terrestri diurni nel corso delle loro esplorazioni.

Infatti i segmenti corporei bruni di alcune specie sono ornati con vistose macchie laterali rossastre (nelle femmine) e giallastre (nelle larve), che segnalano la loro scarsa accettabilità. Ciò è stato dimostrato nel corso d'un esperimento con storni che, dopo aver imparato a evitare queste prede dal gusto repellente, ingerivano invece le larve le cui macchie



erano state oscurate coprendole con vernice di colore neutro: le esperienze negative avevano quindi insegnato loro a collegare tale colorazione evidente con l'effetto repulsivo derivante dall'ingestione di queste prede.

Infatti il sangue (emolinfa) dei lampiridi contiene una sostanza tossica anche per numerosi invertebrati (lucibufagina): per questo le formiche rosse dei boschi, formidabili predatrici d'insetti, s'allontanano immediatamente quando entrano in contatto con l'emolinfa che esce da eventuali ferite sul corpo delle lucciole, per poi pulirsi rapidamente le parti che sono entrate in contatto con essa. Come ulteriore difesa le larve sono dotate di organi che vengono estroflessi in caso di minaccia, collocati sulla faccia dorsale dei segmenti addominali dal primo al settimo, il cui contatto viene evitato da insetti predatori come le formiche rosse dei boschi: la loro superficie è coperta da minuscole vescicole coperte da una membrana sottilissima, che possono rilasciare quantità controllate della tossina presente nell'emolinfa per respingere i predatori, in particolare quelli che cacciano utilizzando l'olfatto.

Ovviamente in natura si trovano sempre nemici in grado d'aggirare le difese di prede protette nei confronti di altri, e infatti i ragni si cibano senza problemi delle lucciole che finiscono nelle loro tele, anche se queste cercano di segnalare la loro generale impalatabilità con serie ravvicinate d'emissioni luminose. Per difendersi poi da altri predatori generalisti la luce emessa dalla maggior parte dei lampiridi non è costante, e ciò rende più difficile individuarli durante la notte. Non può poi essere escluso che il modello di ricerca d'un potenziale predatore venga confuso da una preda che si presenta vistosamente luminosa per breve tempo, per poi scomparire subito dopo nel buio dell'ambiente circostante. Questa difesa può essere assimilata a quella delle cavallette che hanno il colore del suolo sul quale sostano, ma che in caso di disturbo s'alzano in volo mostrando i colori vivaci delle ali posteriori, ripiegate poi e nascoste rapidamente subito dopo l'atterraggio: ciò tende a confondere il predatore, che cercava

prede immobili e poco visibili nel loro ambiente, fino a trovarne una volante molto vistosa, che però scompare poi improvvisamente sul terreno col quale condivide la colorazione di fondo.

Inoltre le emissioni intermittenti riducono il dispendio energetico che sarebbe necessario per un'illuminazione continua, e il segnale ha una maggior efficacia nei confronti di chi lo deve ricevere, evitando il rischio che si verifichi l'assuefazione a un'emissione continua.

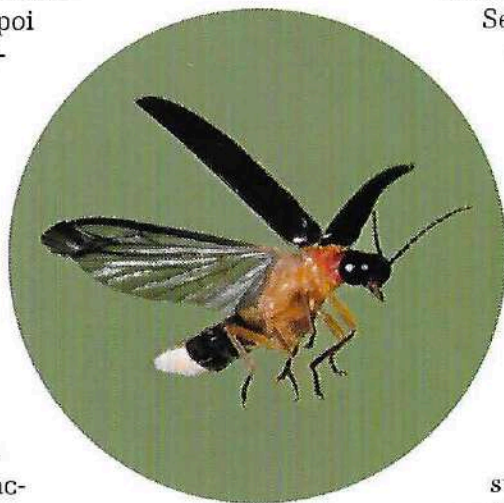
Secondo i più classici meccanismi evolutivi, che determinano sempre il massimo risparmio delle risorse, ciò che ha dimostrato la sua efficacia per la sopravvivenza degli individui d'una specie viene spesso utilizzato anche per altre finalità: così la luce, validamente impiegata per manifestare l'inaccettabilità alimentare delle lucciole, è stata poi usata anche per permettere l'incontro tra i riproduttori. Infatti i lampiridi luminosi utilizzano questi segnali antipredatori, emettendoli opportunamente durante la notte, anche per l'attrazione sessuale, che in quelli non dotati di organi fotogeni ha luogo invece tramite la liberazione nell'aria di minime quantità di sostanze odorose

(feromoni) da parte delle femmine, per guidare i maschi verso di loro.

L'impiego per finalità riproduttive ha però richiesto che la luminosità continua, o provocata dal disturbo da parte di predatori o parassiti, potesse essere modulata in segnali precisi, fatti d'impulsi con cadenze caratteristiche di ciascuna specie, intervallati da pause non luminose.

Tale processo non ha però avuto luogo in tutte le specie, in quanto per alcune (come dimostra la femmina di *Lampyris noctiluca*) la dotazione luminosa originaria è rimasta più che sufficiente ad assolvere il compito d'attrarre i maschi, con un'emissione continua anziché ritmica.

Infatti un'altra grande regola generale dell'evoluzione è che, in mancanza d'una forte pressione selettiva, strutture e comportamenti efficaci non subiscono alcuna spinta in grado di determinare la loro modificazione.



Segnali luminosi e corteggiamento

Nel periodo riproduttivo, dal crepuscolo alle prime ore della notte, quando temperatura e umidità atmosferica sono sufficientemente elevate e il vento è assente o scarso, le lucciole danno inizio al loro corteggiamento, basato su segnali luminosi che permettono ai partners di riconoscere il colore delle emissioni e il loro eventuale ritmo come caratteristici della loro specie, e al maschio d'avvicinarsi a una femmina per cercare di accoppiarsi.

Lo scambio di questi segnali permette il riconoscimento dell'appartenenza alla stessa specie, dimostrando che il loro controllo ha seguito ben precisi percorsi evolutivi: in questo modo vengono evitati inutili tentativi d'accoppiamento con specie simili, e soprattutto la perdita di tempo nella breve stagione riproduttiva. Inoltre tale scelta permette d'economizzare energia, in quanto al maschio è sufficiente osservare l'ambiente negli intervalli tra

le sue emissioni luminose per rilevare se qualche femmina gli risponde nel buio.

In questo caso, seguendo la luce emessa dalla femmina, è in grado di raggiungere la partner potenziale senza sbagliare specie, in quanto i segnali delle lucciole che vivono nel medesimo ambiente sono differenti tra loro.

In *Lampyris noctiluca* la femmina (non alata) sosta immobile sul terreno e, dopo aver scelto un sito dove può essere individuata più facilmente dai potenziali partners volanti, solleva l'addome ed emette una luce continua: gli occhi dei maschi sono particolarmente sensibili alla sua lunghezza d'onda, anche per la presenza d'una banda di pigmento giallo al loro interno, che restringe fortemente la sensibilità ai colori nelle condizioni d'emissione del segnale. Per questo essi prediligono un'intensità luminosa corrispondente a quella emessa normalmente dalle femmine, e rispondono soprattutto a luci di grandezza e con disposizione uguale a quella della loro part-

na luminosa da una distanza che raggiunge i 15 metri. Se non viene raggiunta da nessun maschio la femmina mantiene la sua luce accesa per un paio d'ore, tranne spegnimenti motivati da disturbo o minacce, e se l'accoppiamento non ha avuto luogo si ritira nel suo riparo per riemergerne la notte successiva, ripetendo il suo tentativo d'attrazione per una decina di notti consecutive.

Il maschio di *Lamprohiza splendidula* produce volando nei boschi, a un'altezza di 6-8 metri, emissioni luminose di colore giallo-verde che durano 3 secondi, con intervalli di durata spesso maggiore tra questi impulsi.

Una femmina di *Luciola lusitanica*, posata al suolo tra la vegetazione fitta, attira i maschi volanti rispondendo con un lampo a qualsiasi stimolo luminoso che abbia forma rettangolare, ed emettendo anche centinaia di lampi consecutivi alla frequenza di circa uno al secondo, per la durata massima di

mezz'ora; l'attività luminosa è comunque irregolare, e alterna lunghi periodi d'inattività (anche superiori a 5 minuti) con fasi di emissioni.

La femmina inizia a rispondere da vari metri di distanza ai lampi maschili e il maschio la localizza rapidamente, orienta il volo nella sua direzione, sorvola per ispezionare il sito dove l'ha individuata, atterra emettendo una luce più debole ma continua, s'avvicina e poi cerca d'accoppiarsi.

Durante il volo d'avvicinamento il maschio emette un impulso luminoso al secondo della durata di 200-250 msec, cui la femmina risponde dopo 0,3 secondi, poi s'abbassa volando in cerchi e spirali irregolari, emettendo segnali cui la femmina continua a rispondere e infine con un'emissione prolungata di debole

luminosità (che dura eccezionalmente fino a 10 secondi). Poi atterra e cerca la femmina, ma se si posa troppo lontano può riprendere il volo per avvicinarsi, e quando la incontra cessa il dialogo luminoso e ha luogo l'accoppiamento, che dura da 20 minuti a oltre un'ora.



mina che gli stava rispondendo: esso assume allora un comportamento luminoso femminile e risponde ai segnali di altri maschi in volo per indurli ad atterrare vicino a lui. Questa curiosa inversione dei ruoli può essere spiegata con il fatto che ogni maschio può accoppiarsi più volte, quindi uno che è sì è posato presso una femmina che non riesce a raggiungere segnalerebbe tale presenza ad altri maschi, che forse saranno più fortunati o abili di lui: in seguito tale favore gli potrà essere restituito da un altro maschio che si troverà nella medesima situazione. Se invece il maschio segnalatore non sarà mai in grado di raggiungere una femmina, favorirà altri individui migliori di lui e quindi comunque più adatti alla propagazione della specie.

Deposizione delle uova e sviluppo delle larve

Le uova hanno forma quasi sferica e in alcune specie son per breve tempo leggermente luminose, e vengono deposte in numero non elevato in ambienti sufficientemente umidi, spesso sotto le pietre o tra le radici di piante. Ogni femmina di *Lampyris noctiluca* poco dopo la fecondazione ne depone in giugno-luglio un centinaio, che si schiuderanno in 35 giorni a temperature di 18-20°C.

Le larve hanno corpo segmentato allungato e appiattito, capo spesso coperto dal bordo anteriore del torace e mandibole allungate a forma di falce, percorse internamente da un sottile canale che permette d'inoculare succhi gastrici nelle prede, con effetto paralizzante e digestivo. Tipicamente sono dotate d'una coppia d'organi fotogeni sulla faccia ventrale del penultimo segmento addominale, e la loro luminosità può essere continua oppure venir indotta da una minaccia. All'apice dell'addome si trova una vescicola che può essere estroflessa, dotata di minuscoli uncini rivolti all'indietro disposti in serie lineari trasversali, che viene utilizzata per ripulirsi dal muco delle chioccioline dopo essersene cibate, piegando l'addome e passandola sul corpo. Secondo Brehm in

Lamprohiza splendidula "questa occupazione, interpretata erroneamente, diede origine alla falsa ipotesi che la femmina, confusa con la larva, si cibi dei propri escrementi".

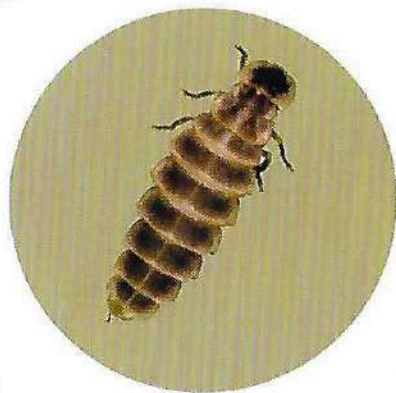
Mentre la vita degli adulti dura soltanto una decina di giorni, con la femmina di *Luciola lusitanica* che depone nella stessa notte dell'accoppiamento e muore poco dopo, la larva vive 2-3 anni. Per superare l'inverno le larve di *Lampyris noctiluca* s'infossano negli strati superficiali del terreno quando la temperatura s'abbassa e tornano in attività in primavera, per diventare poi ninfe all'inizio dell'estate successiva. La trasformazione in adulti si verifica dopo 10-13 giorni di completa riorganizzazione corporea pupale.

Larve e chioccioline

Le larve delle lucciole sono predatrici formidabili, specializzate nella cattura di chioccioline e limacce, che verrebbero individuate seguendo la traccia di muco che lasciano sul substrato durante i loro spostamenti: non è chiaro però se ed eventualmente in quale modo sono in grado di distinguere dove si è diretta la preda potenziale, in quanto un inseguimento nella direzione sbagliata sarebbe soltanto controproducente. La preferenza alimentare per le chioccioline determina la presenza di quantità più elevate di lampiridi nelle zone ricche di calcare, perché tale sostanza è fondamentale per la produzione e l'accrescimento del guscio di questi molluschi.

Secondo una curiosa leggenda le larve sarebbero in grado di predare con maggior facilità le chioccioline convincendole a uscire dal loro guscio, riproducendo sulla sua superficie con le zampe il ticchettio della pioggia che spinge al movimento questi molluschi: tale comportamento però non è mai stato osservato, e d'altra parte bisogna pensare che una goccia di pioggia che cade sul guscio d'un mollusco trasmette al suo interno un suono ben più violento di qualsiasi colpo che il piccolo predatore è in grado d'imprimere.

Nella realtà, una volta individuata la preda la larva s'avvicina con cautela e poi infigge le forti mandibole aguzze nel suo



corpo, per inoculare tramite il canalicolo che le percorre per tutta la loro lunghezza un liquido anestetico e tossico. Questa secrezione gastrica di colore bruno viene pompata nella cavità boccale e da qui alle mandibole dalla contrazione di muscoli situati tra stomaco ed esofago: la sua funzione è anche digestiva, e per questo viene inoculata con morsi successivi allo scopo di preparare a livello extracorporeo un alimento liquido che sarà assunto dalla bocca della larva, con l'aiuto della contrazione della faringe che funge da organo aspirante.

Questi agili predatori possono cibarsi di chioccioline il cui peso corporeo è pari a 200 volte il loro, utilizzandone a volte il guscio come riparo mentre s'alimentano del loro costruttore. Se invece la quantità di liquido gastrico inoculato risulta insufficiente, la chiocciola può riuscire ad allontanarsi.

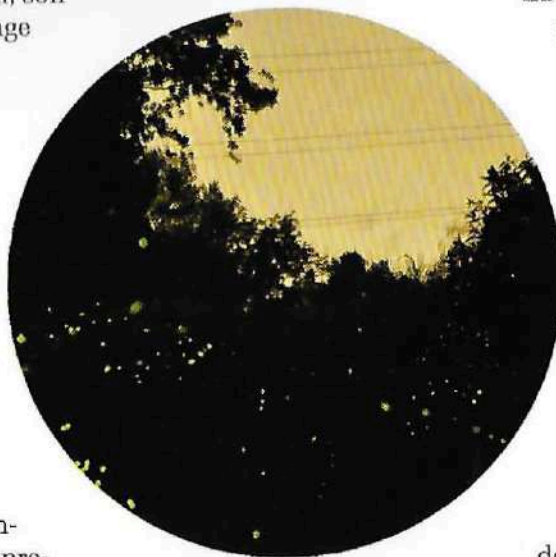
Le lucciole nell'ambiente alterato dall'uomo

Nei ricordi di tutte le persone che alcuni decenni fa frequentavano gli ambienti naturali, la presenza delle lucciole era una costante di tutte le notti tra la primavera e l'estate. Poi il numero di questi insetti ha iniziato a diminuire con una rapidità preoccupante, e vasti territori ne sono ormai completamente privi. Come si è verificato per molti altri insetti e invertebrati, la scomparsa locale e la generale riduzione delle lucciole dipendono da numerose cause, tutte operanti contemporaneamente. Tra i più importanti fattori negativi la forte e ubiquitaria diffusione d'insetticidi, che non fanno distinzioni tra le specie che danneggiano l'agricoltura e quelle ininfluenti o addirittura utili, come i parassiti e i predatori degli insetti dannosi e gli impollinatori di alberi da frutto e ortaggi. Grande incidenza locale hanno poi gli insetticidi utilizzati proprio per combattere le lucciole negli allevamenti di chioccioline, e i molluscicidi usati nelle colture orticole che privano le larve delle loro prede. Inoltre hanno grande incidenza anche numerosi danni indiretti, come l'impiego eccessivo di diserbanti (che riducono il

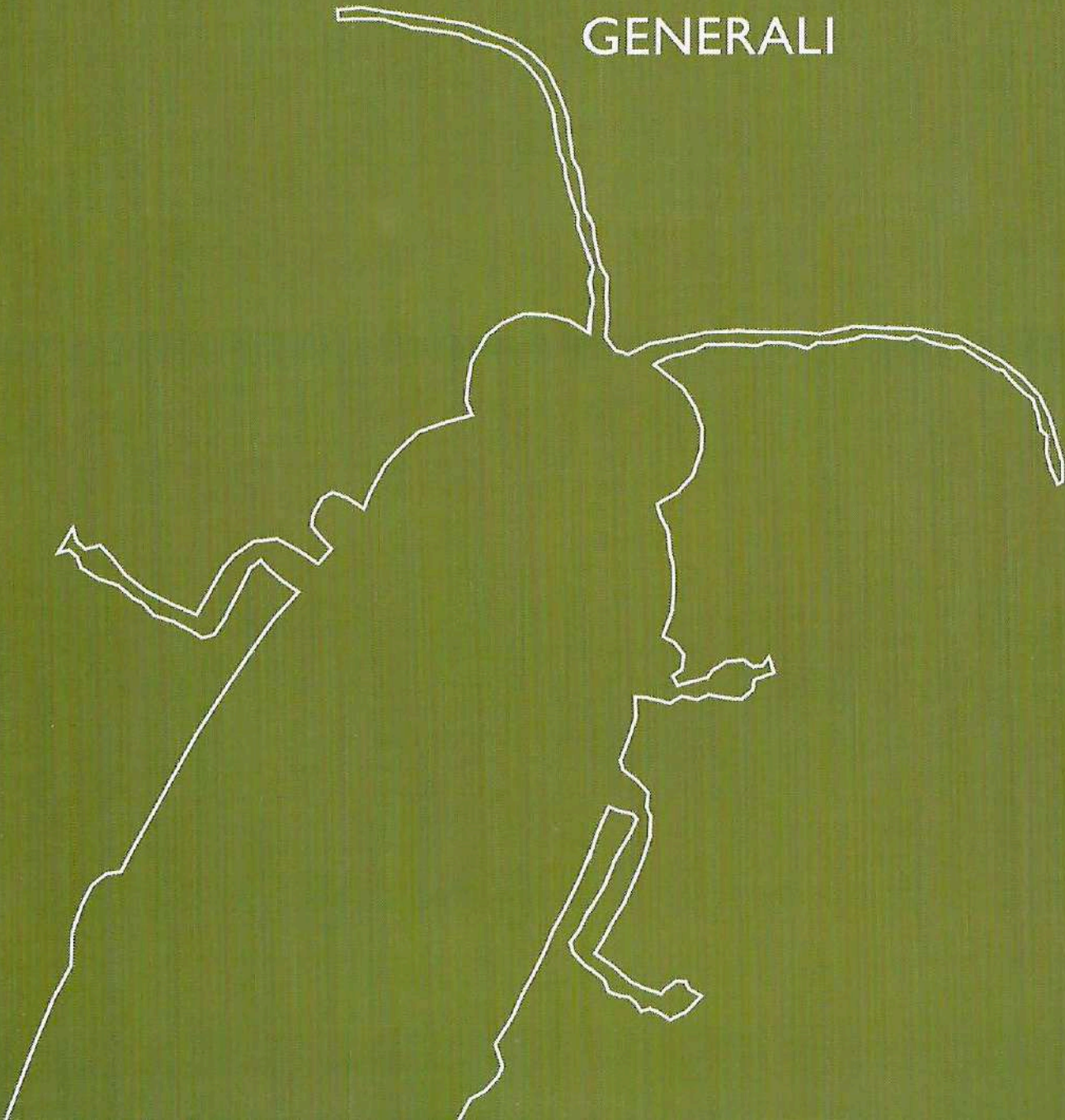
cibo disponibile per le chioccioline e ne diminuiscono le presenze) e di fertilizzanti, soprattutto di sintesi, che alterano e degradano la struttura del suolo nei cui strati superficiali si riparano le larve. Molto diffusa ed estremamente dannosa poi la fresatura cui sono sottoposti di frequente i margini dei coltivi, soprattutto se tale operazione viene eseguita in piena stagione d'attività della fauna minore, con la distruzione di tutti i piccoli animali viventi sulla superficie inerbata oggetto del trattamento e in particolare delle chioccioline, il cui guscio viene quasi sempre frantumato.

Inoltre nella campagna più produttiva l'accorpamento dei campi, con l'eliminazione delle siepi e dei filari, e la semplificazione della rete irrigua hanno privato numerosi animali dei siti indispensabili per vivere in questi ambienti, mentre l'espansione delle aree edificate o comunque antropizzate e l'inquinamento delle acque e del suolo hanno provocato altri danni, anche irreparabili, a tutta la fauna. Ma anche modificazioni ambientali apparentemente prive d'influenza sono risultate invece molto dannose per le lucciole: ad esempio l'illuminazione stradale fuori dagli abitati, che oltre tutto è spesso inutile ed eccessiva, può rendere invisibili i segnali emessi da questi insetti, sovrastandoli con la sua maggior potenza luminosa e impedendo l'incontro dei partners.

A tutto questo possiamo aggiungere le modificazioni del clima provocate dal riscaldamento globale, che hanno determinato il concentramento delle piogge in periodi molto brevi e l'aumento dell'aridità nel resto dell'anno: ciò può avere conseguenze particolarmente negative per insetti come le lucciole, che hanno bisogno di ambienti sufficientemente umidi e le cui larve si cibano d'invertebrati che necessitano anch'essi d'umidità elevata.



CARATTERI GENERALI



UN PICCOLO LAMPIRIDE

Le lucciole sono piccoli coleotteri appartenenti alla famiglia dei lampiridi che vanta circa 2.000 specie e 100 generi. Sono diffuse in Europa, in Asia e ai Tropici. L'Italia, con le sue 23 specie riconosciute, riconducibili a 5 generi, è il paese europeo dove questi insetti sono più diffusi. La caratteristica principale dei lampiridi è la capacità di emettere luce in corrispondenza degli ultimi segmenti addominali. Se non fosse per il fenomeno della bioluminescenza risulterebbe difficile notare la presenza di questi insetti, infatti il loro corpo è protetto da tegumenti ben poco appariscenti. La bioluminescenza non è una prerogativa esclusiva degli adulti; nei giorni che seguono la deposizione anche le uova, nascoste tra le radici delle piante, emettono luce per un breve periodo di tempo. Le larve sono allungate, appiattite, specializzate nella caccia ai molluschi, anch'esse luminescenti.



Femmina di *Luciola italica*



Maschio di *Luciola lusitanica*

Tabella dei generi e delle specie presenti in Italia

Genere	Specie
<i>Nyctophila</i> E. Oliver, 1884	4
<i>Lampyris</i> Geoffroy, 1762	9
<i>Lamprohiza</i> Motschulsky, 1852	7
<i>Phosphaenus</i> Leport de Castelnau, 1833	1
<i>Luciola</i> Leport de Castelnau, 1833	2



Luciola italica



Luciola lusitanica



Lamprohiza splendidula

Le specie più diffuse in Italia e in particolare nelle campagne dell'Est Milanese irriguo, sono quattro.

Luciola italica: pronoto rosso con macchia nera al centro dello stesso; elitre finemente bordate di giallo.

Luciola lusitanica: pronoto rosso vivo senza la macchia nera; elitre interamente nere e corpo più allungato.

Lamprohiza splendidula: pronoto arrotondato con due finestre trasparenti che lasciano intravedere i grandi occhi sottostanti; elitre ruvide grigio scuro.

Lamprohiza noctiluca: pronoto non arrotondato nella parte posteriore; elitre marrone scuro.



Lamprohiza noctiluca

LA MORFOLOGIA

Le lucciole sono dotate di capo, torace e addome. Il capo porta antenne non troppo lunghe, occhi composti e l'apparato boccale. Il torace è composto da tre segmenti: il protorace, il mesotorace e il metatorace, ognuno dei quali reca inferiormente un paio di zampe. Maschi e femmine sono molto diversi fra loro.



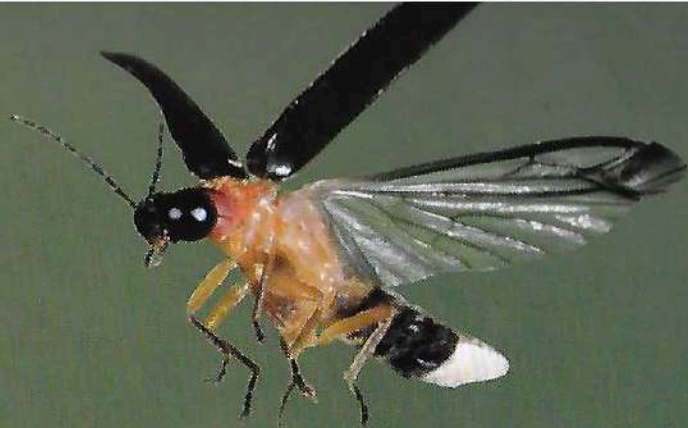
I maschi possiedono occhi più grandi e più sviluppati che occupano gran parte della testa. Sia il maschio che la femmina del genere *Luciola* hanno il pronoto che non ricopre totalmente il capo, ma lascia scoperti due grandi occhi sferici neri; invece i generi *Lampyrus* e *Lamprohiza* hanno il pronoto che li copre interamente. I grandi occhi composti sono formati da 2.000 ommatidi, mentre quelli della femmina da soli 300. Più alto è il numero degli ommatidi, maggiore sarà la risoluzione dell'occhio e, di conseguenza, migliore la visione.



Ali ed elitre

Il volo è una conquista di pochi. Nel regno animale i gruppi che hanno questa prerogativa sono solamente tre: pipistrelli, uccelli e insetti; nel caso di questi ultimi però, sono in molti a non poter volare.

Gli antenati delle lucciole possedevano due coppie di ali come le libellule; nei maschi, quelle anteriori si sono modificate al fine di proteggere le posteriori, trasformandosi in elitre e perdendo la loro funzione iniziale.



Le elitre costituiscono una particolarità di tutti i coleotteri; in alcune specie sono diventate resistenti, si presentano sotto forma di una membrana morbida, modellate perfettamente al corpo. Prima del volo vengono sollevate per consentire alle sottostanti ali ben sviluppate di entrare in funzione, e le accompagnano con appena percettibili oscillazioni.

Le ali delle lucciole sono più lunghe delle elitre ma vengono completamente protette durante il riposo. Tuttavia, solo ai maschi adulti delle lucciole è consentito volare. Le femmine sono totalmente attere ed hanno nella maggior parte dei casi un aspetto vermiforme; sono anche prive di ali ed elitre, anche se in alcune specie, come la *Luciola italica* e la *lusitanica*, le elitre coprono sottostanti ali inadatte al volo.

DIMORFISMO SESSUALE

In numerosissimi animali l'aspetto esterno differisce a seconda del sesso: per esempio, il pavone maschio presenta un piumaggio dai vistosi colori, al contrario della femmina che ne ha uno modesto. Tale disparità è nota come dimorfismo sessuale. Anche negli insetti, la mole, il colore, la forma e le dimensioni delle antenne, le zampe e le ali, differiscono a seconda del sesso. In molti lampiridi le differenze tra maschio e femmina sono tanto marcate che si fatica a credere che quelle piccole creature appartengano alla stessa specie.

Luciola italica e lusitanica

Lievi diversità si osservano nei maschi e nelle femmine della *Luciola italica* e della *lusitanica*, le cui femmine, a differenza di tutte le altre specie prese in considerazione in questo libro, non hanno un aspetto vermiforme, bensì posseggono elitre ben sviluppate, con sottostanti ali membranose e atrofizzate. Il maschio misura 10 mm di lunghezza e la femmina 8. Entrambi i sessi posseggono bande luminose negli ultimi segmenti addominali.

Luciola italica



M



F



M



F

Luciola lusitanica

Lampyris noctiluca



Lampyris noctiluca

Uno degli esempi classici e meglio esplicativi del dimorfismo sessuale ci viene dalla *Lampyris noctiluca* nella quale esso è molto marcato. I maschi infatti hanno una struttura che rispecchia quella tipica della maggior parte dei coleotteri che volano, mentre le femmine conservano, allo stato adulto, un aspetto larvale; sono chiamate anche "vermi luminosi" in relazione all'aspetto che poco le fa assomigliare a un coleottero, e si rivelano vistosamente più grandi dei maschi. Questi ultimi misurano fino a 13 mm di lunghezza, mentre le femmine raggiungono i 16-18 mm.

Lamprohiza splendidula

Sorella minore della precedente. Il maschio di questa specie misura 8-10 mm di lunghezza e assomiglia al maschio della *Lampyris noctiluca*, mentre la femmina, di eguali dimensioni, ha l'aspetto di una larva appiattita di colore bianco-giallastro. Le sue ali rudimentali, molto corte, a forma di scaglie, sono poste in corrispondenza del primo segmento vicino al pronoto. Le femmine di questa specie emettono una luce continua più intensa del maschio.



Lamprohiza splendidula

LA BIOLUMINESCENZA

La bioluminescenza è il fenomeno per cui un organismo vegetale o animale emette energia luminosa.

La luce emessa dalle lucciole ha una colorazione che varia dal verde al giallo; a seconda della specie, la durata e la frequenza si modulano in modo differente. Le lucciole emettono una luce fredda la cui origine ha incuriosito per molti secoli gli scienziati. Solo da poco si è scoperta la sostanza chimica che la produce, ma molti aspetti fisici e biologici non sono ancora del tutto chiari. La moderna spettroscopia ha rilevato che



quella luce è di origine chimica e deriva precisamente dall'ossidazione di una proteina, detta luciferina, sita all'interno degli organi fotogeni (generatori di luce) che, nelle lucciole, si trovano nella parte ventrale. In presenza di ossigeno, la luciferina reagisce, e grazie a un enzima, la luciferasi, si trasforma in un'altra sostanza, liberando energia sotto forma di luce.

Quando si produce luce, solitamente una parte dell'energia viene dispersa sotto forma di calore. Basta toccare una lampadina a incandescenza quando è accesa per rendersene conto. La lucciola, invece, produce luce fredda, quindi in modo più efficiente, con una dispersione minima di calore. È stato accertato che i suoi organi fotogeni offrono un rendimento eccezionale del 92-99%, laddove quello di una lampadina elettrica a incandescenza risulta al massimo del 4%. Anche se dal punto di vista fisico non è una luce fredda in senso assoluto, poco ci manca.

Pur essendo riferito all'emissione luminosa della lucciola, il fenomeno della bioluminescenza può avvenire anche grazie ad altre creature. Ad esempio, è particolarmente intenso nelle acque di Mosquito Bay o Biobay nell'isola Vieques, al largo di Porto Rico. Tuffandosi di notte in mare, l'acqua si accende di un'intensa luce azzurra grazie all'elevata concentrazione di microorganismi vegetali chiamati dinoflagellati. Questi microorganismi sono stati rilevati anche nel nostro Adriatico. In anni particolari, tra fine agosto e settembre, essi illuminano le onde e le impronte dei piedi sul bagnasciuga grazie a un fenomeno che viene poeticamente chiamato "mare in amore".

Se si mettono a confronto gli organi luminosi di tre specie di lucciole (a destra), si può notare come essi siano situati in corrispondenza degli ultimi due segmenti dell'addome o distribuiti su più segmenti. Si accendono o si spengono con modalità e colore che differiscono da una specie all'altra. In alcune femmine le bande luminose sono più sviluppate che nei maschi e, in effetti, la loro luce risulta essere più potente.

Segmenti luminosi di tre specie a confronto



Lampyris noctiluca



Luciola italica



Lamprohiza splendidula



MASCHI

FEMMINE

Un fanale incorporato



L'organo produttore della luce collocato nella parte caudale dell'addome, ha una struttura molto caratteristica. Osservandolo da vicino, sezionato trasversalmente, lo possiamo paragonare a un fanale d'automobile. Nel nostro caso il 'vetro anteriore' (1) è costituito da uno strato chitinoso trasparente mentre la 'parabola' (2) è formata



Maschio di *Luciola italica*

Dialoghi colorati nella notte

Nelle sere d'estate, sui prati o sulle rive dei corsi d'acqua, i maschi di lucciola volano senza sosta ondeggiando, secondo una precisa traiettoria di volo, ed emettono i tipici lampi per segnalare alle femmine la loro presenza. Alcuni coleotterologi possono identificare le varie specie in base alle sequenze di intermittenza. Ad esempio, la *Lamprohiza splendidula* emette un impulso di colore verde brillante della durata di tre secondi, che l'obiettivo fotografico coglie come una striscia luminosa (in basso). Non è una gran volatrice e deve atterrare dopo poche emissioni. Sia la *Luciola italica* sia la *lusitanica* emettono invece lampi di luce tondeggianti di colore giallo, a intermittenza, ogni secondo (a destra). Nei prati dell'America settentrionale i maschi non hanno vita facile perché si aggira una specie di lucciola la cui femmina ha imparato correttamente il linguaggio luminoso di molti lampiridi suoi parenti e risponde ai lampeggi dei maschi di altre specie spacciandosi per la loro partner. Illusi di aver trovato l'anima gemella, i malcapitati atterrano per accoppiarsi: quella che si trovano di fronte è una lucciola simile a loro, ma più grande, chiamata *Photuris versicolor*, che in un batter d'occhio li divora.

LAMPROHIZA SPLENDIDULA



Maschio

Segmenti luminosi

LUCIOLA ITALICA



Maschio



Segmenti luminosi

IL CORTEGGIAMENTO LUMINOSO

Nel mondo degli insetti, l'incontro fra maschio e femmina è spesso l'epilogo di una romantica ricerca fatta di suoni e concertini che ha lo scopo di portare a felice compimento gli impulsi riproduttivi. Ogni specie produce una propria sequenza di note. Se il richiamo sessuale di cavallette e grilli consiste in segnalazioni sonore, per le lucciole gli incontri tra i partner avvengono dopo un muto dialogo fatto di lampi di luce per segnalare le rispettive presenze nell'oscurità.

L'evento si ripete puntuale ogni anno, con una lucina che si accende nel prato e un'altra che risponde. Il rituale di corteggiamento inizia col maschio che vola emettendo lampi di luce. La femmina, immobile, attende posata su uno stelo o su una pianta erbacea, a poca distanza dal suolo; appena avvista il segnale di un maschio della sua specie, solleva l'addome e risponde con la propria luce. I maschi che hanno occhi ben sviluppati, sono capaci di percepire senza difficoltà i segnali lanciati dalle femmine. Fra un segnale e una risposta, maschio e femmina sincronizzano perfettamente il ritmo delle emissioni luminose in un delizioso duetto, fino all'incontro tanto atteso.





Maschio di *Luciola italica*

L'ACCOPIAMENTO



Il fenomeno dell'accoppiamento, così importante per la continuità della specie, comprende più fasi che si svolgono in modi molto differenti anche all'interno del genere *Luciola*.

Nel caso della *Luciola italica*, il maschio, individuata e raggiunta la femmina, incomincia a stimolarla con le antenne per sondarne la disponibilità (in alto). Se questo incitamento viene accettato, la femmina restituisce il gesto in contemporanea. Soltanto dopo i rituali di corteggiamento, il maschio si porta sul dorso della femmina e si tiene saldamente aggrappato con le zampe ai bordi laterali delle elitre. Alcuni maschi

rendono ancora più salda la presa afferrandosi alla compagna anche con l'apparato boccale.

L'accoppiamento dura circa un'ora, ma se non vengono disturbati può proseguire anche per 6-8 ore. L'organo copulatore raggiunge le vie genitali della compagna e rilascia il liquido fecondante (a destra). La femmina feconda, dopo un paio di giorni, dovrà trovare un posto adatto per deporre le uova. Se fosse il luogo sbagliato le uova potrebbero disseccarsi o inzupparsi d'acqua: prima di deporre, sonda accuratamente il terreno con due acuti sensori che porta all'estremità della coda.



I PERICOLI DELLA NOTTE

Anche le lucciole occupano un posto preciso nei complessi rapporti trofici e nelle catene alimentari che si instaurano negli ecosistemi naturali. Vi sono animali che per vivere devono uccidere altri animali e cibarsene. Le lucciole, che allo stato larvale si nutrono di chioccioline o limacce, a loro volta possono essere predate da numerosi animali, come rospi, pipistrelli e ragni.

La notte è piena di insidie e non sempre gli approcci amorosi di questi piccoli insetti si svolgono in un clima sereno e idilliaco; nel prato dove sono intenti a volare e a segnalare la loro presenza alle femmine, i maschi possono cadere nelle insidiose trappole di seta dei ragni. Avvolti come piccole mummie, attendono il loro destino, lasciando acceso il 'fanale' per segnalare ad altre lucciole il pericolo.

LA
LAMPYRIS NOCTILUCA



IL CICLO VITALE

Il ciclo vitale della lucciola richiede un processo attraverso il quale essa otterrà il suo aspetto definitivo: la cosiddetta metamorfosi. Per alcuni insetti si tratta di un processo semplice e breve; altri invece devono passare attraverso numerosi stadi profondamente diversi fra loro. Possiamo dividerli tra coloro che da adulti avranno l'aspetto simile a quello della nascita e altri che saranno invece molto diversi nelle due fasi della vita. La lucciola compie una metamorfosi completa, ossia si trasforma, attraverso quattro forme di vita ben distinte: uovo (1), larva (2), pupa (3), insetto adulto (4). L'intero ciclo ha una durata di due anni.

Durante i mesi estivi, da metà giugno a metà luglio, dopo l'accoppiamento (5), le femmine adulte di *Lampyrus noctiluca* depongono normalmente da 50 a 60 uova del diametro di 1 mm e le nascondono in luoghi riparati, freschi e umidi. Mentre le femmine sono intente a questo faticoso compito che ha la durata di 3-4 ore (6), la maggior parte dei maschi muore. Le femmine rimarranno a brillare fra i cespugli ancora per qualche giorno.





5

È piena estate quando le uova sferiche di colore giallo pallido si schiudono: in cattività sono occorsi 22 giorni, a una temperatura costante di 27 °C. L'uovo appena deposto è estremamente fragile, ma nel giro di un giorno si indurisce e diventa più resistente. Nei primi giorni si potrebbe registrare l'emissione di una debolissima luce gialla che sembra provenire sia dal tuorlo, sia dal sottile strato di patina gelatinosa che la femmina ha usato per non disperdere le uova e per proteggerle da muffe e predatori (7).

Dopo una quindicina di giorni, sulle minuscole uova semitrasparenti cominciano a comparire alcune tracce scure: sono il



7



6

preannuncio di quei disegni che caratterizzeranno il dorso delle larve e che si faranno via via più marcati nel corso dello sviluppo (8).

Ancor prima della schiusa sarà possibile vedere i segmenti della giovane lucciola contro le pareti interne dell'uovo, il corpo è inarcato, con la testa che tocca la coda. Per rompere il guscio ora deve fare pressione col corpo: in un paio di minuti, una dopo l'altra, tutte le larve cominciano a fare capolino (9).

In questa fase così delicata la larva deve compiere dei movimenti rischiosi e non osa avventurarsi senza aver preso qualche precauzione. È un'operazione che avviene con estrema



8



9

lentezza, quasi a fatica, durante la quale l'insetto è del tutto indifeso. Per uscire dall'uovo, la larva deve allungare il corpo e sollevarlo più in alto possibile (10). Poi, pian piano, lo deve ripiegare in avanti fino a toccare la coda con la testa (11). L'unico sostegno nel compiere questo difficile movimento è un filo di sicurezza che madre natura le ha messo a disposizione. La sua vita è affidata a questo sottile filo serico, quasi trasparente, che tiene il torace legato al segmento caudale. Se questa sicurezza, indispensabile per continuare la metamorfosi, dovesse per qualche motivo rompersi, il corpo molliccioso e non ancora formato della larva cadrebbe nelle mani di pre-



10

datori senza possibilità di sopravvivenza. La piccola larva si curva in avanti quasi a formare una O (12), poi, con un ulteriore sforzo, aiutandosi con la testa, fa pressione sulla parte caudale e sfila definitivamente l'estremità dell'addome dall'uovo aperto. Dopo una breve pausa necessaria per riprendere forza, deve compiere gli stessi movimenti, ma in senso antiorario, per distendersi sulla schiena. Con molta cautela si piega all'indietro, sempre sorretta dal quel filo di sicurezza, che nella prima fase è stato molto utile per potersi curvare in avanti. Ora però si rivela corto e ingombrante tanto da non permettere alla larva di allungarsi (13). Essa deve



11



12



13

effettuare un piccolo stiramento per romperlo, non prima di secernere dalla parte anale una sostanza dall'odore sgradevole per scoraggiare eventuali predatori; al principio viene tratteneuta in loco in forma di goccia.

Spezzato il filo, può finalmente adagiarsi sul dorso, e aspetta che il suo corpo prenda le vere sembianze di una larva che cresce in fretta. Le zampe prendono forza; mantenute alzate, trattengono la goccia di liquido che nel frattempo è stata fatta scivolare dalla parte anale verso l'addome. Si formano le dodici placche sulla schiena che la proteggeranno da adulta, le spuntano i palpi sul capo necessari per orientarsi, il corpo si



14

indurisce e cresce fino a 4 mm di lunghezza (14). Dopo circa 10 minuti dall'uscita dall'uovo, la larva si porta sulle zampe ed è pronta a cominciare la sua lunga vita larvale. In questo momento ha la pelle soffice, di color grigio fumo, punteggiata di nero (15), la quale, nel giro di poche ore, si indurisce e scurisce fino a diventare nera (16).

Molte larve saranno vittime di predatori oppure moriranno per infezioni fungine o disidratazione. Solo una piccola parte di quelle uscite dall'uovo vivrà abbastanza per arrivare, dopo due anni, a trasformarsi in insetto adulto.



15



16

UNA LUNGA VITA LARVALE

Le larve sono nate a metà dell'estate. Nei lunghi mesi dello sviluppo l'unico loro obiettivo sarà cacciare per nutrirsi e crescere. Durante l'autunno del primo anno, se in giro ci sono chioccioline, è probabile che la larva accresca abbastanza di peso da mutare una o due volte. Con l'arrivo del freddo diventa sempre più letargica; alla fine entra in una sorta di ibernazione, ben protetta sotto le radici delle piante, sotto mucchi di foglie secche o pietre. Nella primavera del secondo

anno sarà in grado di mutare ancora due o tre volte, per poi impuparsi.

La larva produce una luce giallo-verde dalla parte inferiore dell'addome; benché sia più debole di quella che emetterà una volta trasformata in femmina o maschio adulti, sarà comunque visibile a qualche metro di distanza. Questi impulsi luminosi che non hanno partner cui indirizzarsi, sembra siano usati in funzione difensiva.





1



2



3

La muta

La muta è un processo lento e laborioso della durata di molte ore, un evento straordinario che accade quando la pelle raggiunge il limite massimo di elasticità. La larva se ne libera per sostituirla con una di misura più grande che si è formata sotto quella che sta abbandonando; la rompe lungo i bordi dei segmenti frontali ed emerge prima con la testa, poi, lentamente, con tutto il corpo grazie a una combinazione di movimenti (1-2). La nuova pelle si presenta molle e molto più idonea della precedente a consentire un ulteriore accrescimento corporeo (3).

In questo delicato momento la larva potrebbe essere facile preda di nemici che vivono

nel suo stesso ambiente; tuttavia, pare non siano in molti a preoccuparla, perché secerne una sostanza velenosa

dalle ghiandole situate sui fianchi del corpo e la rilascia in quantità controllata sui predatori. Quando muta, mantiene inalterate le proprie sembianze esteriori. Cambiano però

le dimensioni, che si fanno via via maggiori, tanto da palesare una grande differenza tra una larva appena nata (4) e una al massimo sviluppo (5).



4



5

UNA FORMIDABILE PREDATRICE

Considerate le piccole dimensioni e la mancanza di apparenti organi difensivi e offensivi, si sarebbe indotti a ritenere che la nostra lucciola sia un insetto pacifico, addirittura vegetariano.

Forse più di un lettore rimarrà sorpreso, se non sdegnato, nell'apprendere come i graziosi dispensatori di luce, allo stato larvale, siano invece da annoverare tra gli animali dalle abitudini crudeli: sono infatti carnivori, dei più temibili, che si cibano di molluschi. Ma non è il caso di meravigliarsi.



Le larve della lucciola si concentrano negli stessi habitat frequentati dalle chioccioline, in particolare siepi e luoghi umidi, dove trovano più facilmente possibilità di caccia e cibo. La larva è maggiormente attiva di notte o dopo la pioggia, quando le sue prede si muovono anch'esse per nutrirsi. Ha una vista molto limitata, ma sopperisce esplorando l'ambiente davanti a sé con le sue tozze antenne e sei sensibilissimi sensori, chiamati palpi, collocati intorno alla bocca, che sembrano essere i suoi principali punti di contatto col mondo che la circonda; li allunga per toccare qualunque cosa si presenti davanti. Alcuni ricercatori ritengono che la larva segua la scia di muco che la chiocciola si lascia alle spalle.

Quando si trova faccia a faccia con la chiocciola, la larva deve sconfiggere una creatura il cui peso è spesso superiore al suo. Gli si avvicina con furtività, sale rapidamente sul guscio e vi aderisce con il pigopodio che porta all'estremità posteriore del corpo e usa in forma di ventosa per non cadere mentre attacca con le affilate mandibole. Il modo con cui la larva caccia e si nutre ricorda da vicino quello dei ragni: sferra morsi arretrando velocemente la testa dopo ognuno di essi (1). La testa è piccola ed è montata su un collo lungo e flessibile, al primo segnale di pericolo può rapidamente ritrarla sotto il segmento che si estende in avanti a forma di cappuccio.

Le basta meno di un secondo per il primo colpo. Con un paio di morsi la larva può bloccare una chiocciola di un centimetro, ma ne serviranno dieci o più per una di maggiori dimensioni. Il collo è il più colpito (2), poi l'aggressore tenta al capo per sferrare il colpo mortale, abbracciando con le sue acuminatae mandibole l'antenna oculare, la parte più sensibile della chiocciola (3). Contemporaneamente viene iniettata una sostanza velenosa che arriva a paralizzare il sistema nervoso e i muscoli della vittima. In attesa della reazione, la larva si posa a cavallo del guscio.



Tecniche d'assalto



Le larve della lucciola si concentrano negli stessi habitat frequentati dalle chioccioline, in particolare siepi e luoghi umidi, dove trovano più facilmente possibilità di caccia e cibo. La larva è maggiormente attiva di notte o dopo la pioggia, quando le sue prede si muovono anch'esse per nutrirsi. Ha una vista molto limitata, ma sopperisce esplorando l'ambiente davanti a sé con le sue tozze antenne e sei sensibilissimi sensori, chiamati palpi, collocati intorno alla bocca, che sembrano essere i suoi principali punti di contatto col mondo che la circonda; li allunga per toccare qualunque cosa si presenti davanti. Alcuni ricercatori ritengono che la larva segua la scia di muco che la chiocciola si lascia alle spalle.

Quando si trova faccia a faccia con la chiocciola, la larva deve sconfiggere una creatura il cui peso è spesso superiore al suo. Gli si avvicina con furtività, sale rapidamente sul guscio e vi aderisce con il pigopodio che porta all'estremità posteriore del corpo e usa in forma di ventosa per non cadere mentre attacca con le affilate mandibole.

Il modo con cui la larva caccia e si nutre ricorda da vicino quello dei ragni: sferra morsi arretrando velocemente la testa dopo ognuno di essi (1). La testa è piccola ed è montata su un collo lungo e flessibile, al primo segnale di pericolo può rapidamente ritrarla sotto il segmento che si estende in avanti a forma di cappuccio.

Le basta meno di un secondo per il primo colpo. Con un paio di morsi la larva può bloccare una chiocciola di un centimetro, ma ne serviranno dieci o più per una di maggiori dimensioni. Il collo è il più colpito (2), poi l'aggressore tenta al capo per sferrare il colpo mortale, abbrancando con le sue acuminatae mandibole l'antenna oculare, la parte più sensibile della chiocciola (3).

Contemporaneamente viene iniettata una sostanza velenosa che arriva a paralizzare il sistema nervoso e i muscoli della vittima. In attesa della reazione, la larva si posa a cavallo del guscio.



4



5



6

Prima di arrendersi la chiocciola tenta di ritirarsi nella conchiglia ricoprendosi di uno spesso strato di muco schiumoso, ma la larva sta ben attenta a non rimanervi invischiata, in particolar modo con le zampe (4). Se questo accade, le rimane un'unica possibilità: adoperare il pigopodio col quale ancorarsi al guscio e liberarsi dall'invischiamento.

La larva è dotata di due mandibole arcuate, potenti tenaglie particolarmente acuminate percorse per tutta la lunghezza da

stretti tubicini attraverso i quali viene iniettata nel corpo della chiocciola una secrezione gastrica che ne fluidifica i tessuti (5). Nell'apparato boccale ha una sorta di setaccio di peli che usa per gestire il cibo, in aggiunta a un paio di lame appuntite in corrispondenza delle mandibole, utili a frammentarlo (6). Alcune ore dopo essere stato paralizzato, il corpo della chiocciola viene lentamente assorbito come un 'brodo' attraverso i canali mandibolari della larva.



7

Ogni pasto della larva è un'operazione di alta voracità, non priva di autentiche acrobazie che richiedono un grande dispendio di energie (7). Per alimentarsi dell'organismo di una chiocciola necessita di un giorno o più. Al termine fatica a muoversi perché la quantità di cibo ingerito è sproporzionata alla sua mole, motivo per cui, per favorire una laboriosa digestione, si ritira alcuni giorni in un luogo riparato.

Non sempre l'attacco raggiunge gli scopi prefissati. La chiocciola si difende con coraggio e accanimento; qualche volta a soccombere è proprio l'aggressore (8).



8

UN'ACCURATA
TOILETTE



Questo modo di nutrirsi imbratta non poco; per porre rimedio all'inconveniente, durante e dopo il pasto, la larva procede a un'accurata pulizia con uno 'strumento' molto versatile che porta all'estremità della coda: il pigopodio, o piede anale. Incurvato l'addome, essa mette in movimento questo organo le cui papille estroflettibili si trasformano in una spazzola capace di asportare ogni residuo di cibo rimasto sul suo corpo, con particolare attenzione alla testa, alle appendici boccali (a sinistra) e alle zampe (a destra). Ultimata l'operazione, può essere ritirato nella coda (in basso).



LA LARVA
SI TRASFORMA IN PUPA





1



2

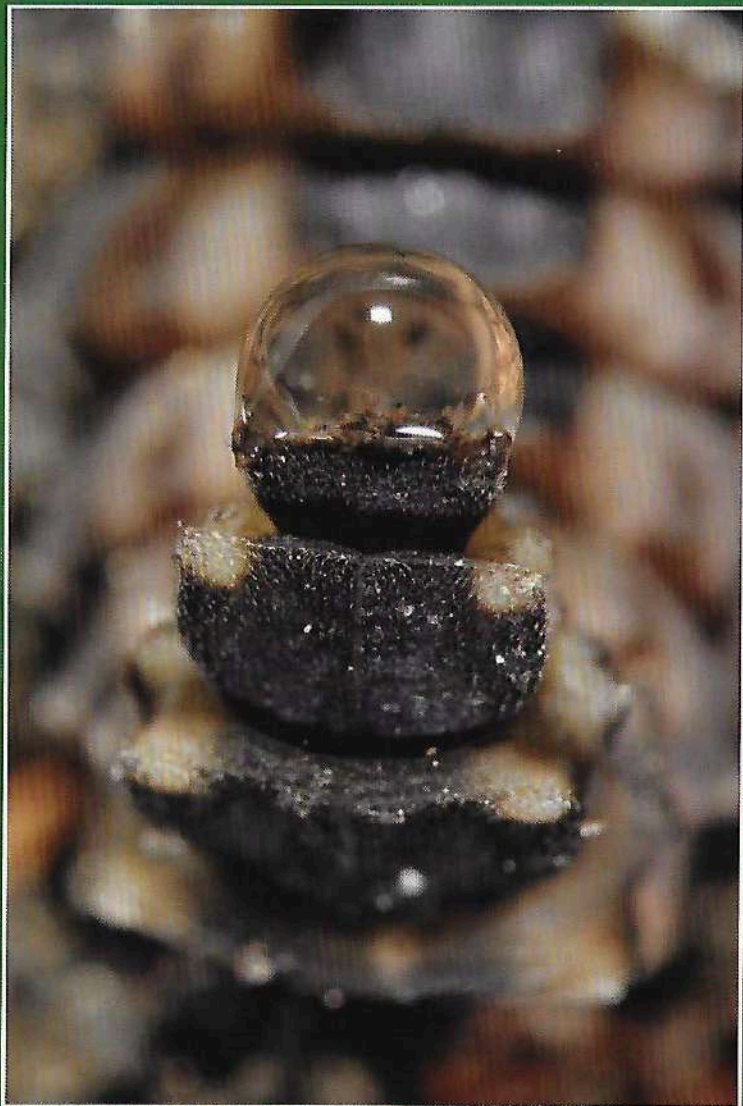


3

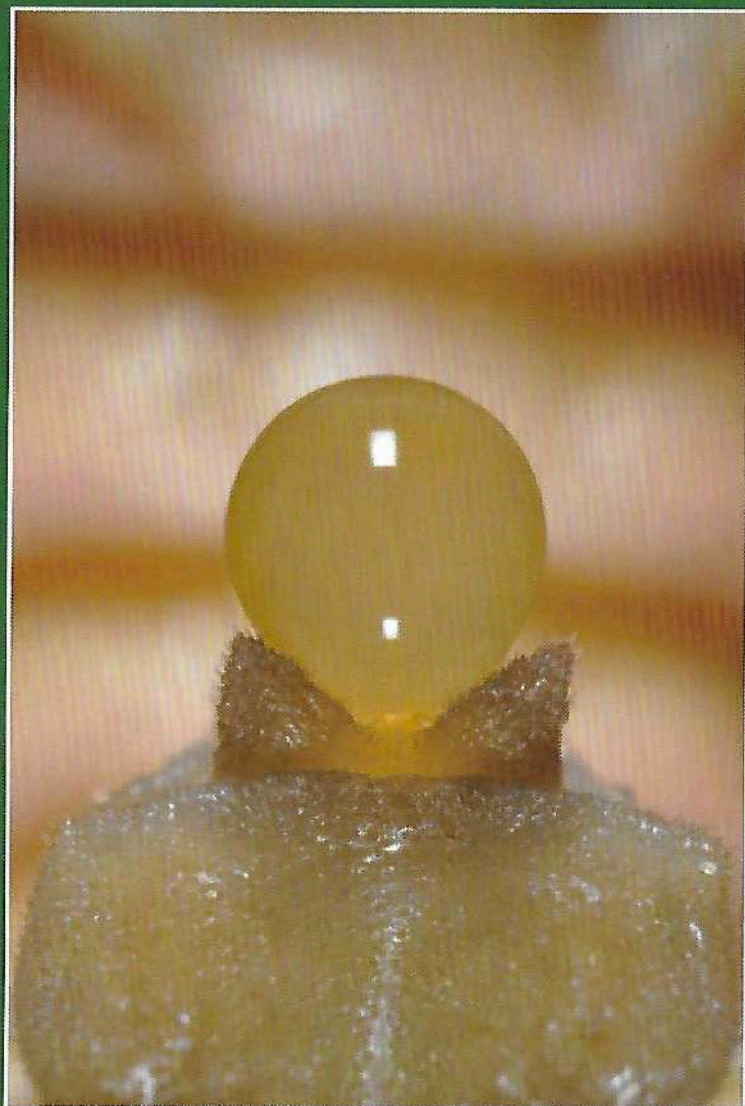
Ai primi di maggio del secondo anno, quando alla *noctiluca* manca solo qualche giorno di vita, la larva prende a vagare in pieno giorno per cercare un posto sicuro dove compiere l'ultima muta e trasformarsi in pupa. Le larve di altre specie si preparano scavando una piccola camera ninfale nel terreno; la nostra invece si arrotola e giace immobile sul dorso o sul fianco per qualche giorno, fino a quando non è pronta per spogliarsi della vecchia pelle (1). Giunto il momento, comincia a rigirarsi: si divincola e si contrae, si gonfia e muove l'addome fino a quando la pelle sgualcita non viene spinta all'estremità del corpo (2-3). Se nella fase larvale non si può stabilire il sesso dell'insetto, la pupa libera (*exarata*) della *noctiluca* mostra già le ali, le zampe e le antenne che connoteranno gli adulti del maschio e della femmina, rivestite di una sottile membrana (4).



4



5



6

Durante la metamorfosi la larva (5) e la pupa (6) secernono dall'apertura anale alcune gocce di un liquido, di colore e consistenza diversi fra loro, che sovente rimangono in equilibrio sulla punta della coda per alcune ore o addirittura per giorni. Il liquido parrebbe contenere sostanze dal sapore e odore disgustosi che costituiscono un efficace mezzo di difesa contro i predatori.

DA PUPA A INSETTO



La pupa (1) è lo stadio immobile al cui interno avviene la trasformazione radicale dell'aspetto della lucciola, che passa da larva a insetto. Quest'ultima metamorfosi dà origine all'adulto la cui vita, estremamente breve, è destinata esclusivamente

alla riproduzione. Tra gli organi che permangono ci sono due piccole placche luminose della larva, che restano visibili attraverso la pelle della pupa. Possono emettere luce in risposta a un tocco o a una vibrazione, ma anche brillare senza



2

ragione apparente. La trasformazione in insetto avviene tra maggio o giugno, ma questo appuntamento può variare di anno in anno e da luogo a luogo. Rispetto ai mesi trascorsi da larva, lo stadio di pupa è piuttosto breve: circa 6-8 giorni per la femmina (1-2-3-4-5), 7-10 per il maschio. Le trasformazioni strutturali sembrano più drastiche nei maschi che non nelle femmine; questa potrebbe essere la ragione per cui ai primi serve qualche giorno in più per completare il cambiamento.



3

Quello da pupa a insetto, è certamente il passaggio più critico dell'intero ciclo della metamorfosi della *noctiluca*, perché la pupa rimane immobile per alcuni giorni, indifesa. L'unica arma che le rimane per scoraggiare eventuali insidie consiste nell'emissione di un verde segnale luminoso continuo. Dopo aver trascorso diversi giorni in assoluta immobilità, ormai trasformata al suo interno, si libera e rimane ben nascosta nel nascondiglio fino a quando i suoi tegumenti si sono ben consolidati.



4



5



6



7

La *noctiluca* femmina adulta (6), assomiglia in modo impressionante alla larva che l'ha preceduta (7). Anch'essa ha un corpo segmentato senza ali o elitre: la si distingue per l'assenza di macchie pallide agli angoli posteriori di ciascun segmento e per essere meno scura della larva.

Sul corpo di entrambe scorre una tenue linea non pigmentata, che corrisponde al lungo cuore tubolare; la pulsazione percorre il corpo dalla coda alla testa, all'incirca ogni due secondi.

IL MASCHIO VERSO
IL PRIMO VOLO



Il momento più straordinario ed emozionante di tutta la metamorfosi della *noctiluca* giunge quando l'insetto si prepara a lasciare l'involucro pupale (a sinistra). Il maschio, per liberarsi, si gonfia pompando aria nelle trachee ed emolinfa nella cavità del corpo; si contorce in modo da fendere, sui lati del dorso, la pelle che lo imprigionava: appaiono così le molli zampette, poi la testa coi grandi occhi, infine il corpo ancora umido di una sostanza con la quale può ammorbidire la spoglia ninfale. Le ali, che inizialmente sono bianche, passano a un bel colore giallo limone (a destra), per raggiungere gradualmente la tonalità scura che contraddistingue l'insetto adulto (in basso).



Il maschio della *noctiluca* emette solo una flebile luce da due minuscole placche situate all'estremità dell'addome. Gli mancano le placche luminose principali che posseggono invece i maschi di altre specie, utili a segnalare la loro presenza quando sono in volo. Tocca a lui captare il lampeggiare delle femmine appostate nell'erba: se avverte una sintonia, si lascia cadere verticalmente. Con i suoi grandi occhi che occupano quasi tutta la superficie anteriore della testa, può puntare in quella direzione ed atterrare nei pressi con esattezza.

Il maschio della *noctiluca*, dopo la nascita, ha bisogno di una giornata per prendere vigore. Attende il calare del buio, poi, via verso il prato per il suo primo volo nuziale. Se lo accompagnerà la fortuna, incontrerà l'anima gemella e si accoppierà per perpetuare la specie.





PICCOLO GLOSSARIO

Attero

Privo di ali. Genericamente di insetto che ha una riduzione più o meno marcata dello sviluppo dell'ala.

Bioluminescenza

Emissione di energia luminosa da parte di un organismo vegetale o animale.

Dimorfismo sessuale

Differenza di forme fra individui appartenenti alla stessa specie ma di sesso differente.

Elitre

Ali anteriori indurite di cui sono dotati i coleotteri, come un astuccio a protezione del secondo paio di ali. Non più adatte al volo.

Enzima

Proteina in grado di accelerare una reazione chimica.

Habitat

Ambiente in cui nasce, si sviluppa e vive una determinata specie animale o vegetale.

Larva

Prima forma che assumono gli insetti all'uscita dall'uovo. È propria di coloro che sono soggetti a metamorfosi.

Luciferina

Proteina che reagisce in presenza di ossigeno.

Luciferasi

Enzima che libera energia sotto forma di luce; non emette alcun tipo di calore.

Metamorfosi

Serie di modificazioni di un organismo vivente prima dello sviluppo definitivo.

Muta

Cambiamento periodico della pelle in alcuni animali.

Ommatidio

Ciascuno degli elementi che costituiscono l'occhio composto degli insetti.

Palpo

Appendice situata intorno alla bocca con funzione sensoriale.

Pronoto

Parte dorsale del primo segmento del torace degli insetti.

Pupa

Stadio della vita dell'insetto tra la larva e l'adulto.

BIBLIOGRAFIA

- Audisio Paolo, Liberti Gianfranco, Nardi Gianluca, Poggi Roberto, *Coleoptera Polyphaga VIII (Cantharidea, Dermestodea)*, in Minelli Alessandro, Ruffo Sandro, La Posta Sandro (a cura di), *Check-list delle specie della fauna italiana*, 53, Bologna, Calderini, 1995.
- Bonaduce Anna, Sabelli Bruno, *The Lampyridae from the Nature Reserve Bosco della Fontana (Marmirolo, Mantua)* in «Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona. Botanica Zoologia», 30, 2006, pp. 155-159.
- Booth David, Steward Alan J. A., Osorio Daniel, *Color vision in the glow-worm *Lampyris noctiluca* (L.) (Coleoptera: Lampyridae): evidence for a green-blue chromatic mechanism* in «The Journal of Experimental Biology», 207, 2004, pp. 2373-2378.
- Brehm Alfred Edmund, *La vita degli animali. IX: Insetti, miriapodi, aracnidi*, Torino, Unione Tipografico-Editrice, 1906, pp. 125-126.
- Buck John, Case James, *Physiological links in firefly flash code evolution*, in «Journal of Insect Behavior», 15 (2002) 1, pp. 51-68.
- Bugnion Edouard, *La larve de la Luciole (*Luciola lusitanica* Charp.)*, in «Annales des Sciences Naturelles, B, Zoologie» 5 (series 2), 1922, pp. 29-58.
- Cattabiani Alfredo, *Volario. Simboli, miti e misteri degli esseri alati: uccelli, insetti, creature fantastiche*, Milano, Mondadori, (Oscar saggi 702), 2001, pp. 85-89.
- Chinery Michael, *Guida degli insetti d'Europa*, Padova, Muzzio, 1987, pp. 320-321.
- De Cock R., *Larval and adult emission spectra of bioluminescence in three European firefly species*, in «Photochemistry and Photobiology», 79 (2004) 4, pp. 339-342.
- De Cock Raphaël, Matthysen Erik, *Do glow-worm larvae (Coleoptera: Lampyridae) use warning coloration?* in «Ethology», 107 (2001) 11, pp. 1019-1033.
- De Cock Raphaël, Matthysen Erik, *Glow-worm larvae bioluminescence (Coleoptera: Lampyridae) operates as an aposematic signal upon toads (*Bufo bufo*)* in «Behavioral Ecology», 14, 2003, pp. 103-108.
- Dreising Hans, *Observations on bioluminescence of the larval glowworm, *Lampyris noctiluca* L. (Col. Lampyridae)* in «Entomologica Scandinavica», 5, 1974, pp. 103-109.
- Fu Xinhua, Meyer-Rochow Victor B., Tyler John, Suzuki Hirobumi, De Cock Raphael, *Structure and function of the eversible organs of several genera of larval firefly (Coleoptera: Lampyridae)*, in «Chemoecology», 19, 2009, pp. 155-168.
- Haupt Joachim, *Guide des mille-pattes, arachnides et insectes de la région méditerranéenne*, Lausanne, Delachaux et Niestlé, 1993, p. 194.
- Lindauer Martin, *Messaggio senza parole: come comunicano gli animali?*, Milano, Mondadori, 1992, pp. 194-196.
- Lloyd James E., Gentry Erin C., *Bioluminescence*, in Resh Vincent E., Cardé Ring T. (a cura di), *Encyclopedia of Insects*, San Diego, Academic Press, 2003, pp. 115-120.
- Papi Floriano, *Light emission, sex attraction and male flash dialogues in a firefly, *Luciola lusitanica* (Charp.)*, in «Monitore Zoologico Italiano», (nuova serie) 3, 1969, pp. 135-184.
- Paulian Renaud, *Atlas des larves d'insectes de France: vers blancs, chenilles, asticots*, Paris, Boubée, 1990, p. 102.
- Scortecchi Giuseppe, *Insetti*, 2 voll, Milano, Labor, 1960, II, pp. 545-552.
- Tyler John, *A previously undescribed defence mechanism in the larval glow-worm *Lampyris noctiluca* (Linnaeus) (Lampyridae)?* in «The Coleopterist», 10, 2001, p. 38.
- Tyler John, McKinnon William, Lord Gwyn A., Hilton Philip J., *A defensive steroidal pyrone in the glow-worm *Lampyris noctiluca* L. (Coleoptera: Lampyridae)*, in «Physiological Entomology», 33, 2008, pp. 167-170.
- Tyler John, Trice Ernest, *A description of a possible defensive organ in the larva of European glow-worm *Lampyris noctiluca* (Linnaeus) (Lampyridae)* in «The Coleopterist», 10, 2001, pp. 75-78.
- Underwood Todd J., Tallamy Douglas W., Pesek John D., *Bioluminescence in firefly larvae: a test of the aposematic display hypothesis (Coleoptera: Lampyridae)* in «Journal of Insect Behavior», 10, 1997, pp. 365-370.
- Wickler Wolfgang, *Mimetismo animale e vegetale*, Milano, Il Saggiatore, 1968, pp. 203-208.
- Zur Strassen Richard, *I Coleotteri*, in Bernhard Grzimek, *Vita degli animali*, II, *Insetti*, a cura di Franz Bachmaier, Milano, Bramante, 1969, pp. 239-326.