



CEREBRO FAVCIIVS VTERO  
AB ORBIS ORIGINE  
TENENT

Accademia Nazionale  
Italiana di Entomologia

# Filogenesi e sistematica dei carabidi



*Estratto da*  
ATTI DELLA  
ACCADEMIA NAZIONALE  
ITALIANA DI ENTOMOLOGIA  
Rendiconti Anno XLVI - 1998



Accademia Nazionale Italiana di Entomologia

# Filogenesi e sistematica dei carabidi

*Estratto da*  
ATTI DELLA  
ACCADEMIA NAZIONALE  
ITALIANA DI ENTOMOLOGIA  
Rendiconti Anno XLVI- 1998

*Si ringrazia la Banca Toscana S.p.a.  
per aver fornito un contributo  
alla stampa del presente volume*

*In copertina:*

Due Carabidi, specie simbolo della fauna italiana  
e della conservazione della natura (foto A. Vigna Taglianti, 2003, 2004):  
in alto, *Carabus (Limnocarabus) clatratus antonellii* Luigioni, 1921,  
razza endemica italiana di una specie sibirico-europea,  
esclusiva delle foreste mesofile ed igrofile di pianura,  
in rapida progressiva estinzione locale;  
in basso, *Carabus (Chrysocarabus) olympiae* Sella, 1855,  
specie endemica italiana, localizzata nell'Alta Val Sessera,  
oggetto di specifici provvedimenti legislativi di tutela.

© 2004 Accademia Nazionale Italiana di Entomologia  
50125 Firenze - Via Lanciola 12/A

ISBN 88-901589-0-5

## PRESENTAZIONE

*La Monografia che viene qui proposta dall'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia si differenzia dalla ormai tradizionale serie delle «Tavole Rotonde sui maggiori problemi riguardanti l'Entomologia Agraria in Italia», pubblicate sotto gli auspicci del MIPAF, per il taglio più decisamente naturalistico.*

*I Coleotteri Carabidi si sono rivelati negli ultimi decenni un gruppo di elezione per ricerche filogenetiche, biogeografiche ed ecologiche, di base e finalizzate allo studio della biodiversità ed alla valutazione e gestione ambientale, e la giornata di studio, svolta il 27 novembre 1998 nella sede dell'Accademia e pubblicata sui Rendiconti dell'anno seguente, ha fatto il punto sulla storia, sullo stato attuale e sulle prospettive di tali ricerche, con particolare attenzione alla fauna italiana. I contributi allora presentati, sulla sistematica e filogenesi dei Carabidi, sulla morfologia e biologia larvale, sulla faunistica e biogeografia, sulla caratterizzazione ecologica, sul comportamento, sul loro significato di indicatori ambientali, sullo studio delle comunità finalizzato alla elaborazione di cartografie tematiche e di pianificazione territoriale, mantengono anche oggi tutto il loro valore e significato e la loro attualità.*

*Ci è sembrato quindi particolarmente utile riunire i contributi della giornata di studio su «Filogenesi e sistematica dei Carabidi» in un volumetto a sè stante, omogeneo e ricco di spunti e di suggestioni per la ricerca, oltre che di una buona iconografia e di numerosi riferimenti bibliografici. Riteniamo che questo volumetto possa avere una ampia diffusione non solo tra gli specialisti, e diventare una di quelle classiche «guide» didattiche e di aggiornamento, fondamentale per chiunque voglia avvicinarsi allo studio di questo gruppo di Coleotteri, particolarmente numeroso (con le sue quasi 40.000 specie diffuse nel mondo) e relativamente ben conosciuto a livello tassonomico e corologico, di grande importanza per lo studio e la conservazione della biodiversità a tutti i livelli.*

AUGUSTO VIGNA TAGLIANTI  
Presidente del Comitato Scientifico  
per la Fauna d'Italia

**Pagina bianca**

SEDUTA PUBBLICA, FIRENZE 27 NOVEMBRE 1998

Giornata di studio su:

FILOGENESI E SISTEMATICA DEI CARABIDI

Coordinatori: AUGUSTO VIGNA TAGLIANTI  
e ACHILLE CASALE, Accademici

INDICE

Giornata di studio su:

FILOGENESI E SISTEMATICA DEI CARABIDI

VIGNA TAGLIANTI A. – <i>Introduzione</i> .....	Pag. 211
CASALE A. – <i>Il Systema Carabiorum nella storia dell'Entomologia</i> .....	» 215
VIGNA TAGLIANTI A. – <i>I Carabidi nella faunistica e biogeografia</i> .....	» 245
DI GIULIO A. – <i>Implicazioni filogenetiche nello studio delle larve di Carabidi: il caso dei Paussidi (Coleoptera Carabidae)</i> .....	» 277
DE FELICI S. – <i>La caratterizzazione ecologica dei Carabidi</i> .....	» 309
ZETTO BRANDMAYR I., BRANDMAYR P. – <i>L'evoluzione del comportamento nei Carabidi in relazione all'uso dello spazio</i> .....	» 323
CASSOLA F. – <i>Le Cicindele come indicatori biologici (Coleoptera Cicindelidae)</i> .....	» 337
PIZZOLOTTO R., BRANDMAYR P. – <i>Coleopteri Carabidi e comunità animali: due direzioni per la gestione delle risorse naturali</i> .....	» 353

**Pagina bianca**

AUGUSTO VIGNA TAGLIANTI (\*)

## INTRODUZIONE

Signore e Signori, Colleghi Accademici, quando, parecchi mesi fa, il Presidente dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia mi chiese di organizzare, insieme con il collega ed amico Achille Casale, questa Giornata di studio sui Carabidi, accettai di buon grado. Ritengo infatti che, almeno in Italia, l'attuale stato delle conoscenze sul gruppo tassonomico in questione sia buono, le prospettive di ricerca interessanti, e che sia quindi opportuno discutere con i colleghi dell'Accademia, in questa sede prestigiosa, di questa importante famiglia di Coleotteri.

I Carabidi sono una famiglia numerosa, con circa 40.000 specie note (quasi il 4% dell'intero Regno Animale), relativamente ben conosciuta, almeno nei rapporti filogenetici e nella distribuzione geografica, con una ampia radiazione all'interno di una «zona adattativa» di predatore terrestre generalizzato, con una marcata «fedeltà al substrato», con una relativa facilità di campionamento e di studio, per cui possono rappresentare effettivamente un ottimo materiale per le ricerche entomologiche di base e per quelle finalizzate allo studio del territorio e della qualità ambientale ed alla tutela della biodiversità.

Il taglio, la chiave di lettura, che abbiamo voluto dare a questa Giornata di studio è di tipo sistematico e filogenetico, nelle sue complesse implicazioni e con i suoi vari collegamenti, ribadendo il significato della «sistematica» come disciplina di sintesi. Abbiamo anche voluto porre la maggior attenzione sulla ricerca sui Carabidi in Italia: su quanto si è fatto in passato, sullo stato attuale delle conoscenze, sulle prospettive future.

Per questo, abbiamo cercato di mettere in luce alcuni aspetti generali, teorici e metodologici, anche per poter «distinguere» artificialmente i diversi settori di ricerca, che pur rimangono strettamente collegati, cer-

---

(\*) Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo (Zoologia), Università «La Sapienza», Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma.

Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

cando di separare, almeno come storia e come «nomenclatura» formale, se non nella sostanza, alcuni approcci.

Con il termine «sistematica» intenderemo quel settore di ricerca che si basa sulla analisi della morfologia (a tutti i livelli) e della biologia (a tutti i livelli) per poter riconoscere criticamente le «somialtanze» che permettano di ricostruire la storia evolutiva di un taxon, ipotizzandone la filogenesi, cioè le «parentele». Il punto di partenza è la costruzione di un «sistema» che ci permetta di fare ipotesi sulla storia evolutiva del taxon. Il sistematico utilizza quindi i dati dello specialista, «tassonomo» o «speciografo», di chi opera al livello alfa-tassonomico, per ricostruire la storia degli eventi cladogenetici che hanno portato alla diversità attuale del gruppo ed al suo successo evolutivo, inteso come numero di specie e come numero di eventi speciativi. Ne consegue che il «sistematico puro», lo specialista tassonomo, può anche basarsi su rapporti di affinità morfologiche o biochimiche tra le diverse specie, in una visione teoricamente «adimensionale» del gruppo oggetto della sua ricerca: in fondo, il «sistematico puro» o il descrittore di specie si rifà al concetto tipologico della specie, linneano o biomolecolare che sia, senza una connotazione spaziale o temporale particolarmente approfondita.

Troveremo esempi di questa impostazione, anche molto interessanti e validi, o al contrario, criticabili e carenti. Un esempio positivo può essere la splendida costruzione del sistema dei Carabidi della *Tabula sinoptica* di Franco Andrea Bonelli (1810); ma anche altri antichi Autori, come il Conte Pierre François Marie Auguste Dejean od il Barone Maximilien de Chaudoir, padri fondatori della sistematica dei Carabidi, considerarono la connotazione geografica od ambientale, pur spesso presente, come dato accessorio. Sistematica adimensionale, comprensibile nel XVIII o all'inizio del XIX secolo, ma fuorviante oggi, anche se di innegabile utilità pratica, e seguita solo da qualche singolo specialista, per lo più isolato.

La lussureggiante sistematica successiva, più moderna ed attenta al dato ambientale e geografico, troverà nel concetto biologico della specie il proprio significato, ma anche il proprio limite operativo: i nuovi campi aperti nel XX secolo dalla genetica e, soprattutto e più recentemente, dalla genetica molecolare, daranno nuove basi, solide ed apparentemente oggettive, alle interpretazioni filogenetiche, spesso confermeranno la validità delle interpretazioni degli specialisti, e permetteranno di arricchire il campo con nuove ipotesi da confermare o da confutare. Nello stesso tempo, l'affermazione (negli ultimi 30-40 anni) della scuola cladistica fornirà strumenti culturali più accurati per l'analisi e la ricostruzione delle affinità ed avrà un indubbio ruolo trainante nella ricerca sistematica,

alzandone decisamente il livello, non solo in generale, ma anche nella operatività quotidiana dello specialista tassonomo.

Sarà compito di ACHILLE CASALE parlarci della evoluzione del «sistema» dei Carabidi nella storia dell'entomologia, e ripercorrere il cammino di quasi due secoli di biologia e di filosofia sistematica, da Bonelli alle interpretazioni attuali, quelle presentate negli atti (di cui stiamo in questi giorni rivedendo le ultime bozze) del Simposio «Phylogeny and classification of Caraboidea» del XX International Congress of Entomology, svolto qui a Firenze a fine agosto 1996.

ANDREA DI GIULIO ci parlerà invece dell'applicazione dello studio della morfologia e della biologia larvale, ai vari livelli, nella ricostruzione filogenetica, presentando il caso dei Paussini, ed in particolare degli Ozaenini, uno dei gruppi «basali» di Carabidi di più complessa interpretazione, su cui stiamo lavorando in questi ultimi anni, e su cui sta completando la propria tesi di dottorato.

Io cercherò invece di tratteggiare un altro aspetto, solo in teoria ben separabile dalla «sistematica»: la faunistica e la biogeografia. Mentre la sistematica studia la storia evolutiva del gruppo, con una impostazione evoluzionistica classica, fenetica o cladistica, la faunistica studia la storia del popolamento, ed il successo evolutivo del taxon in termini geografici, basandosi sulla vicarianza e sulla dispersione, e valutando quindi fattori storici e fattori dinamici, in termini geografici ed ecologici. Il faunista ha come oggetto primario dello studio l'area, di cui esamina il popolamento da parte di uno o più taxa, di vario livello. All'esame descrittivo, attuale, basato sulle presenze e sulle assenze delle specie (che corrispondono quindi ai «caratteri» nella sistematica), e che porterà alla definizione delle corologie delle specie, seguirà la interpretazione, la elaborazione di ipotesi dei meccanismi di popolamento. Questa interpretazione, proprio come nella sistematica, potrà seguire una impostazione evoluzionistica classica, fenetica o cladistica. Lavori faunistici su Carabidi, in Italia, ce ne sono tanti, dalla *Fauna carniolica* di Scopoli e dalla *Fauna etrusca* di Rossi, della fine del 1700, ai Coleotteri della Venezia Giulia di Müller, alle numerose note di Schatzmayr, al Catalogo di Magistretti ed al fascicolo della Checklist.

Una volta che disponiamo di una sistematica il più possibile aderente alla storia evolutiva del gruppo, e di una corologia il più possibile ben definita e dettagliata, si può giungere alla sintesi della zoogeografia interpretativa. Compito della zoogeografia è lo studio dell'origine della fauna di una determinata regione, con l'esame analitico della distribuzione delle singole specie del gruppo, l'elaborazione ed il riconoscimento di modelli di distribuzione, e la interpretazione in chiave storica o dinamica di que-

sti modelli. Esempi di lavori biogeografici su Carabidi, in Italia, possono essere quelli ben noti di Edoardo Gridelli sugli elementi transadriatici o di Karl Holdahaus sui relitti glaciali nelle Alpi.

Ma la presenza delle specie dipende anche da fattori attuali, ambientali, e va studiata a livello di popolazioni e di comunità. STEFANO DE FELICI, un altro mio allievo, attualmente al Centro di Ecologia Alpina del Monte Bondone, ci parlerà della caratterizzazione ecologica dei Carabidi, partendo dalla scuola nord-europea di Carl H. Lindroth, e cercando soprattutto di mettere in luce i particolari problemi dello studio delle comunità di Carabidi nell'area mediterranea, dove la dispersione postglaciale si incontra e sovrappone con le faune relitte preesistenti, e dove quindi, per motivi biogeografici, la struttura ecologica mostra una peculiare complessità.

TULLIA ZETTO BRANDMAYR introdurrà un ulteriore aspetto che arricchisce il quadro appena tracciato: attraverso lo studio dei morfo-fenotipi larvali, l'uso dello spazio ed il comportamento dei Carabidi. Questa linea di ricerca, all'interfaccia ecologia-etologia, è particolarmente promettente, e presenta un interesse particolare sia per le ricostruzioni filogenetiche sia per la biogeografia dinamica.

FABIO CASSOLA utilizzerà invece le Cicindele, un altro gruppo «basale» di Caraboidei, di discussa interpretazione sistematica, ma assolutamente omogeneo e specializatissimo per eco-etologia, come indicatori dello stato di salute dell'ambiente, soprattutto in sistemi delicati e fragili quali quelli costieri.

Infine, PIETRO BRANDMAYR e ROBERTO PIZZOLOTTO ci parleranno di comunità di Carabidi, di cartografia tematica, di pianificazione del territorio: di quella ecologia delle zoocenosi, in cui lo studio dei Coleotteri Carabidi sta mostrando le sue ampie potenzialità nelle ricerche applicate alla «ingegneria ambientale», alla tutela delle risorse naturali, alla conoscenza ed alla conservazione della biodiversità.

ACHILLE CASALE (\*)

IL *SYSTEMA CARABICORUM*  
NELLA STORIA DELL'ENTOMOLOGIA

INTRODUZIONE

La storia delle ricerche su quel gruppo di Coleoptera Adepfaga che convenzionalmente chiamiamo Carabidae, se trattato come famiglia unitaria – ma i cui limiti e il cui rango tassonomico, come vedremo in seguito, sono ancora ben lungi dall'essere definiti, e che per tale ragione sarà spesso definito, nel presente lavoro, come Caraboidea, o Caraboidei – coincide con la storia dell'Entomologia. Sarebbe pertanto fuori luogo, in questa sede e in questo spazio limitato, ripercorrere nella sua interezza una storia che per il solo nostro ambito nazionale ha prodotto sintesi egregie, che vanno, per ricordarne alcune, dai due poderosi volumi sui precursori minori di GOIDANICH (1975), al «repertorio» di CONCI (1975), alla brillante lettura inaugurale del XX International Congress of Entomology in Firenze tenuta da BACCETTI (1996). E poichè i più minuti dettagli specialistici della storia della Carabidologia potrebbero risultare stucchevoli per chi si occupa di altri gruppi di Insecta, sarà mia cura tentare di mettere in evidenza, in questa nota, solo gli aspetti salienti, e in parte poco conosciuti, di una vicenda lunga, complicata, per molti aspetti affascinante e talora avventurosa, certamente lungi dall'essere conclusa.

DAGLI ALBORI ALLE PRIME CLASSIFICAZIONI

Come sia fatto, a grandi linee, un Coleottero Carabide, è noto a ogni Entomologo: tale osservazione, apparentemente ovvia, serve tuttavia a evidenziare il fatto che un Carabide non è stato e non è omologabile,

---

(\*) Dipartimento di Zoologia e Antropologia Biologica, Università di Sassari, Via Muroni 25, 07100 Sassari (Italia).

Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi. Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

nella sua «notorietà», a un Archeognato della famiglia Meinertellidae, o a un Plecottero della famiglia Eustheniidae.

Illustrazioni di Carabidi appaiono in vetuste opere pre-linneane, quali l'«Insectorum Theatrum» di MOUFFET (1634), sotto nomi generici quali *Cantharus*, *Scarabaeus* e *Buprestis* (un nome, quest'ultimo, che sarà usato per i Carabidi fino alla seconda metà del XVIII secolo: si veda ad esempio GEOFFROY, 1762). Lo stesso ULISSE ALDROVANDI (1602) fornisce una raffigurazione riconoscibilissima di un *Carabus*, che sarà simpaticamente ripresa da Mario Sturani tre secoli e mezzo più tardi (STURANI, 1962).

L'Entomologia ufficiale inizia tuttavia più tardi, e a questa dobbiamo giungere, per incontrare gli albori della moderna Carabidologia. GEORGE E. BALL (1979), amato e attivissimo decano della Carabidologia professionistica, in un lucido riepilogo della storia della classificazione dei Carabidi (1979), suddivide le vicende trascorse in tre periodi principali:

- 1) Una fase pre-linneana (a cui si è fatto sopra cenno).
- 2) Una fase linneana (di Linneo e Fabricius, dal 1758 al 1801).
- 3) Una fase latreilleana, che da Latreille e Bonelli giunge fino ai giorni nostri.

Come si vedrà oltre, la terza fase, cronologicamente molto estesa, presenta un'articolazione non comparabile con le due precedenti, e aspetti peculiari che si intersecano con eventi della storia dell'Entomologia e della Biologia moderna, e più in generale con la Storia intesa nella sua totalità. Pertanto, essa sarà qui trattata con ben maggiore dettaglio rispetto alle fasi precedenti.

CARL LINNÉ (1758) codifica e descrive, nel *Systema Naturae*, un esiguo numero di Carabidae: 61 specie, attribuite ai quattro generi *Attelabus*, *Carabus*, *Tenebrio* e (se si considera Cicindelidae *taxon* interno a Carabidae) *Cicindela*. Nel Sud dell'Europa, GIOVANNI ANTONIO SCOPOLI, nella sua *Entomologia Carniolica* (1763), sarà il primo a battezzare alcuni Carabidi italiani in corretta nomenclatura linneana.

Il numero cresce considerevolmente con FABRICIUS (1801), al quale non furono ignoti materiali reperiti in lontane regioni d'oltremare. Così, nel suo *Systema*, Fabricius poté già trattare alcune centinaia di specie di Carabidae in 16 distinti generi. Alla pari di Linneo, tuttavia, anche quest'autore non propose categorie di rango intermedio fra genere e ordine.

LATREILLE, attivo a Parigi nel circolo di Cuvier e di Lamarck, è a giusto titolo considerato fra i fondatori della moderna sistematica degli Invertebrati: a lui si deve, in particolare, l'introduzione di nuove categorie di rango famiglia, fra genere e ordine, articolate su diversi livelli omo-

logabili alle attuali famiglie, sottofamiglie e tribù. Nel 1802 («anno X» dal termine di quella Rivoluzione che l'aveva imprigionato e condannato a sicura morte nella Cayenna, miracolosamente scampata proprio grazie alle sue frequentazioni entomologiche), Latreille nomina esplicitamente la famiglia Carabidae, terza del gruppo Pentamera, dalla quale esclude i Cicindelidae. I generi salgono a 29, ripartiti in due gruppi subordinati, «Fossoyers», monobasici (Scaritini) e «Celerigrades», questi ultimi articolati in 6 categorie subordinate. Un sistema che farà da guida, con ancor migliori risultati, al nostro Franco Andrea Bonelli.

Mentre Latreille era al lavoro nel suo cabinet a Parigi, un personaggio formidabile percorreva le contrade d'Europa, Italia inclusa, al seguito dell'Armata Napoleonica. Era quel conte generale Auguste Dejean che trovava il tempo, fra una battaglia e l'altra, per raccogliere nuovi, interessanti Carabidi, che saranno da lui poi descritti negli anni della maturità. La dominazione francese non fu gradita a tutti, ma certo fu in qualche modo utile ad un grande protagonista della storia dell'Entomologia italiana: nel clima culturale creatosi a Torino in quegli anni, mentre ricchi gentiluomini – Spinola docet! – erano intenti a formare grandi collezioni entomologiche, FRANCO ANDREA BONELLI (fig. 1), in due soli lavori pubblicati sui Coleotteri Carabidi (1810, 1813), ebbe modo di gettare – per esplicito riconoscimento anche di JEANNEL (1941-42) – le fondamenta della moderna carabidologia. La vita di questo singolare personaggio, e il suo pionieristico interesse nei confronti del trasformismo lamarckiano, sono troppo noti e troppo singolari per essere riassunti in questa sede (si vedano, fra gli altri, BACCETTI e OMODEO, 1969; PASSERIN D'ENTRÈVES e SELLA GENTILE, 1985). Ho avuto tuttavia di recente l'opportunità di rivisitare la vita e le opere di Bonelli, e di tradurre in lingua inglese la famosa e controversa *Tabula Synoptica* da lui proposta (CASALE e GIACHINO, 1998). Le conclusioni, a distanza di quasi due secoli, sono univoche: non solo i generi e le specie descritti hanno resistito quasi tutti alla prova del tempo, ma pure i caratteri scelti dal Nostro per l'istituzione dei *taxa* di rango elevato (*Sectiones* e *Stirpes*, oggi sottofamiglie, tribù e/o sottotribù a seconda degli autori) hanno mantenuto un valore ancora attualissimo: le strutture evidenziate negli scleriti boccali, nelle protibie e nell'elitra permangono caratteri diacritici di alto significato filogenetico, e la loro valorizzazione fa di Bonelli il primo, moderno carabidologo della Storia dell'Entomologia.

Con i primi decenni del XIX secolo, l'epoca pionieristica volge al termine: il conte Dejean, dopo tanto guerreggiare, descriverà finalmente i frutti delle sue raccolte (DEJEAN, 1825-31), e sull'altra sponda dell'Atlantico LÉCONTE (1853) consoliderà le basi della sistematica del gruppo,



GENERA CARABICORUM IN SECTIONS ET STIRPES DISPOSITA.

A-1. TH. ANTICAE lites inaeque haud emarginatae; EL. integerrima, abdomen totum tegmina. <i>Lab. sine medio dentate; ANT. Inaequali v. saepe</i> . . . . .	Sectio prima	SIMPLICI-MANI
B-1. PALPI articulo 4to procedente caudate, apice dilatasti; ANT. artic. 3do quarto sequali v. longiore; AM. ovale v. ovatum; ALAE 0, nisi v. incompletae . . . . .	Stirps 1a	CARABII VERT.
1. PALPI art. 4to cucullato-formi; LAB. dente sinu simplici; LAB. 3-labium; EL. deflexa abdomen involvenda . . . . .		G. CYCHURUS.
2. PALPI art. 4to securiformi; LAB. dente sinu duplici; LAB. 3-labium; EL. abdomen haud involvenda. <i>HABITUS Carabi</i> . . . . .		G. PROCRUSTES. *
3. PALPI art. 4to securiformi; LAB. dente sinu simplici; LAB. 3-labium; EL. abdomen haud involvenda . . . . .		G. CARABUS.
B-2. PALPI art. 4to procedentibus haud caudate; ANT. art. 3do quarto brevior; AM. quadratum et ALAE 3 complete in plerisque . . . . .	St. 1a	Calosoma
1. PALPI medioventi articulo aequalibus; LAB. dente sinu simplici; ANT. serratae, rectae; AM. quadratum; ALAE 3 . . . . .		G. CALOSOMA.
2. PALPI medioventi, LABAL. articulo aequalibus, MANILLAR. art. 4to perpendiculari longiore; LAB. dente sinu bifido; ANT. horvatae, rectae; AM. quadratum, oblongum; ALAE 2; THORAX truncatus, angulis latisus rectis . . . . .		G. NEBRILA.
3. PALPI medioventi, LABAL. articulo aequalibus, MANILLAR. art. 4to perpendiculari longiore; LAB. dente sinu bifido; ANT. linearis, rectae; AM. obovatum; ALAE 0; TH. basi sub-emarginatus, angulis pronatis. <i>notus</i> . . . . .		G. ALPARIUS. *
4. PALPI elongati, LABAL. art. 3do longioribus; LAB. dente sinu bifido; ANT. haecae, deflexae; AM. quadratum, oblongum; ALAE 2; TH. basi truncatus angulis rectis. <i>notus</i> . . . . .		G. LEISTUS.
A-1. TH. ANTICAE emarginatae seu ciliatae in medio v. in uno; EL. haud truncata, abdomen totum scapula tegmina . . . . .	Sectio secunda	INTEGRAPENNAE.
B-1. PALPI elongati; TARSII ANTEICI 3; scapulae articulo 3. articulo dilatatae. PALPI articulo 4to profunde truncato; TH. vertig. rotundatae. <i>notus</i> . . . . .		
1. TH. NUD. rotund. simpliciter; LAB. dente sinu bifido; COLL. distinctus; OS mucron. PALPI art. 4to triangulati; TARSII ANTEICI 3 articulo 3. mucron. perovallato-dilatati; ALAE 2; TH. sub-ovoidatus, siniger . . . . .	St. 3a	PANAGAEIDAE.
		G. PANAGAEUS.
2. TH. NUD. oblongo, supra vertice apice deorsu obtusissimo instructo, seu emarginato-truncato; LAB. sinu obtusulo; COLL. 0; OS obtusissimum. <i>Corp. depressum</i> . . . . .	St. 4a	LEICHTI.
1. PALPI art. 4to triangulati; TARSII ANTEICI 3 articulo 3. prima mucron dilatata; TH. antice posticeque emarginatae; ALAE 3 v. 0 . . . . .		G. LICINUS.
2. PALPI art. 4to ovati; TARSII ANTEICI 3 articulo 3. prima dilatata; TH. unica posticeque truncata; ALAE 3 . . . . .		G. RADISTER.
B-2. PALPI medioventi portenti; TARSII ANTEICI 3 articulo 3. dilatata. COLL. 0. <i>notus</i> . . . . .	St. 5a	ELAPHIDAE.
1. LAB. transversa, truncata; LAB. sinu. obliq. sub-truncato; LAB. breviss. angusto, uncinatum; TH. capite abdominalique angustis; COLL. vix pronatis . . . . .		G. MOTIOPHILUS.
D-3. ANT. haecae; PALPI art. 4to pronatis sinu obtuso, apiculis formi, mucro; LAB. dente sinu simplici; LAB. 3-labium; EL. abdomen angustis capite latitudine haecae. <i>notus</i> . . . . .		G. ELAPHIUS.
C-1. TH. ANTICAE emarginatae haud truncatae. <i>notus</i> . . . . .		G. BEMBRIDON.
D-1. PALPI art. 4to curvo mucro. ANT. haecae; LAB. dente sinu bifido; LAB. transversum; ALAE 1; ABD. sub-ovale; COLLUS depressum, mucron . . . . .	St. 6a	THORICI.
		G. TRI-CHUS.
D-2. PALPI art. 4to truncato, mucron conico . . . . .		
E-1. TARSII ANTEICI integerrime 3 articulo 3. prima dilatata. PALPI art. 4to ovati; LAB. dente sinu simplici v. mucro; LAB. angustis sub-truncato, parangulatis latissimis rotundatis breviter; TH. sub-quadrata transversa, antice haud impressa medio, supra punctis oblongata; ALAE 3 . . . . .	St. 7a	HARPALIDAE.
		G. HARPALLUS. *

Fig. 1

Franco Andrea Bonelli, e prime dicotomie della sua famosa *Tabula Synoptica* ai generi dei Carabidi, disposti per *Sectiones* e *Stirpes*.

mentre Napoleone terminerà i suoi giorni a Sant’Elena nel 1821. Ma quasi a scherno dell’odiato Inglese, l’ultimo custode della sua tomba invierà al Museo di Parigi tre esemplari di *Aplothorax burchelli* Waterhouse, vistoso carabide rappresentante di una linea filetica (Aplothoracini) enigmatica ed esclusiva di quell’isola ancor oggi remota: un piccolo contributo alla conoscenza di quella Biogeografia insulare, nella quale i Carabidi giocheranno un ruolo non secondario negli anni a venire (CASALE e VIGNA TAGLIANTI, 1996).

#### I CARABIDOLOGI-ESPLORATORI NEL SECOLO DELLE SCOPERTE

Il secolo XIX è universalmente noto come il secolo delle grandi esplorazioni geografiche con intenti anche scientifici. Al di là di conflitti, politiche coloniali, genocidio o messa in schiavitù di intere popolazioni, ed estinzioni di specie animali e vegetali, tali esplorazioni hanno pure prodotto qualcosa di scientificamente ragguardevole: fra il 1831 e il 1836 Charles Darwin, all’epoca illustre sconosciuto, era infatti imbarcato sul brigantino da guerra (non nave oceanografica!) Beagle, e pare che le cose vedute durante quel memorabile viaggio non siano state del tutto indifferenti nella formulazione di quella che sarà la Teoria dell’Evoluzione per selezione naturale. È un vero peccato che Darwin, oltre che osservare con stupore una *Calosoma* volare al largo della costa cilena fra sciami di farfalle, o raccogliere all’isola di Chiloé un bel carabide che porterà il suo nome (*Ceroglossus darwini* [Hope, 1837]), non si sia soffermato sui Carabidi Calosomini delle Isole Galapagos. Alla pari dei ben più famosi «fringuelli» e delle testuggini giganti, quei Calosomini erano infatti portatori di informazioni preziose sull’evoluzione, sui meccanismi di speciazione per isolamento e sulla radiazione adattativa, che solo molti anni più tardi sarebbero stati messi in luce pienamente (DESENDER *et al.*, 1992).

Darwin a parte, che sarà ricordato nella storia per ben altri motivi, numerosi formidabili naturalisti-esploratori hanno prodotto, direttamente o indirettamente, un contributo ragguardevole alla conoscenza della sistematica dei Coleotteri Carabidi nel secolo delle scoperte. Fra gli Entomologi non strettamente specialisti, il cui nome è legato, in dedica o come descrittore, ad almeno una specie di Carabide, come non ricordare qui i nostri Orazio Antinori, Giuseppe de Cristoforis, Leonardo Fea e Gaetano Osculati, protagonisti di eccezionali viaggi e di raccolte in terre ancor oggi di difficile accesso?

Ma furono particolarmente le grandi potenze del secolo ad arricchirsi delle raccolte più preziose, e ad incentivare il loro studio. Mentre il Museo

di Vienna incrementava le conoscenze sulla fauna dell'Impero Asburgico (Alpi orientali incluse, dove scendeva spesso a raccogliere Ludwig Ganglbauer), padre Armand David faceva conoscere al mondo occidentale non solo il Panda gigante, o il Cervo che da lui prese il nome, ma dalla Cina inviava a Parigi anche interessanti e spesso bellissimi Carabidi, e altrettanto facevano, nei confronti dei rispettivi loro paesi, viaggiatori e missionari inglesi e tedeschi da ogni parte del mondo. In Russia, dal 1886 al 1933 Andreas Semenov (Semjonov, secondo una grafia meno usata), costruiva le basi della sistematica dei Carabidi dell'Asia centrale. Era figlio di uno dei massimi esploratori, geografi, etnologi e naturalisti del secolo scorso: quel Petr Semenov, allievo di Karl Ritter e di Alexander von Humboldt, che nel 1857, alla testa di 50 cosacchi scelti e di un distaccamento di 1.500 uomini, per primo aveva visitato e descritto l'allora inaccessibile catena delle Montagne Celesti («Tian Shan» dei Cinesi, o «Tengri-tag», Montagne degli Spiriti, delle tribù locali). Nel 1907, in occasione del cinquantenario della memorabile impresa, a Petr Semenov, membro di 66 Accademie e Istituti scientifici di tutto il mondo, per editto imperiale fu conferito il titolo di Semenov Tian-Shansky (o Shanskij, per gli autori moderni), ossia Semenov del Tian Shan. Un patronimico che da quella data decorerà anche i cartellini di identificazione e i lavori, generalmente scritti in corretto Latino o Francese, del carabidologo Andreas. Molti anni più tardi, nel 1956, Oleg Kryzhanovskij, fra i migliori carabidologi di questo secolo e autore di una classificazione dei Caraboidei su cui torneremo più avanti, muoveva da San Pietroburgo sulle orme dei Semenov, dei Przewalsky, dei Kozlov, dei Roborowsky e dei Potanin, e nell'ambito delle collaborazioni scientifiche fra i governi sovietico e cinese, esplorava i monti dello Yunnan presso la frontiera vietnamita.

Un illustre carabidologo-esploratore merita tuttavia una menzione particolare, come esempio di storia affascinante: il nome di HENRY W. BATES è ben noto ai Biologi anche non Entomologi, non foss'altro che per gli straordinari fenomeni di mimetismo, così diffusi nelle aree tropicali, che da lui presero il nome. Giovane autodidatta, figlio di un modesto lavoratore dell'industria manifatturiera britannica, Bates si manteneva vendendo Insetti a musei e collezionisti al prezzo di 3 pence il pezzo. Trascorse 11 anni della sua vita in Amazzonia, dal 1848 al 1859, e divenne famoso con il suo *The Naturalist on the River Amazonas*, che gli valse il riconoscimento di uomini illustri, da Charles Darwin a George Orwell. Raccolse nei suoi viaggi («divertendosi in maniera incredibile», come scriveva al fratello), migliaia di specie di Insetti nuove per la Scienza, non trascurando ovviamente, com'era d'uso all'epoca e da esperto cacciatore e tassidermista quale era, ogni sorta di altri animali e piante. Rientrato in

patria, mise a frutto le proprie conoscenze e descrisse un gran numero di generi e di specie di Carabidi, con particolare attenzione alla fauna neotropica e alla fauna orientale: a lui si debbono, fra l'altro, i volumi su Cicindelidae e Carabidae, con supplementi, della formidabile serie *Biologia Centrali-Americana* (1881-84), e lo studio del materiale birmano raccolto da Alessandro Fea (1892).

#### IL SISTEMA DEI CARABIDI DA BONELLI ALLA FINE DEL XIX SECOLO

Il copiosissimo materiale proveniente da ogni parte del mondo, la necessità di una maggiore articolazione tassonomica all'interno dei diversi gruppi di organismi (non solo Carabidi!) e l'affinamento delle tecniche di indagine stimolano, nel secolo delle scoperte, una serie di lavori di alta sistematica su taxa diversi di Insetti, Carabidi inclusi, che lasceranno tracce durature anche nelle moderne classificazioni.

ERICHSON (1837) per primo identificò nei Caraboidei due tipi diversi di strutture pterotoraciche: con *parapleurae* (= metepisterni) semplici, e con *parapleurae* lobate (ovvero, con metepimeri presenti). A LECONTE (1853) si deve la descrizione dei mesepimeri, non divisi o divisi. SCHIOEDTE (1855) e SCHAUM (1860) enfatizzarono ampiamente l'uso di tali caratteri nel sistema generale dei Carabidi, e numerosi autori li seguirono, definendo quelle classiche divisioni tra «Carabinae» e «Harpalinae» che troveremo ancora, immutate o con deboli modificazioni, in opere quali il catalogo di CSIKI in Junk (1927-1933). Una condizione particolare, di procoxae biperforate o uniperforate, sarà ulteriormente approfondita da Sloane, come vedremo in seguito.

THOMSON (1859) per primo fece uso sistematico del numero di pori setigeri sopraoculari, e del carattere di presenza/assenza di setole mandibolari per la diagnosi di taxa elevati di rango sopra-generico, seguito da HORN (1881), e nel secolo presente da VAN EMDEN (1936) e dallo stesso JEANNEL (1941-42).

A LACORDAIRE (1854) si deve un'accurata analisi delle strutture labiali (*glossa* e *paraglossae*) nei Carabidi, e una valorizzazione delle medesime nella sistematica del gruppo. Sarà in questo seguito da un personaggio di grande rilievo, la cui opera di revisione di gruppi, con il taglio del tassonomo moderno, ha meritato un volume commemorativo nel centenario della morte (WHITEHEAD, 1983): quel barone MAXIMILIEN STANISLAVOVITCH DE CHAUDOIR, entomologo amatore di alto lignaggio, autore di 108 lavori monografici sui Carabidi, che rifinirà degnamente la sistematica dei Caraboidei nel secolo decimonono, preparandola agli sviluppi del secolo successivo.

Quale, in questo fervore classificatorio, il ruolo degli Entomologi – eredi dei Rossi e degli Scopoli, dei Bonelli e degli Spinola – in quell'«espressione geografica» che sarebbe poi stata l'Italia? Modestissimo, per dirla chiaramente; e per dirla con il grande Giovan Battista Grassi: «Fino al principio del secolo XIX l'Italia aveva goduto di un primato incontrastato nel campo delle Scienze e di molte poteva a buon diritto dichiararsi madre. Purtroppo nella prima metà del secolo XIX lo scettro passò in altre mani... Per quanto riguarda le scienze biologiche ebbi altra volta occasione di dimostrare che a questo deplorabile stato di cose si era giunti non già per deficienza di ingegni e di menti illustri, ma perchè l'attività degli Italiani dovette essere rivolta all'altra meta altissima che stava loro davanti: alla preparazione della nuova Italia».

Nella realtà dei fatti, le cause di tale declino furono molteplici e più complesse (VIGNA TAGLIANTI, 1980). Non mancarono certo, in questo scorcio di tempo, personaggi sensibili al fascino dei Carabidi, talora curatori o possessori di vaste collezioni, estensori di accurate Faune e Cataloghi in cui i Carabidi occupano un largo spazio, o appassionati naturalisti raccoglitori immortalati in almeno una specie di Carabidae: da citare, fra i minori, Luigi Aragona, Antonio Comolli, Carlo Durazzo, Carlo Fornasini, Giorgio Jan, Vittorio Pecchioli, Giuseppe Peiroleri, Giuseppe Stabile; fra i maggiori, Giuseppe Gené, i fratelli Villa, i Costa; e tra i firmatari stessi del Manifesto di Costituzione della Società Entomologica Italiana, nel 1868, Giuseppe Bertoloni, Giacomo Doria, Vittore Ghiliani, Giuseppe Passerini, Flaminio Baudi di Selve, Odoardo Pirazzoli, Eugenio Sella, Stefano Bertolini, Enrico Ragusa.

Ma l'apporto originale, nella classificazione generale dei Caraboidei, fu scarso. E per ironia della sorte un uomo di statura veramente europea, insigne politico, pittore e coleotterologo, il piemontese FERDINANDO ARBORIO GATTINARA DI BREME («Marquis de Breme», per gli amici...), unico italiano della storia presidente della Société Entomologique de France nel 1844, proprio su un gruppo di Caraboidei ebbe a scivolare, polemizzando vivacemente (1842) con BURMEISTER, che nel 1841 per primo aveva avvicinato i Paussidae agli Adephaga. Una posizione sistematica su cui torneremo in seguito, ma di cui più nessuno ha dubitato nelle moderne classificazioni.

#### LA CLASSIFICAZIONE DEI COLEOTTERI CARABIDI NELL'ENTOMOLOGIA MODERNA

La complessità assunta dalle ricerche in campo entomologico nel secolo presente, complessità che ha investito i settori di base come i set-

tori più strettamente applicativi, non poteva non coinvolgere anche un gruppo differenziato, interessante e «amato» come i Coleotteri Carabidi. E tale è la letteratura prodotta, e tanti sono stati gli aspetti trattati, che solo alcuni esempi salienti, relativi alla costruzione del *Systema*, potranno essere qui citati. Per informazioni più dettagliate, si rimanda, fra le altre, alle sintesi specialistiche di BALL (1979), di VIGNA TAGLIANTI in CASALE *et al.* (1982), e per gli anni più recenti a BALL *et al.* (1998).

È mia opinione, tuttavia, che per comprendere appieno il progresso delle conoscenze sulla classificazione naturale (e quindi sull'origine, sulla filogenesi e sulla storia evolutiva di un qualsiasi gruppo di organismi, che è poi quanto qui ci interessa), sia necessario prendere in considerazione tutto il corollario di dati scientifici che attorno a quel gruppo si sono andati raccogliendo nel corso del tempo. Relativamente ai Caraboidei, almeno i seguenti campi di indagine meritano un cenno:

#### 1. La continuazione del censimento

Quante siano le specie di Coleotteri Caraboidei esistenti al mondo non ci è dato di sapere: stime prudenziali hanno ipotizzato numeri che variano dalle 21.000 (KRYZHANOVSKIJ, 1976), alle 33.000 circa (secondo un inventario attualmente in stampa), alle 40.000 specie descritte (NOONAN, 1985: nel quale ultimo caso, pari a dieci volte quello di tutti i Mammiferi attuali conosciuti). Ma il drammatico incremento delle scoperte, e le descrizioni che si sono succedute negli ultimi anni su materiali censiti non solo in settori geografici poco esplorati, ma pure in aree ritenute ben note, rendono verosimile l'ipotesi di un numero reale di specie enormemente più elevato. Per il solo genere neotropicale *Agra*, sicuramente monofiletico, ERWIN (1996) indica probabile un numero di 2.000 specie, in gran parte inedite.

E così, gran parte delle energie di professionisti e di amatori è stata impegnata, anche nel secolo presente, in lavori descrittivi e in revisioni di generi e tribù. Un solo esempio: il nostro Stefano Ludovico Straneo (1902-1997), amatore puro, ma specialista riconosciuto a livello mondiale di alcuni gruppi di Carabidi, al quale è stato dedicato un simposio monografico nell'ambito del XX International Congress of Entomology in Firenze nel 1996, nel corso della sua lunga esistenza ha descritto qualcosa come 1195 specie e 64 generi nuovi per la scienza, spesso nell'ambito di ampie revisioni.

La tassonomia di base ha dunque contribuito in maniera determinante all'elaborazione del sistema dei ranghi più elevati («*higher taxa*»). Ma l'esplorazione sul campo non è stata da meno: pure casuali scoperte, avvenute talora in contrade non inaccessibili, hanno creato problemi

classificatori complessi. Emblematico il caso di *Gebringia olympica* Darlington, 1933, Carabide enigmatico della costa pacifica degli U.S.A. (MADDISON, 1985), le cui affinità sono state e sono ancor oggi oggetto di dibattito.

Nell'Italia di quest'inizio secolo, paese incomparabilmente ricco di diversità biologica, abbiamo assistito finalmente ad uno sforzo straordinario di censimento, di identificazione e di compilazione – quasi a recuperare il tempo perduto – da parte di tanti, professionisti e amatori, per lo più Coleotterologi «generalisti» ma ottimi conoscitori di tutte le famiglie di Coleotteri. Sono da citare, fra i maggiori, ARTURO SCHATZMAYR e GIUSEPPE MÜLLER: a quest'ultimo, fra l'altro, siamo debitori di fondamentali contributi sui Carabidi sotterranei, e di una vera, prima «Fauna» moderna di un settore d'Italia (1926), le cui tabelle di identificazione sono di uso ancora attuale. Ma pure Agostino Doderò, Raffaello Gestro, Antonio Porta, Paolo Luigioni, Felice Capra e Giovanni Binaghi, fra gli altri, non saranno immuni, una o più volte nella vita, al fascino di un Carabide! Il resto è storia recente, e le numerose descrizioni che si sono succedute negli ultimi anni, di specie e pure di generi nuovi della nostra fauna, dimostrano che tale storia è ancora ben lontana da una conclusione.

## 2. La dimensione geografica dei taxa

Il progresso del censimento ha portato nel secolo presente – non solo per il gruppo in questione – alla compilazione di Faune e Cataloghi riferiti alle aree geografiche più diverse, e di più diversa estensione: opere che hanno fatto seguito ad altre analoghe, talora monumentali, per lo più di scuola Inglese, Francese o Tedesca, prodotte nel secolo scorso.

I Coleotteri Caraboidei sono presenti in ogni parte del globo e in ogni tipo di ambiente, ma con elementi, adattamenti morfofunzionali e storia di popolamento molto differenziati: l'interesse zoogeografico del gruppo è ben noto, e non è casuale che tre padri fondatori della Biogeografia – Philip Darlington Jr., René Jeannel e Karl Lindroth – siano stati in primo luogo eccellenti Carabidologi sistematici. Ma di Biogeografia tratterà Augusto Vigna Taglianti, in un capitolo successivo. A noi basti qui ricordare – poichè non è possibile fare della buona faunistica e della buona biogeografia senza una buona base sistematica – che tutti gli specialisti estensori di Faune diverse hanno dovuto misurarsi con scelte classificatorie che talora, per l'originalità e per l'approccio critico, sono rimaste fondamentali nella storia del *Systema Carabidarum*; e, ancora, che la formulazione della teoria della tettonica a zolle, e il successivo avvento della Sistematica cladistica, con l'introduzione nella

Biogeografia «storica» di modelli di clado-vicarianza, stimolerà in anni recenti anche nei Carabidologi, attraverso la ricerca di un possibile *adelphotaxon* per ogni *taxon* istituito, la formulazione di una sistematica filogenetica.

### 3. La Bionomia, l'Autoecologia e la Sinecologia

In Italia, il secolo ventesimo si apre significativamente con uno dei più interessanti lavori mai pubblicati sulla bionomia di un Carabide, frutto delle ricerche di un grande Entomologo non carabidologo: nel 1904 FILIPPO SILVESTRI descrive il ciclo peculiare, ipermetabolico, la capacità sericipara e la morfologia larvale di un Lebiino, *Lebia scapularis*, legato al Coleottero Crisomelide Galerucino *Galerucella luteola*. Un segnale di interesse, da parte dell'Entomologia applicata, per un gruppo di Insetti entomofagi di enorme rilevanza negli ecosistemi naturali e negli agroecosistemi, interesse che troverà maggiore rilievo nell'introduzione in Nord America della nostra *Calosoma sycophanta* come limitatore di *Lymantria dispar*: una vicenda quest'ultima illustrata in un delizioso libello, quasi coevo dell'articolo di Silvestri, da parte di BURGESS (1911).

È l'inizio di un interesse, nei confronti della biologia e degli stadi preimmaginali dei Caraboidei, che non verrà mai meno nei decenni successivi, e che vedrà impegnati numerosi ricercatori in tutto il mondo. Ancora in Italia, i nostri Leonida Boldori, Mario Sturani, e più di recente Pietro e Tullia Brandmayr, fra gli altri, ne saranno emuli ed esempi (Zetto Brandmayr e Di Giulio, questo volume).

Quale l'impatto di tali ricerche sulle conoscenze in campo sistematico? Enorme, poichè la descrizione degli stadi larvali e dei regimi trofici di numerose specie, delle più diverse linee filetiche, ha contribuito in maniera determinante a costruire, con nuovi caratteri, una classificazione naturale dei Caraboidei (si veda, a titolo di esempio, BEUTEL, 1993).

La sinecologia, lo studio di associazioni o taxocenosi in ambienti diversi, e il ruolo dei Caraboidei nell'ecologia applicata (Pizzolotto, questo volume), verranno cronologicamente per ultime, e costituiranno un fenomeno di rilievo e di matrice eminentemente nord- e mittel-europea (BRANDMAYR, 1998). Da sottolineare tuttavia come i rapporti fra l'ecologo che fa uso dei Caraboidei non come fine, ma come mezzo di indagine, non siano stati idilliaci nei confronti del sistematico e del faunista: l'uso nella letteratura ecologica di Carabidi talora non, o male identificati, e una palese, costante conflittualità nei confronti di una nomenclatura in continuo divenire, fastidiosa per l'ecologo pragmatico – lo stesso Lindroth, che vedeva nella tassonomia iperspecialistica il rischio di un «*secret code for a handful of conspirators*», non sarà immune da tale fasti-

dio – favoriranno a lungo una separazione fra «carabidologists» rispettivamente sistematici ed ecologi che giungerà al culmine in anni recenti (HAMMOND, 1990), e che neppure oggi appare in via di composizione.

La sistematica dei Caraboidei, e degli Adephaga in generale, viene dunque traghettata nel secolo ventesimo con una gerarchia ben consolidata: in opere di base quali il *Käfer von Mitteleuropas* di GANGLBAUER (1892; ripreso ancora da PORTA, 1923), le classiche famiglie Cicindelidae, Carabidae, Paussidae e Rhysodidae, di «Adefagi terrestri» (Geadephaga di Crowson) si presentano in tutta la loro unitarietà, e con un rango – di famiglia, appunto – che ritroveremo in opere molto più tardive (CROWSON, 1967: con l'aggiunta, da parte di quest'ultimo, della famiglia Trachypachidae, estranea alla fauna europea).

Anche l'opera catalogica di CSIKI (1927-33), e la *Fauna of British India* di ANDREWES, circa coeva (1929, 1935) ci propongono un sistema semplice di Carabidae, come famiglia unitaria articolata in due maggiori sottofamiglie: Carabinae e Harpalinae (con l'aggiunta, da parte di Csiki, di una sottofamiglia monobasica, Mormolycinae, per l'enigmatico genere malese *Mormolyce* che troverà, anni più tardi, una congrua collocazione fra i Pericalini, o Thyreopterini degli autori).

Già nel 1923, tuttavia, SLOANE (seguito poi da altri autori), enfatizzando caratteri già messi in luce da LECONTE (1853), da HORN (1881), dallo stesso Ganglbauer e da altri autori, aveva proposto una sistematica dei Caraboidei basata sulla morfologia di pro-, meso- e metasterno, sullo sviluppo maggiore o minore di proepimero e mesoepimero, e sul conseguente numero di aperture interne delle cavità coxali. Questo autore introduce pertanto una serie di categorie di rango intermedio, fra sottofamiglia e tribù, in un sistema complesso che comprende Carabidae «conjunctae» (all'interno del quale si situano Carabidae «uniperforatae» e Carabidae «biperforatae», ciascuna con 18 tribù), e Carabidae «disjunctae» (con Carabidae «clausae»: 10 tribù, e Carabidae «apertae»: 6 tribù). I limiti imprecisi delle suddette divisioni, ed in particolare la posizione dubbia di gruppi quali Scaritinae, Notiophilini, Licinini, Panagaeini e Odacanthini, sono stati successivamente sottoposti a critica da diversi autori, BALL (1960) e LINDROTH (1961-1969) in testa.

Come ben evidenziato da BALL (1979), il sistema dei Caraboidei proposto da JEANNEL (1941-1942) è il primo – anche se non per specifica dichiarazione dell'autore, ben noto «lamarckien»! – con un taglio veramente filogenetico. L'autore francese, al quale siamo debitori non solo di fondamentali revisioni di Carabidae a livello mondiale, ma pure di pode-

rosi volumi di Entomologia, di Biogeografia e di Biospeleologia, utilizza nella sua costruzione classificatoria tutti i caratteri evidenziati dai precedenti autori (dalla morfologia delle parti boccali e delle tibie cara a Bonelli, alla presenza/assenza di metepimeri evidenziata da Sloane), ma pure approfondisce – come aveva fatto e come farà in tutte le sue opere, accompagnato nel percorso da illustri contemporanei, quali HOLDHAUS (1912,1924) e VAN EMDEN (1936) – lo studio dei genitali maschili, e illustra i caratteri larvali dei vari gruppi. Ne scaturirà una classificazione articolata su sei ranghi (divisione, gruppo, superfamiglia, famiglia, sottofamiglia e tribù) (fig. 2A), con uno schema di affinità reciproche fra i vari raggruppamenti che sarà discusso, rifiutato o accettato dai numerosi autori successivi.

In particolare, il rango elevato dei gruppi jeanneliani, e soprattutto l'elevazione di numerosissimi taxa al rango famiglia, non sarà accettato dalla maggior parte degli autori che avranno occasione di trattare i Carabidae, considerati famiglia unitaria in forma più o meno estesa. Così alcuni (fra cui LINDROTH, 1961- 69), torneranno *sic et simpliciter* ad una serie di tribù tutte dello stesso rango, mentre FREUDE (1976), senza giustificazione alcuna, eleverà le tribù (38) degli autori precedenti al rango di sottofamiglia. Altri proporranno sistemi articolati su diversi livelli gerarchici, in parte coincidenti con la classificazione proposta da Jeannel ma con ranghi differenti per i singoli gruppi: da citare, a titoli di esempio, KRZYZHANOVSKIJ (1976), KRZYZHANOVSKIJ *et al.* (1995) (fig. 3B), LAWRENCE e NEWTON (1995) (fig. 4A), e lo stesso volume sui Carabidi della Fauna d'Italia (CASALE *et al.*, 1982) (fig. 5).

Pure un sistema di Caraboidei formato da più distinte famiglie – con limiti diversi rispetto al passato, e nel caso specifico basate su caratteri anatomici dell'addome e dei genitali femminili – sarà nuovamente proposto, con probanti argomentazioni, in anni recenti (DEUVE,1993) (fig. 4B).

#### GLI «ALTI TAXA» DI DUBBIA COLLOCAZIONE

Dopo Jeannel, come si è visto, «nulla sarà più come prima».

Ma come ho già detto all'inizio della presente nota, credo che un eccesso di dettaglio specialistico, nell'analisi delle discussioni riguardanti la sistematica recente dei Carabidi e nelle citazioni della vasta letteratura coinvolta, possa risultare tedioso e di scarso interesse al lettore di un resoconto scritto con approccio storico: alcuni lavori di carattere generale sopra citati, e la relativa bibliografia, potranno informare chi volesse saperne di più. Ritengo più interessante invece soffermarmi

### Classificazione dei Caraboidea (Jeannel, 1941) :

(numero delle famiglie presenti nella fauna di Francia)

- ◆ Div. ISOCHAETA (4 famiglie)
- ◆ [ANISOCHAETA]
- ◆ Div. CARABOIDEA SIMPLICIA (7 famiglie)
  - (incl. CICINDELIDAE & OMOPHRONIDAE)
- ◆ Div. CARABOIDEA LIMBATA
  - Grp. SCROBIFERA (2 famiglie)
    - (incl. SCARITIDAE & HILETIDAE)
  - Grp. STYLIFERA (5 famiglie)
  - Grp. CONCHIFERA
    - »Superfam. HARPALOMORPHI (incl. 3 famiglie)
    - »Superfam. CALLISTOMORPHI (incl. 3 famiglie)
    - »Superfam. ODACANTHOMORPHI (incl. 1 famiglia)
    - »Superfam. MASOREOMORPHI (incl. 1 famiglia)
    - »Superfam. LEBIOMORPHI (incl. 3 famiglie)

### Classificazione degli Adephega (Bell, 1967)

#### ◆ ISOCHAETA

- »Septisternia
  - ◆tribù Metriini, Ozaenini, Paussini
- »Glabricornia
  - ◆tribù Trachypachini
- »Hydradephaga ("all aquatic families")

#### ◆ ANISOCHAETA

- »Isopleuri
  - ◆tribù Elaphrini, Scaritini, Cicindelini
- »Hemipleuri
  - ◆tribù Nebriini, Opisthiini, Carabini, Cychrini
- »Lobopleuri
  - ◆tribù di "Harpalinae" degli autori, o "Limbata" di Jeannel, escl. Scaritini & Hiletini

#### Tribù non classificate

Gehringiini	Promecognathini
possibili Hemipleuri o	Isopleuri o Hemipleuri
Lobopleuri	Hiletini
Notiophilini	non studiati
quasi certamente Hemipleuri	Horologiini
Omophronini	non specificati
Hemipleuri aberranti?	Mormolycini
Rhysodini	senza dubbio Lobopleuri
probabilmente Isopleuri	modificati
aberranti,	
affini a Scaritini	
o Hemipleuri	

A

B

Fig. 2

Esempi di classificazione dei Caraboidei (modificati da Ball, Casale e Vigna Taglianti, 1998).

<p>Classificazione dei Carabidae della Regione Neotropicale (Reichardt, 1977):</p>	<p>Classificazione dei Caraboidea (Kryzhanovskij et al., 1995): (fino alle supertribù)</p>
<p>◆ Divisione <b>ISOCHAETA</b></p> <p>»Subfam. <b>CICINDELINAE</b> (3 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>TRACHYPACHINAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>NOTOTYLINAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>CICINDISINAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>PAUSSINAE</b> (2 tribù)</p>	<p>Superfamiglia <b>CARABOIDEA</b></p> <p>◆ Fam. <b>TRACHYPACHIDAE</b> (2 tribù)</p> <p>◆ Fam. <b>RHYSODIDAE</b> (1 tribù)</p> <p>◆ Fam. <b>CARABIDAE</b></p> <p>- Subfam. <b>CICINDELINAE</b> (1 tribù)</p> <p>- Subfam. <b>OMOPHRONINAE</b> (1 tribù)</p> <p>- Subfam. <b>CARABINAE</b></p>
<p>◆ Divisione <b>ANISOCHAETA</b></p> <p>»Subfam. <b>OMOPHRONINAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>CARABINAE</b> (40 tribù) <i>Rhysodini inclusi</i></p> <p>»Subfam. <b>PSEUDOMORPHINAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Subfam. <b>BRACHININAE</b> (1 tribù)</p>	<p>»Supertr. <b>NEBRIITAE</b> (1 tribù) »Supertr. <b>PSYDRITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>NOTIOPHILITAE</b> (1 tribù) »Supertr. <b>PTEROSTICHITAE</b> (5 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>CARABITAE</b> (2 tribù) »Supertr. <b>HARPALITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>ELAPHRITAE</b> (1 tribù) »Supertr. <b>PERIGONITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>LORICERITAE</b> (1 tribù) »Supertr. <b>PANAGAEITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>SIAGONITAE</b> (2 tribù) »Supertr. <b>CALLISTITAE</b> (3 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>SCARITITAE</b> (3 tribù) »Supertr. <b>MASOREITAE</b> (3 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>BROSCITAE</b> (2 tribù) »Supertr. <b>PENTAGONICITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>TRECHITAE</b> (4 tribù) »Supertr. <b>ODACANTHITAE</b> (1 tribù)</p> <p>»Supertr. <b>PATROBITAE</b> (2 tribù) »Supertr. <b>LEBITAE</b> (8 tribù)</p> <p>-Subfam. <b>BRACHININAE</b> (1 tribù)</p> <p>-Subfam. <b>PAUSSINAE</b> (1 tribù)</p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>B</b></p>

Fig. 3

Esempi di classificazione dei Caraboidei (modificati da Ball, Casale e Vigna Taglianti, 1998).

<p align="center"><b>Classificazione degli Adepaga terrestri</b> (Lawrence &amp; Newton, 1995): (fino alle sottofamiglie)</p>	<p align="center"><b>Classificazione dei Caraboidea</b> (Deuve, 1993)</p>
<p>◆ Suborder <b>ADEPHAGA</b></p> <p>◆ Fam. <b>TRACHYPACHIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>RHYSODIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>CARABIDAE</b></p> <p>◆ Subfam. <b>PAUSSINAE</b> [Metriini, Ozaenini, Protopaussini, Paussini, Cicindini, and Nototylini]</p> <p>◆ Subfam. <b>GEHRINGIINAE</b> [Gehringiini]</p> <p>◆ Subfam. <b>OMOPHRONINAE</b> [Omophronini]</p> <p>◆ Subfam. <b>CARABINAE</b> [Carabini, Ceroglossini, Cychrini, Pamborini, Notiophilini, Opisthiini, Notiokasiini, Nebriini, etc.]</p> <p>◆ Subfam. <b>CICINDELINAE</b></p> <p>◆ Subfam. <b>HILETINAE</b> [Hiletini]</p> <p>◆ Subfam. <b>LORICERINAE</b> [Loricerini]</p> <p>◆ Subfam. <b>ELAPHRINAE</b> [Elaphrini]</p> <p>◆ Subfam. <b>MIGADOPINAE</b> [Amarotypini, Migadopini]</p> <p>◆ Subfam. <b>SIAGONINAE</b> [Siagonini]</p> <p>◆ Subfam. <b>SCARITINAE</b> [Carenini, Clivinini, Scaritini, Promecognathini, etc.]</p> <p>◆ Subfam. <b>TRECHINAE</b> [Apotomini, Broscini, Melaenini, Trechini, Bembidiini, Pogonini, Psydrini, Patrobini, etc.]</p> <p>◆ Subfam. <b>HARPALINAE</b> [Pterostichini, Peleciini, Amarini, Harpalini, Licinini, Chlaenini, Oodini, Fanagaeini, Dryptini, Galeritini, Zuphiini, Platynini, Perigonini, Graphipterini, Mesoreini, Lebiini, etc.]</p> <p><b>CARABIDAE INCERTAE SEDIS</b></p> <p>-Subfam. <b>BRACHININAE</b></p> <p>-Subfam. <b>PSEUDOMORPHINAE</b></p>	<p align="center" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Superfam. CARABOIDEA</b></p> <p>◆ Fam. <b>RHYSODIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>GEHRINGIIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>CICINDELIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>CARABIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>NOTOTYLIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>PAUSSIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>BRACHINIDAE</b></p> <p>◆ [Fam. <b>AMPHIZOIDAE</b>]</p> <p>◆ Fam. <b>TRACHYPACHIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>OMOPHRONIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>NEBRIIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>MIGADOPIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>ELAPHRIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>LORICERIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>CICINDIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>HILETIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>PROMECOGNATHIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>SCARITIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>APOTOMIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>SIAGONIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>MELAENIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>PSYDRIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>BROSCIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>TRECHIDAE</b></p> <p>◆ Fam. <b>HARPALIDAE</b></p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>B</b></p>

Fig. 4

Esempi di classificazione dei Caraboidei (modificati da Ball, Casale e Vigna Taglianti, 1998).

**Classificazione dei Carabidae**  
**(Casale, Sturani & Vigna Taglianti, 1982)**  
(numero delle tribù presenti nella fauna d'Italia)

---

◆ **Fam. Carabidae**

◆ Subfam. CICINDELINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. PAUSSINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. CARABINAE	(3 tribù)
◆ Subfam. NEBRIINAE	(2 tribù)
◆ Subfam. OMOPHRONINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. ELAPHRINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. LORICERINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. SIAGONINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. SCARITINAE	(3 tribù)
◆ Subfam. RHYSODINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. APOTOMINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. BROSCINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. NOMIINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. TRECHINAE	(3 tribù)
◆ Subfam. PATROBINAE	(2 tribù)
◆ Subfam. PERIGONINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. PTEROSTICHINAE	(8 tribù)
◆ Subfam. HARPALINAE	(5 tribù)
◆ Subfam. LICININAE	(2 tribù)
◆ Subfam. CHLAENIINAE	(2 tribù)
◆ Subfam. ODACANTHINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. MASOREINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. LEBIINAE	(4 tribù)
◆ Subfam. ZUPHIINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. DRYPTINAE	(1 tribù)
◆ Subfam. BRACHININAE	(1 tribù)

Fig. 5

Esempio di classificazione dei Caraboidei della fauna d'Italia.

sulle vicende, ancora apparentemente lontane da una conclusione, di alcuni gruppi «fastidiosi» di Caraboidei, la cui collocazione all'interno dei diversi sistemi, comodi e confezionati dal sistematico, incontra difficoltà maggiori o minori: è una vicenda comune a tanti gruppi di Insetti dei più diversi Ordini, e pertanto ogni entomologo, più o meno avvezzo alla Sistematica, vi si ritroverà a proprio agio.

Non mi dilungherò su gruppi oscuri al non carabidologo, talora monobasici, fondati su singoli generi e specie di lontane contrade descritti su reperti recenti o isolati: i già ricordati Gehringiini, con il genere monobasico *Gehringia*, i Nototylini o i Cicindisini. La loro citazione è utile solo per ricordare come pure affascinanti scoperte sul terreno possano ancora creare disturbo alla comoda, sedentaria routine classificatoria. E anche su Hiletini, Physocrotaphini (= Helluodini auct.), Notiokasini, Amarotypini e Psydrini, fra gli altri, vi sarebbe molto da dire.

E neppure mi soffermerò su un gruppo, i Trachypachydae, noti fossili e numerosissimi già nel basso Mesozoico, oggi confinati alle regioni Olartica e Neotropicale con 2 soli generi e 6 specie: la loro collocazione esterna, come «out group» di Carabidae e forse adelphotaxon di Dytiscoidea, pare infatti definitivamente accertata (BEUTEL, 1993).

Richiamerò invece l'attenzione sul fatto che tali vicende hanno riguardato, e riguardano, almeno quattro gruppi «di casa nostra», rappresentati nella fauna italiana, e certamente noti ad ogni entomologo. In particolare:

#### 1) Il caso Paussini

Su questi strani, specializzati Coleotteri mirmecofili (talora termitofili) (fig.6B), numerosi in aree tropicali (NAGEL, 1979) e rappresentati nell'area mediterranea da due sole specie (*Edaphopaussus favieri* [Fairmaire, 1851], e *Paussus turcicus* Friwaldszky, 1835), ebbe già a scivolare il marchese Di Breme, in una diatriba con Burmeister vecchia di un secolo e mezzo fa, a cui ho fatto cenno in precedenza. E se quest'ultimo, nel 1841, fu così acuto da porre i «Paussida» negli Adephaga (dove poi li ritroveremo in BÖVING e CRAIGHEAD, 1831, come Paussoidea, e nel catalogo WINKLER, 1924-32, sempre comunque lontani e ben separati dai Carabidae), non possiamo ignorare come in lavori per certi versi accurati (HEYDEN *et al.*, 1891, ad esempio) questo gruppo figurò ancora fra i Polyphaga, accanto a Clavigeridae.

Ci vorrà un DARLINGTON (1950) per dimostrare definitivamente le reali affinità dei Paussini nei confronti di «veri» Carabidae, gli Ozaenini. E la morfologia larvale (di Ozaenini e Metriini) fornirà in seguito

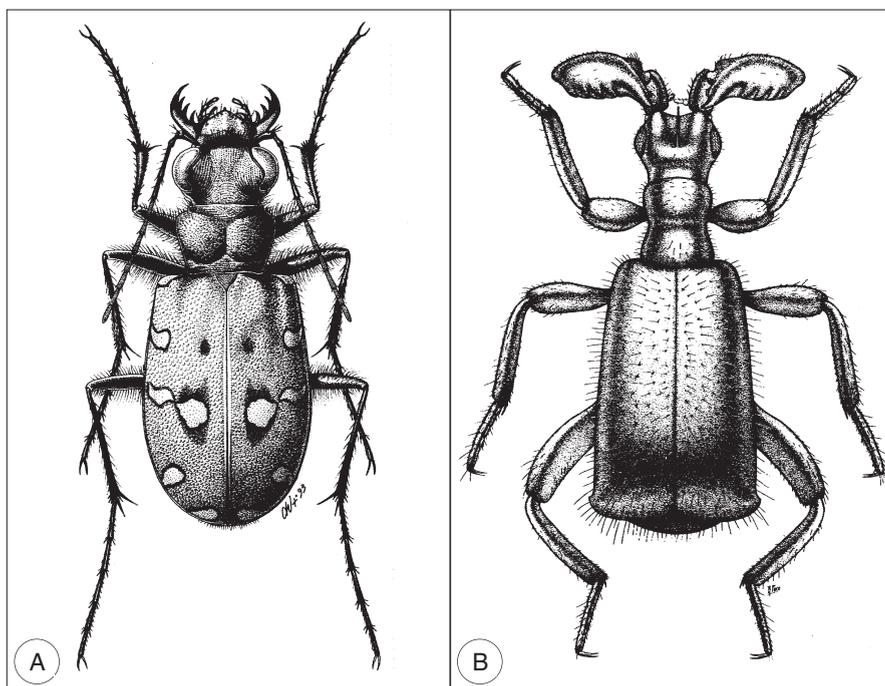


Fig. 6

Caraboidei divergenti e di posizione discussa presenti nella fauna d'Italia. Cicindela (A: *Cicindela campestris saphyrina*) (disegno originale di Dante Vailati); Pausso (B: *Edaphopausus favieri*) (da Casale et al., 1982).

quei caratteri di conferma (VAN EMDEN, 1942; VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992), che in altri casi ancora mancano.

## 2) Il caso «Cicindelidae»

Trattare questo gruppo come famiglia autonoma, a dispetto del rango subordinato a sottofamiglia o tribù di Carabidae proposto da numerosi autori recenti (a cominciare da HORN in Junk, 1926, e da JEANNEL, 1941-42), non è un vezzo dei soli Cicindelidologi, affezionati al «rango elevato» dell'oggetto dei loro studi. Ritroviamo i Cicindelidae come tali, ad esempio, in BALL (1960), nel Catalogo topografico del nostro MAGISTRETTI (1965) e più recentemente in DEUVE (1993), nel quale ultimo tuttavia altri gruppi di Caraboidei necessitano di una elevazione di rango.

Si è generalmente d'accordo sul fatto che i Cicindelidi formino un gruppo interno ai Caraboidei intesi in senso moderno (e lato), e sul fatto che essi costituiscano un'unità monofiletica per caratteri immaginali (fig.

6A), larvali e pure comportamentali. Ma la loro posizione nel sistema («pre-anisochaeta» per Crowson in BALL, 1979; «Isochaeta» per Lindroth, 1961-65; «Simplicia» per JEANNEL, 1941-42; o adelphotaxon di «Simplicia + Limbata» per REGENFUSS, 1975) meriterà ulteriori discussioni. E di questi eleganti, veloci predatori, ci parlerà diffusamente Cassola (questo volume).

### 3) Il caso «Rhysodidae»

Lignicoli, non fossori, specializzati mangiatori di fasi ameboidi di muffe mucillaginose (Mixomiceti) in antiche foreste, i Risodidi (fig. 7A), che pure appassionarono il nostro Guido Grandi molti anni fa, rappresentano un grattacapo in piena regola e in pieno svolgimento. BELL, massimo specialista del gruppo, nel suo sistema basato sulla struttura del torace (1967,1996), considera i Rhysodini gruppo interno di Carabidae, come «isopleuri» e «clausae» (fig. 2B), affini a singole tribù o sottotribù della sottofamiglia Scaritinae. Tale posizione è condivisa da alcuni (fra cui

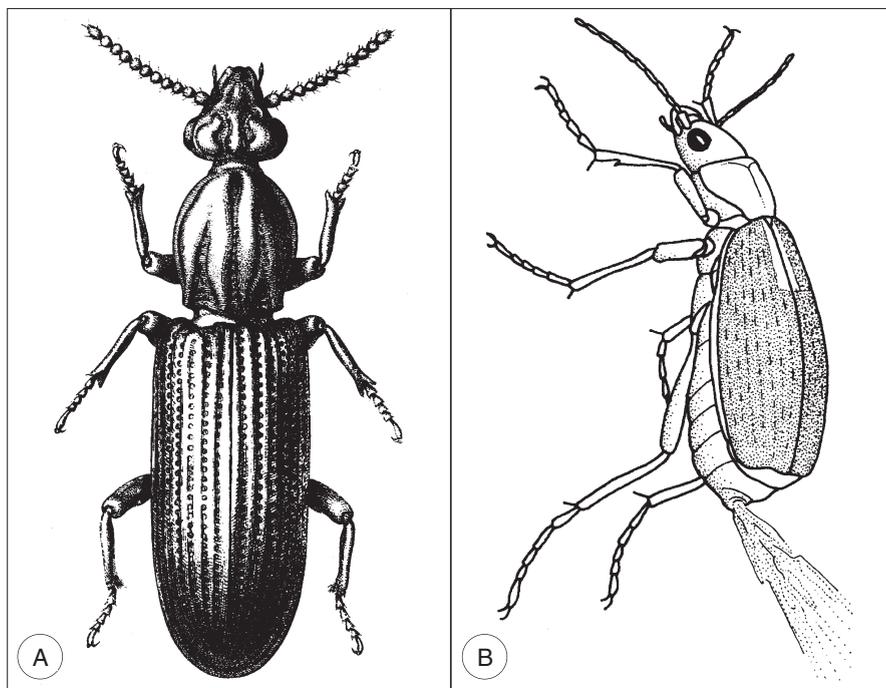


Fig. 7

Caraboidei divergenti e di posizione discussa presenti nella fauna d'Italia. Risode (A: *Rhysodes* sp.) (da Grandi, 1951); Brachino (B: *Brachinus* sp.) (da Trautner & Geigenmuller, 1987).

REICHARDT, 1977), ed è esplicitamente rifiutata, fra gli altri, da REGENFUSS (1975) e da KRYZHANOWSKIJ (1976).

Il dibattito è in corso: in attesa di un vincitore, *Clinidium canaliculatum*, della nostra fauna, è stato proposto fra le specie europee in declino e meritevoli di protezione. È proprio il caso di dire che il diretto interessato, fra i vari litiganti, non ha certo tratto giovamento.

#### 4) Il caso Brachininae

Carabidi apparentemente banali, tipici nel loro aspetto e conosciutissimi, i comuni e diffusi «Bombardieri» (fig. 7B) rappresentano l'ultimo, e più intrigante mistero della sistematica dei Caraboidei. Non era così ai tempi di Bonelli, che li trattava come normali «Truncatipennes» accanto ai Lebiomorfi (poichè le elitre troncate sono ben evidenti nel gruppo, tant'è che molto più recentemente HABU, 1967, si è del tutto allineato su questa posizione). Lo stesso JEANNEL (1941-42), pur attribuendo un rango distinto a Brachinidae e Pseudomorphidae («Balteifera»), pone tali taxa al termine del suo sistema, dopo i Lebiomorphi, fra i Carabidae cioè più evoluti.

BALL (1960,1979), anche con l'appoggio di adeguate argomentazioni da parte del chimico-carabidologo MOORE (1979), enfatizzando principalmente i caratteri strutturali delle ghiandole difensive pigidiali e la natura chimica (chinoni) dei secreti, ma pure la presenza di 7 (femmine) o 8 (maschi) sterni addominali visibili (contrapposta ai 6 sterni visibili in entrambi i sessi di tutti i «Conchifera»), non ritiene i Brachininae, o «Brachinida», *higher carabids* (pur presentando essi, nella morfologia dell'organo di toeletta, e in quella del torace e delle elitre, i caratteri evoluti degli anisocheti), ma Carabidi di rango «basale», prossimi a Paussini, Metriini e Ozaenini. DEUVE (1993) ritiene possibile, ma non provata, tale posizione dei Brachininae (presso «Isochaeti»), in base al confronto dei genitali femminili di Ozaenini ipogei e Brachininae del genere *Crepidogaster*. Anche nel presente caso, il dibattito è in corso, tra chi ha ritenuto (Crowson in testa) le similarità fra Paussini e Brachininae dovute a meri fenomeni di convergenza, fra chi ha accettato le posizioni di Ball e di Moore, e fra i molti che hanno prudentemente sospeso per ora il giudizio.

Quanto alla biologia e alla morfologia larvale dei Brachininae, nulla di nuovo sotto il sole: sono note le larve, trovate in natura, di poche specie dei generi *Brachinus* e *Pheropsophus*, e la loro struttura (BEUTEL, 1993) indicherebbe più strette affinità nei confronti degli «alti» Carabidi. Ma nessuno è mai stato in grado di allevare un *Brachinus*: i cicli biologici (senza dubbio ipermetabolici, di parassitoidi di altri Insecta), le larve e gli ospiti, anche delle specie più comuni, conservano gelosamente il loro segreto per la curiosità delle future generazioni.

## L'AVVENTO DEL SISTEMA FILOGENETICO

Il metodo introdotto da HENNIG, reso accessibile dall'edizione in lingua inglese del 1966, ha sortito effetti che vanno ben oltre la pratica classificatoria: dalla Cladistica, è ben noto, sono nate riviste, scuole di pensiero, battaglie ideologico-filosofiche, e sull'argomento sono stati versati fiumi di inchiostro non ancora prosciugati.

La Cladistica ha permeato molto profondamente le recenti classificazioni dei Caraboidei, sia a livello di sistematica di base (revisione di generi o di gruppi di specie), sia a livello di «alti gradi» all'interno del gruppo. Senza entrare nel merito dei diversi, numerosissimi contributi comparsi dagli anni '70 a oggi, e meno che mai soffermarmi sui risultati a cui si è pervenuti, vorrei solo qui evidenziare, per esperienza diretta, alcuni aspetti che ritengo positivi del metodo hennigiano, e che hanno permeato e rivitalizzato la recente Sistematica biologica (si veda anche, per qualche commento sempre attuale, LA GRECA, 1978). Nel processo classificatorio filogenetico su base cladistica, il sistematico si è trovato, in primo luogo, a dover abbandonare una consolidata tradizione diagnostica, acquisita con l'esperienza (il «buon occhio» dello specialista), e atta a evidenziare le differenze fra taxa, per cogliere al contrario i caratteri comuni, derivati e «pesati» (sinapomorfi) che indicano affinità (e non differenze) fra i taxa stessi. In secondo luogo, è stato obbligato a operare su numeri grandi (il più possibile grandi) di caratteri, e non su singole evidenze morfologiche. In terzo luogo, infine, ha dovuto tentare di ricostruire quelle trasformazioni («serie di trasformazioni») che modificano un carattere da uno stato primitivo ad uno stato derivato, evoluto: operazioni, queste, che solo il buon specialista può condurre sul gruppo di propria competenza. I Carabidi, così, sono stati rivisitati in tutte le loro caratteristiche, morfologiche, biochimiche, molecolari, larvali e immaginali; e pure caratteri legati a strutture per lungo tempo poco indagate, quali erano i genitali femminili interni ed esterni, sono entrati nel gioco delle ricostruzioni filogenetiche (si vedano, a titolo di esempio, LIEBHERR & WILL, 1996), con eccellenti ricadute anche a livello zoogeografico. Una ricostruzione dell'evoluzione dei Caraboidei mediante ciclo, radiazione ed estinzione, che si rifà alla teoria del «ciclo di un taxon» di Wilson, è stata più volte enunciata e modificata da ERWIN (1981, 1985).

I Carabidologi (e gli specialisti di tutti i gruppi) hanno dunque molte ragioni per essere grati al ditterologo Hennig, non foss'altro per aver destato, o ridestato, molti di loro da una pratica routinaria che avrebbe condotto, o prima o poi, alla totale sterilità intellettuale in campo sistematico.

## CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Mi sono posto spesso il problema di quali siano le ragioni per le quali i Coleotteri Carabidi abbiano suscitato e suscitino, oggi più che mai, l'attenzione di tanti entomologi, neofiti e non, amatori e professionisti. Se lo è chiesto di recente anche POGGI (1997), pure egli d'altro canto, come i suoi maestri Capra e Binaghi, «transfuga» di quando in quando nella Carabidologia.

Le motivazioni estetiche, da sole, non reggono: se si escludono i non molti Carabidi di grandi dimensioni (del genere *Carabus*, in particolare), ricercati dai collezionisti e oggetto, come altri Insetti di pari o maggiore bellezza e vistosità, di un'Entomologia «parallela», fatta di cacce avventurose, mercati, scambi, e di una letteratura talora deteriore, è un fatto che la maggioranza dei Carabidi è costituita da Insetti minuti, modestamente colorati, spesso elusivi e notturni, talora del tutto privi di pigmento nelle pure amatissime specie endogee e cavernicole, certo meno attraenti di molti rappresentanti di altri gruppi di Insetti. La morfologia e l'etologia dei Carabidi sono pure, di norma, assai semplici, tipiche dei predatori poco specializzati.

Dobbiamo dunque ricercare in altre motivazioni tale interesse, che probabilmente è riconducibile alla presenza di tali Coleotteri in ogni area e in ogni tipo di ambiente, spesso tuttavia con entità localizzatissime, rare, limitate a singoli massicci montuosi, grotte, isole, poco vagili e dotate di eccellenti strategie adattative: fattori importanti nello stimolare l'interesse non solo del collezionista, ma pure dell'Entomologo sensibile al fascino della Faunistica, della Biologia evolutiva, della Biogeografia e dell'Ecologia, nonchè dell'esplorazione di ambienti «difficili», talora estremi. Quanto e ancor più di altri gruppi molto amati, quali sono i Lepidotteri diurni, gli Odonati e alcune famiglie di Imenotteri, i Caraboidei hanno poi assunto un ruolo di primo piano nelle indagini a scopo di conservazione ambientale, oggi di estrema attualità.

Per attenerci ai problemi di identificazione e di classificazione, e da quanto è stato detto in precedenza, la sistematica del gruppo (ben indagato anche a livello cariologico: SERRANO & GALIÀN, 1996) dovrebbe oggi risultare agevolata e consolidata. Ciò risponde a verità nello studio di faune locali o di gruppi ristretti, da più tempo indagati e attorno ai quali si siano formati nuclei consolidati di specialisti. La fauna italiana è fra quelle, pur non mancando problemi irrisolti e lacune corologiche. Ma in un mondo reso globale, non è fuor di luogo ricordare come per interi continenti la semplice identificazione di un Carabide risulti problematica, e talora impossibile: è scomparso recentemente, senza lasciare allievi,

Pierre Basilewsky, per decenni punto di riferimento a Tervuren per la fauna afro-tropicale; un entomologo di Monaco di Baviera, Martin Baehr, gestisce oggi praticamente da solo i Caraboidei della Regione Australiana; in tutta l'Asia orientale e meridionale, i pochi Carabidologi sono concentrati in Giappone; e l'America Latina, scomparso Hans Reichardt negli anni '70, ha prodotto solo qualche volonteroso ma isolato specialista del gruppo, in gran parte affidato ora a sistematici (anche per il Neotropico, assai pochi) nord-americani o europei.

Se dunque è auspicabile, almeno in Italia, che i giovani che si accostano all'Entomologia rivolgano la loro attenzione verso spazi meno affollati di quanto non siano oggi i Coleotteri Carabidi (molti attivi Carabidologi, per inciso, inclusi gli organizzatori del presente simposio, si sono occupati e si occupano anche di altri gruppi di Insetti, e quelli che oggi hanno una certa età hanno esordito in tempi in cui gli specialisti nel nostro paese si contavano sulle dita di una mano), le opportunità future per la Carabidologia, anche in campo sistematico, non sono più ristrette di quelle riservate alla conoscenza di altri gruppi di Insetti. La fase di censimento è lontanissima dall'essere conclusa, e nuovi metodi di indagine sul terreno (l'esplorazione delle chiome fogliari in foresta, ad esempio, e quella dell'ambiente sotterraneo superficiale anche in paesi ritenuti ben indagati, per tacere delle raccolte in settori geografici ancora poco o non esplorati), hanno rimesso in discussione, in maniera drammatica, l'inventario della diversità del gruppo. La tassonomia di base di alcuni generi, e pure di vaste tribù, è ferma alle opere del secolo scorso, e la morfologia larvale e la biologia di intere linee filetiche risultano totalmente sconosciute.

La sistematica filogenetica infine, grazie anche alle nuove frontiere della Biologia molecolare (si vedano, a titolo di esempio, MADDISON *et al.*, 1996, e PRUESER & MOSSAKOVSKI, 1998), è una *research-in-progress* (per dirla alla KAVANAUGH, 1996), ben lontana dall'essere conclusa: un poderoso volume di Atti di un Simposio, tenutosi felicemente in Italia nell'ambito del XX International Congress of Entomology, non fa che confermare tale situazione (BALL *et al.*, 1998).

La storia del *Systema Carabiorum*, così ricca nel passato di eventi e di personaggi singolari, ha dunque ancora un luminoso futuro davanti a sé, se un futuro vi sarà – come credo e spero – per gli Insetti, ed eventualmente per gli Entomologi che li studiano.

## RIASSUNTO

L'autore espone una sintesi della storia della classificazione dei Caraboidei, con particolare attenzione a fatti e personaggi più significativi della storia dell'entomologia.

A Latreille, nel 1802, si deve il nome e la prima definizione della famiglia. Pochi anni più tardi, nel 1810, Bonelli articolò la medesima, nella famosa *Tabula*, in categorie di rango superiore («Sectiones», «Stirpes»), intermedie fra famiglia e generi.

Vengono ricordati viaggi, scoperte ed esplorazioni di carabidologi e naturalisti del XIX secolo, importanti per comprendere la progressiva edificazione del sistema dei Carabidi, e vengono evidenziati i principali caratteri morfologici del gruppo e le ricerche che hanno reso possibile, nel corso di due secoli, la proposta di numerose e differenti classificazioni.

Sono citati alcuni gruppi morfologicamente divergenti fra i Caraboidei presenti nella fauna d'Italia, che tante discussioni hanno suscitato in merito alla loro collocazione sistematica: paussi, cicindele, risodi e brachini.

In conclusione, vengono messi in evidenza i contributi fondamentali alla costruzione del sistema, derivati in anni recenti dal progresso delle conoscenze sulla bionomia, sull'ecologia e sulla morfologia larvale di alcuni taxa, e l'importanza dell'analisi cladistica dei caratteri, nonché l'apporto dei dati molecolari, per le ricostruzioni filogenetiche attuali e future.

## SUMMARY

### *THE CLASSIFICATION OF CARABIDS IN THE HISTORY OF ENTOMOLOGY.*

An outline of the history of carabid classification, with particular attention to facts and men who made the history of entomology, is presented.

Latreille defined and named the family in 1802. A few years later, in 1810, Bonelli provided it with the famous «*Tabula*» of higher taxa («Sectiones», «Stirpes»), intermediate between family and genera.

Some discoveries, travels and explorations of carabidologists and naturalists in the XIX century are briefly summarized, and information significant for the understanding of the construction-in-progress of the carabid system is given. Morphological characters and scientific procedures which made possible, during two centuries, the elaboration of several and different classifications of carabids are stressed.

Some divergent taxa of Caraboidea present in the Italian fauna, which stimulated discussions on their systematic position, are recalled: paussines, cicindelinae, rhyssodines, brachinines.

Finally, the fundamental contribution to the classification of carabids, stemming from recent advances in biology, ecology and larval morphology, and from cladistic analysis of characters and molecular data in present and in future years, is stressed.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDROVANDI U., 1602 – *De Animalibus Insectis libri septem*. Bologna.
- ANDREWES H. E., 1929 – *Coleoptera, Carabidae. I. Carabinae*. The Fauna of British India, Taylor and Francis, London, xviii+431 pp., 9 tavv., 1 carta.
- ANDREWES H. E., 1935 – *Coleoptera, Carabidae, II. Harpalinae I*. The Fauna of British India, Taylor and Francis, London, xvi+323 pp., 5 tavv., 1 carta.
- BACCETTI B., 1996 – *An outline of the history of Italian Entomology*. Proc. XX Intern Congr. Ent., Florence, Italy: XI-XV.
- BACCETTI B., OMODEO P., 1969 – F.A. Bonelli, pp. 754-755. In: Dizionario Biografico degli Italiani. Roma, Ist. Enciclopedia Italiana.
- BALL G. E., 1960 – 4. *Carabidae*, pp. 55-174. In: Arnett R. H., 1960-63, The Beetles of the United States (a manual for identification). – Am. ent. Inst., Ann Arbor, Michigan.
- BALL G. E., 1979 – *Conspectus of Carabid Classification: History, Holomorphy, and Higher Taxa*, pp. 63-111. In: Erwin T. L., G. E. Ball, D.R. Whitehead, Halpern A.L.(eds.), Carabid Beetles, their evolution, natural history, and classification. W.Junk Publ., The Hague-Boston-London.

- BALL G. E., CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A. (eds.), 1998 – *Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera: Adepbaga). Proceedings of a Symposium (28 August, 1996, Florence, Italy). XX International Congress of Entomology.* – Mus. reg. Sci. nat., Atti, Torino, 544 pp.
- BATES H. W., 1881-1884 – *Insecta, Coleoptera, Carabidae, Cicindelidae*. In: F. D. Godman, O. Salvin (eds.), 1879- 1911. *Biologia Centrali-Americana. Coleoptera*, 7 volumes in 17 parts, London.
- BATES H. W., 1892 – *List of the Carabidae*. In: Viaggio di Leonardo Fea in Birmania e regioni vicine. – Ann. Mus. civ. St. nat. Genova, (S. 2), 12(3): 267-428.
- BELL R. T., 1967 – *Coxal cavities and the classification of the Adepbaga (Coleoptera)*. – Ann. entomol. Soc. Amer., 60: 101-107.
- BELL R.T., 1996 – *Where do the Rhysodines fit in?* Proc. XX Intern. Congr. Ent., Florence, Italy: 16.
- BEUTEL R.G., 1993 – *Phylogenetic analysis of Adepbaga (Coleoptera) based on characters of the larval head*. Syst. Entomol., 18: 127-147.
- BONELLI F. A., 1810 – *Observations entomologiques*.I. Mem. Acad. imp. Sci., Turin, 18: 21-78, + *Tabula Synoptica* (solo negli estratti).
- BONELLI F. A., 1813 – *Observations entomologiques*.II. Mem. Acad. imp. Sci., Turin, 20: 433-484.
- BOVING A. G., CRAIGHEAD F.G., 1931 – *An illustrated synopsis of the principal larval forms of the order Coleoptera*. – Entomol. Amer., (n. s.) 11, viii+ 351 pp.
- BRANDMAYR P., 1998 – *Tassonomia entomologica ed ecologia*. Atti Acc. naz. ital. Entomol., Rendiconti XLIV (1996): 87-103.
- BREME F. A. GATTINARA di, 1842 – *Réflexions sur la classification des insectes, selon la méthode naturelle*. – Rev. Zool. Soc. Cuvierienne, Paris: 3-7.
- BURGESS A. F., 1911 – *Calosoma sycophanta: its life history, behavior, and successful colonization in New England*. – U. S. Dept. Agriculture, Washington, Bull. N° 101, 94 pp., 1 Tav.
- BURMEISTER M.H., 1841 – *Observations sur les affinités naturelles de la famille des Paussidae*. – Magazin de Zoologie, 76: 1-15; 1 pl.
- CASALE A., GIACHINO P. M., 1998 – *Franco Andrea Bonelli (1784 – 1830), an entomologist in Turin at the beginning of the XX century*. In: Ball G. E., Casale A., Vigna Taglianti A.(eds.), *Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera: Adepbaga). XX International Congress of Entomology (28 August, 1996, Florence, Italy)*. – Mus. reg. Sci. nat., Atti, Torino.
- CASALE A., STURANI M., VIGNA TAGLIANTI A., 1982 – *Coleoptera Carabidae I., Introduzione, Paussinae, Carabinae*. Fauna d'Italia, XVIII, Calderini, Bologna.
- CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A., 1996 – *Coleotteri Carabidi di Sardegna e delle piccole isole circumsarde, e loro significato biogeografico (Coleoptera, Carabidae)*. – Biogeographia, XVIII (1995): 391-427.
- CONCI C., 1975 – *Repertorio delle biografie e bibliografie degli scrittori e cultori italiani di entomologia*. – Mem. Soc. entomol. Ital., 48 (1969): 815-1069.
- CROWSON R. A., 1967 – *The natural classification of the Families of Coleoptera*. (reprint). Claxsey, Hampton, i+187 pp.
- CSIKI E., 1927-33 – *Carabidae: Carabinae I-III, Mormolycinae, Harpalinae I-VIII*. In Junk, Schenkling, *Coleopterorum Catalogus*, 91, 92, 97, 98, 104, 112, 115, 121, 124, 126, 127, Berlin, 648+1933 pp.
- DARLINGTON P. J., 1950 – *Paussid beetles*. – Trans. Amer. entomol. Soc., 76: 47-142.
- DEJEAN P., 1825-31 – *Species général des Coléoptères*. I-V. Crenot, Paris, xxx + 463, viii + 501, vii + 556, vii + 520, viii + 883 pp.
- DESENDER K., BAERT L., MAELFAIT J.-P., 1992 – *Distribution and speciation of carabid beetles in the Galapagos Archipelago (Ecuador)*. – Bull. Inst. R. Sci. nat. Belg., Entomologie, 62: 57-65.
- DEUVE T., 1993 – *L'abdomen et les genitalia des femelles des Coléoptères Adepbaga*. – Mém. Mus. natl. Hist. nat., Zool., Paris, 155: 1-185.
- EMDEN F. I. VAN, 1936 – *Baemerkungen zur Klassifikation der Carabidae: Carabini und Harpalinae piliferae*. – Entomol. Bl., 32: 12-17; 41-52.
- EMDEN F. I. VAN., 1942 – *A key to the Genera of Larval Carabidae*. – Trans. R. entomol. Society, London, 92: 1-99.

- ERICHSON W. F., 1837 – *Die Käfer der Mark Brandenburg. Erster Band. Erster Abtheilung*. F.H. Movin, Berlin. viii + 740 pp.
- ERWIN T.L., 1981 – *Taxon pulses, vicariance and dispersal: an evolutionary synthesis illustrated by carabid beetles*, pp. 159-183. In: Nelson G., Rosen D.E. (eds.), *Vicariance biogeography: a critique*. Columbia University Press, New York.
- ERWIN T. L., 1985 – *The taxon pulse: a general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles*, pp. 437-493. In Ball, G. E. (ed.). *Taxonomy, phylogeny and zoogeography of beetles and ants: a volume dedicated to the memory of Philip Jackson Darlington, Jr. (1904-1983)*. Dr. W. Junk, Dordrecht-Boston-Lancaster.
- ERWIN T. L., 1996 – *Arboreal beetles of neotropical forests: Agra Fabricius, the cayennensis complex (Coleoptera: Carabidae: Lebiini: Calleidina)*. – *Ann. Zool. Fennici*, 33: 17-21.
- FABRICIUS J. C., 1801 – *Systema Eleutheratorum*. Vol. 1. Bibliopol. Acad. Kiliae. xxiv + 506 pp.
- FREUDE H., 1976 – *Adephaga. 1. Fam. Carabidae*. In: Freude, Harde, Lohse (eds.), *Die Käfer Mitteleuropas*, 2, Goecke, Evers, Krefeld, 302 pp.
- GANGLBAUER L., 1892 – *Die Käfer von Mitteleuropa. I. Caraboidea*. Gerold, Wien, iii + 557 pp.
- GEOFFROY E. L., 1762 – *Histoire abrégée des Insectes qui se trouvent aux environs de Paris, dans laquelle ces animaux sont rangés suivant un ordre méthodique*. Durand, Paris. Vol. 1, 523 pp.; Vol. 2, 690 pp.
- GOIDANICH A., 1976 – *Uomini, storie e insetti italiani nella scienza del passato. I precursori minori*. I-II. – *Redia*, 57, 58, 1060 pp.
- GRANDI G., 1951 – *Introduzione allo studio dell'Entomologia. Vol. II. Endopterigoti*. Edizioni Agricole, Bologna.
- HABU A., 1967 – *Carabidae. Truncatipennes group. (Insecta: Coleoptera)*. – *Fauna Japonica*, Tokyo, 338 pp., 27 Tavv.
- HAMMOND P., 1990 – *Concluding remarks: carabids in context*, pp. 403-409. In: Stork N. E. (ed.), *The role of ground beetles in ecological and environmental studies*. Intercept, Andover, Hampshire.
- HENNIG W., 1966 – *Phylogenetic Systematics*. University of Illinois Press, Urbana-Chicago-London, 268 pp.
- HEYDEN, L. F. J. D. VON, E. REITTER, J. WEISE. 1891 – *Catalogus Coleopterorum Europae, Caucasi et Armeniae Rossicae*. Berlin, Modling, Caen. viii + 420 pp.
- HOLDHAUS K., 1912 – *Monographie der palaarktischen Arten der Coleopterengattung Microlestes*. – *Densk. Akad. Wiss. Wien, (math. nat. Kl.)*, 88: 477-540.
- HOLDHAUS K., 1924 – *Monographie du genre Reicheia Saulcy (Coleoptera Carabidae)*. Abeille, 32: 161-220, 4 tavv.
- HORN G. H., 1881 – *On the Genera of Carabidae with Special Reference to the Fauna of Boreal America*. – *Trans. Amer. entomol. Soc.*, 9: 91 – 196; pls. 1-10.
- HORN W. 1926 – *Carabidae: Cicindelinae*. In: Junk, Schenkling, *Coleopterorum Catalogus*, 86, Berlin, 345 pp.
- JEANNEL R., 1941-42 – *Coléoptères Carabiques*. I-II. *Faune de France*, 39, 40, Lechevalier, Paris, 1173 pp.
- KAVANAUGH D.H., 1996 – *Phylogenetic relationships among «basal grade» carabid lineages (Coleoptera: Carabidae)*. *Proc. XX Intern. Congr. Ent.*, Florence, Italy: 17.
- KRYZHANOVSKIJ O. L. 1976 – *Revised Classification of the Family Carabidae* [English translation from Russian]. – *Entomological Review*, 1: 80-91.
- KRYZHANOVSKIJ O.L., BELOUSOV I.A., KABAK I.I., KATAEV B.M., MAKAROV K.V., SHILENKOV V.G., 1995 – *A Checklist of Ground-Beetles of Russia and Adjacent Lands (Insecta, Coleoptera, Carabidae)*. Pensoft, Sofia-Moskow, 271 pp.
- LACORDAIRE J. T., 1854 – *Histoire naturelle des Insectes, Genera des Coléoptères ou exposé méthodique et critique de tous les genres proposés jusqu'ici dans cet ordre d'Insectes*. I. Librairie encyclopedique de Roret, Paris, x-486 pp.
- LA GRECA M., 1978 – *Rivalutazione della ricerca in sistematica e le recenti acquisizioni sulla classificazione degli Insetti*. *Atti XI Congr. Naz. Entomol. (Portici-Sorrento, 1976)*:37-58.
- LATREILLE P. A., 1802 – *Histoire Naturelle, générale et particulière des Crustacés et des Insectes. Volume 3*. F. Dufart, Paris. xii+467 pp.
- LAWRENCE J.F., NEWTON A.F., 1995 – *Families and subfamilies of Coleoptera with selected genera, notes, references, and data on family names*, pp. 779-1006. In Pakaluk J., Slipinski S.A.

- (eds.), Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera: papers celebrating the 80th birthday of R. A. Crowson. Museum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- LECONTE J.L., 1853 – *Notes on the Classification of the Carabidae of the United States*. – Trans. Amer. Philos. Soc., (Ser. 2), 10: 363-403.
- LIEBHERR J.K., WILL K.W., 1996 – *Inferring phylogenetic relationships within Carabidae from characters of the female reproductive tract*. Proc. XX Intern. Congr. Ent., Florence, Italy: 15.
- LINDROTH C.H., 1961-69 – *The Ground-Beetles (Carabidae) of Canada and Alaska*. 1-6. – Opusc. Entomol., Suppl., 20, 24, 29, 33, 34, 35, xlviii+1192 pp.
- LINNÉ C., 1758 – *Systema Naturae*. I. Ed. X, Salvi, Stockholm, 823 pp.
- MADDISON D. R., 1985 – *The discovery of Gehringia olympica Darlington (Coleoptera: Carabidae)*. In: Ball G. E. (ed.), Taxonomy, phylogeny, and Zoogeography of beetles and ants. Dr. W. Junk, Dordrecht.
- MADDISON D.R., 1996 – *Phylogenetic carabid tribes as inferred from molecular sequence data (Coleoptera)*. Proc. XX Intern. Congr. Ent., Florence, Italy: 16.
- MAGISTRETTI M., 1965 – *Coleoptera. Cicindelidae, Carabidae. Catalogo topografico*. Fauna d'Italia, VIII, Calderini, Bologna, 512 pp.
- MOORE B. P., 1979 – *Chemical defense in carabids and its bearing on phylogeny*, pp. 193-203. In: Erwin T. L., Ball G. E., Whitehead D. R., Halpern A. L. (eds.), Carabid beetles: their evolution, natural history and classification. W. Junk, The Hague-Boston-London.
- MOUFFET T., 1634 – *Insectorum sive minimorum animalium theatrum*. Thomas Cotes, London, 326 pp.
- MÜLLER G., 1926 – *I Coleotteri della Venezia Giulia. I. Adephaga*. Studi Entomol. Trieste, I (2), 306 pp.
- NAGEL P., 1979 a – *The Classification of Carabidae*. – Misc. Pap. Agric. Univ. Wageningen, 18: 7-14.
- NOONAN G. R., 1985 – *The influence of dispersal, vicariance, and refugia on patterns of biogeographical distributions of the beetle family Carabidae*, pp. 322-349. In: Ball G. E. (ed.), Taxonomy, phylogeny, and zoogeography of beetles and ants. Dr. W. Junk, Dordrecht.
- PASSERIN D'ENTRÈVES P., SELLA GENTILE G., 1985 – Franco Andrea Bonelli zoologo trasformista. – Studi Piemontesi, Torino, 14 (1): 1-48, 2 Tavv.
- POGGI R., 1997 – *Gli eletti e i rei, ovvero riflessioni sui gruppi sistematici preferiti dagli entomologi italiani*. – Boll. Ass. rom. Entomol., 51 (1-4) (1996): 81-85.
- PORTA A., 1923 – *Fauna Coleopterorum Italica. I. Adephaga*. Piacenza, 285 pp.
- PRUESER F., MOSSAKOWSKI D., 1998 – *Low substitution rates in mitochondrial DNA in Mediterranean carabid beetles*. – Insect molec. Biol., 7(2): 121-128.
- REGENFUSS, H. 1975 – *Die Antennen-Putzeinrichtung der Adephaga (Coleoptera), parallele evolutive Vervollkommung einer komplexen Struktur*. – Zts. zool. Syst. Evol., 13: 278-299.
- REICHARDT H., 1977 – *A synopsis of the genera of neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera)*. – Quaest. entomol., 13: 346-493.
- REITTER E., 1908 – *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches. I. Adephaga*. Lutz, Stuttgart, 248 pp., 40 tavv.
- SCHAUM, H. 1860 – *Das System der Carabiden*. – Berliner entomol. Zts., 4: 161-179.
- SCHIOEDTE, J. M. C. 1855 – *Om nogle hidtil oversete Bygningsforhold i Insekternes Thorax der Vise sig at vaere af gjennemgribende Betydning for at naturligt Familie-System*. – Ofversigt Kongl. Dansk Videnskaps Selsk Forhandlingar (1855): 360-364.
- SCOPOLI J.A., 1763 – *Entomologia Carniolica*. Trottner, Vindibonae, [38] + 419 pp., 43 tavv.
- SERRANO J., GALLÀN J., 1996 – *An overview of karyotypic evolution and phylogeny of carabid beetles*. Proc. XX Intern. Congr. Ent., Florence, Italy: 15.
- SILVESTRI F., 1904 – *Contribuzione alla conoscenza delle metamorfosi e dei costumi della Lebia scapularis Fourc. con descrizione dell'apparato sericiparo della larva*. – Redia, 2: 68-84, 7 Tavv.
- SLOANE T.G. 1923 – *The classification of the family Carabidae*. – Trans. R. entomol. Soc. London, 1-2: 234-250; Supplementary Note, 250a-250c.
- STURANI M., 1962 – *Osservazioni e ricerche biologiche sul genere Carabus Linnaeus (sensu lato) (Coleoptera Carabidae)*. – Mem. Soc. Entomol. Ital., 41: 85-202, 1 tav.
- THOMSON, C. G. 1859 – *Skandinaviens Coleoptera, synopskit bearbetade. I. Tom*. Berlinska Botryckeriet, Lund, Foreword + 304 pp.

- TRAUTNER J., GEIGENMULLER K., 1987 – *Sandlaufkafer, Laufkafer. Illustrierter Schlüssel zu den Cicindeliden und Carabiden Europas*. Margraf, Aichtal, 488 pp.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1980 – *Storia dell'Entomologia Romana*. – Atti XII Congr. naz. Ital. Entomol. (2), Roma: 5-66.
- VIGNA TAGLIANTI A., SANTARELLI F., 1992 – *Phylogenetic implications of larval morphology in the tribe Ozaenini (Coleoptera: Carabidae)*. Proc. XIX Intern. Congr. Ent., Beijing, China: 33.
- WHITEHEAD D.R. (ed.), 1983 – *The Baron Maximilien de Chaudoir (1816-1881). A symposium to honor the memory of a great coleopterist during the centennial of his death*. – Col. Bull., 36 (3) (1982): 459-609.
- WINKLER A., 1924-32 – *Catalogus Coleopterorum regionis palaearcticae*. Wien, vii + 1698 pp.

**244 - Pagina bianca**

AUGUSTO VIGNA TAGLIANTI (\*)

## I CARABIDI NELLA FAUNISTICA E BIOGEOGRAFIA

### INTRODUZIONE

Ho già accennato, nella Presentazione di questa Giornata di studio, a come sia praticamente impossibile separare la ricerca sistematica e filogenetica da quella faunistica e biogeografica e questa a sua volta da quella ecologica e zoocenotica. Vorrei quindi ricordare, come già fatto in parte da BALL (1979) nella introduzione al First International Symposium of Carabidology (Washington, 1976), almeno quattro figure di grandi studiosi di Carabidi, a livello mondiale, che intorno alla metà di questo secolo, tra gli anni '40 e gli anni '80, hanno avuto una enorme importanza come faunisti e come zoogeografi, e che sono stati altrettanto grandi come sistematici o come ecologi.

René Jeannel (1879-1965) (fig. 1), autore dei poderosi volumi monografici sui Trechini (1926-1930), sulle *Calosoma* (1940), sui «Coléoptères Carabiques» della Faune de France (1941-1942 e 1949), della Faune de Madagascar (1946-1949) e di una infinita serie di monografie, di revisioni e di note di sistematica e di faunistica (ben 510 sono le sue pubblicazioni, in massima parte su Carabidi) (vedi MOTAS, 1966 per il necrologio e l'elenco dei lavori), nel 1942 pubblicò quella splendida sintesi, «La genèse des faunes terrestres», in cui per primo applicava alla fauna la teoria di Wegener della deriva dei continenti («je suis wegenerien. Cela, je le suis devenu. ... La doctrine de Wegener, comme je m'efforcerais de le démontrer, peut aplanir bien des obstacles») (JEANNEL, 1942), riconoscendone il valore quando la maggioranza dei geologi la rifiutavano, molto prima della attuale conferma con la «tettonica a zolle».

Philip Jackson Darlington (1904-1983) (fig. 2), un padre fondatore

---

(\*) Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo (Zoologia), Università «La Sapienza», Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma.

Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.



Figg. 1-4

I quattro grandi specialisti di Carabidi di questo secolo, faunisti e biogeografi: René Jean-nel (1), Philip J. Darlington (2), Carl H. Lindroth (3), Pierre Basilewsky (4).

della moderna biogeografia, ben noto per volumi di sintesi come «Zoo-geography: the geographic distribution of animals» (1957) o «Biogeography of the Southern End of the World» (1965), è autore della fauna dei Carabidi di Nuova Guinea (1952-1971), della sintesi sui Paussini (1950), e di numerosi lavori di sistematica e faunistica di Carabidi nearctici ed australasiani (BALL, 1985).

Carl Hildebrand Lindroth (1905-1979) (fig. 3), accanto a fondamentali opere faunistico-sistematiche (vedi la bibliografia in STEFFAN e THIELE, 1980), come «The ground-beetles of Canada and Alaska» (1961-1969), o faunistico-zoogeografiche, come «The Carabid beetles of Newfoundland» (1955), o zoogeografiche, come «The faunal connections between Europe and North America» (1957), pubblicò la grandiosa monografia «Die fennoskandischen Carabidae» (1945-1949) (che fu tradotta in inglese nel 1992 dalle Smithsonian Institution Libraries e The National Science Foundation, a cura di J. Adis e T.L. Erwin), dove pose le basi della ecologia dei Carabidi.

Infine, Pierre Basilewsky (1913-1993) (fig. 4), lo specialista dei Carabidi africani, nella cui ricchissima lista di ben 404 pubblicazioni (DECALLE, 1994), essenzialmente di sistematica e di faunistica, figurano monografie di grande impegno: gli Harpalini africani (1950-1951), gli Scaritini (1973) e Platynini (1985) di Madagascar, il genere *Graphipterus* (1977). Pubblicò anche lavori di biogeografia di ottimo livello, soprattutto sul popolamento insulare degli arcipelaghi afrotropicali e di Sant'Elena (1972).

Di queste quattro grandi figure di Carabidologi, solo Jeannel si è occupato direttamente di fauna italiana e di biogeografia dell'area mediterranea, ed ha avuto una influenza «di prima mano» su alcuni specialisti del nostro paese (come Müller, Luigioni, Gridelli, Boldori, Patrizi, Cerruti), ma tutte hanno contribuito fortemente a formare la scuola italiana più recente, ed attuale, di faunistica e zoogeografia dei Carabidi: scuola vivace, attiva e, come vedremo, con una lunga tradizione, che pone l'Italia in una posizione di primo piano nel settore, da sempre e senza interruzioni fino ad oggi.

## STORIA DELLE RICERCHE

La prima pubblicazione, con cui si fa tradizionalmente (GOIDANICH, 1975: 11) iniziare la storia moderna della entomologia italiana, è un lavoro di faunistica, in cui i Coleotteri Carabidi hanno una parte di notevole importanza: si tratta di quella «Entomologia carniolica»



Figg. 5-6

Il frontespizio della Entomologia carniolica (1763) di G. A. Scopoli (5) e della Fauna etrusca (1790) di P. Rossi (6).

(fig. 5) del 1763, di Giovanni Antonio Scopoli (1723-1788)<sup>1</sup>, in cui si tratta della fauna dei confini orientali dell'Italia attuale (ma in realtà di tutta l'Italia del Nord-Est) ed in cui, a soli 5 anni dalla famosa «Editio X» del 1758 (altra data convenzionale di estrema importanza, non solo entomologica) del «Systema Naturae» di Carl von Linné, ne viene applicata la nomenclatura binomia.

L'altro entomologo della fine del '700, che descrisse parecchi Carabidi di primaria importanza per la fauna italiana, è Pietro Rossi (1738-1808), «il primo professore di Entomologia del mondo» (CONCI e POGGI, 1996: 330), con le sue opere «Fauna etrusca» (fig. 6) del 1790, e «Mantissa Insectorum» del 1792.

All'inizio del XIX secolo si trovano, tra gli entomologi generali o coleotterologi che si occuparono anche di Carabidi, i primi veri «specialisti» del gruppo: ho già ricordato nella Presentazione di questa

<sup>1</sup> Per l'iconografia (che avevo presentato nella Giornata di studio all'Accademia) e per i dati biografici essenziali degli entomologi citati rinvio al lavoro di CONCI e POGGI (1996).

Giornata, e ne ha trattato ampiamente Achille Casale nel suo contributo, la figura di Franco Andrea Bonelli (1784-1830), vero e proprio padre della Carabidologia. Le sue «Observations entomologiques» del 1809 e 1813, in cui descrisse 36 nuovi generi di Carabidi, sono la prima grande opera di tassonomia specifica su questo gruppo, e la «Tabula synoptica» del 1810, annessa agli estratti della prima parte dell'opera ne rappresenta la base del sistema. Nei lavori di Bonelli non si trovano però particolari connotazioni faunistiche, come in tutta l'opera dell'altro padre fondatore della Carabidologia, Pierre François Marie Auguste Comte Dejean (1780-1845): sia nei cinque fondamentali volumi della «Species général des Coléoptères» del 1825-1831, sia nel «Catalogue» del 1833 e 1837, sia nella splendida «Iconographie», realizzata tra il 1829 ed il 1834 con Jean Baptiste Alphonse Dechauffour de Boisduval (1799-1879), le notazioni faunistiche sono accessorie, l'attenzione viene invece rivolta alla tassonomia pura, basata solo sulla morfologia, ed alla costruzione di un «sistema» basato sulle somiglianze di caratteri in comune.

Un lavoro prettamente faunistico, il primo sui Carabidi di Sardegna, può invece essere considerato «De quibusdam Insectis Sardiniae» del 1836 e 1839 di Giuseppe Gené (1800-1847), il successore di Bonelli alla Direzione del Museo di Torino.

Ancora a Torino, come assistente di Gené, si trova Vittore Ghiliani (1812-1878), una interessante figura di entomologo «di campo», tra le cui pubblicazioni su Coleotteri di Sardegna, Sicilia, Spagna e Sud America, oltre all'importante «Elenco delle specie di Coleotteri trovate in Piemonte» (opera postuma pubblicata nel 1887 a cura di G. Camerano), ha particolare significato un lavoro sui Coleotteri (e specialmente Carabidi) del Piemonte (GHILIANI, 1847). Questa memoria, in cui le diverse specie vengono trattate per comunità, raggruppate per aree geografiche omogenee e ben definite da parametri ambientali, può effettivamente essere considerata il primo lavoro faunistico e corologico, con una forte connotazione sinecologica, su Carabidi della fauna italiana.

Intorno alla metà, e soprattutto nella seconda metà del XIX secolo, l'interesse per la faunistica di Coleotteri ed in particolare di Carabidi, sembra spostarsi più ad oriente. Rimase attivo in Piemonte solo il cuneese Flaminio Baudi di Selve (1821-1901), il cui nome è legato ad alcuni Carabidi endogei e cavernicoli delle Alpi, dell'Appennino e della Sicilia, ad un interessante «Catalogo dei Coleotteri del Piemonte», del 1890, ma il cui principale interesse scientifico fu rivolto ai Coleotteri Eteromeri.

A Milano troviamo invece un più folto gruppo di entomologi, che

studiarono e descrissero anche Carabidi, come Gaetano Osculati (1808-1894), viaggiatore ed esploratore in Oriente ed in Brasile ed i fratelli Antonio (1806-1885) e Giovan Battista Villa (1810-1887), che avevano un proprio Museo naturalistico ed il cui nome rimane legato ad alcuni tra i più interessanti endemismi delle Alpi centrali ed occidentali. Il nome di Giuseppe De Cristoforis (1803-1837) e di Giorgio Jan (1791-1866) si lega invece a splendidi Carabidi anatolici ed alla fondazione del Museo di Milano, di cui Jan fu il primo Direttore, nato dalla fusione delle loro collezioni.

Nello stesso periodo, a Trento, era attivo Stefano Bertolini (1832-1904), autore del primo «Catalogo sinonimico e topografico dei Coleotteri italiani» del 1872 (noto però nella seconda edizione del 1899); a Bolzano, il frate francescano Vinzenz Maria Gredler (1823-1912), che pubblicò «Die Käfer von Tirol» del 1863; a Rovereto Bernardino Halbherr (1844-1934), che iniziava la pubblicazione del «Elenco sistematico dei Coleotteri della Valle Lagarina», uscito in 12 fascicoli, dal 1885 fino al 1931.

Fatta eccezione per Bonelli e per Dejean (e, più tardi, per Chaudoir), per tutto il XIX secolo, e buona parte del XX, gli studiosi di Carabidi, e soprattutto dei loro aspetti faunistici, sono sempre stati studiosi di Coleotteri in generale, spesso anche di altri gruppi di Insetti. I Carabidi, d'altra parte, rappresentano pur sempre il 15% dei Coleotteri, il loro ruolo è quindi fondamentale in qualsiasi lavoro faunistico coleotterologico. Gli «specialisti» che si occupano solo di Carabidi, o di qualche singolo gruppo di Carabidi, anche dal punto di vista faunistico o biogeografico, e non solo sistematico, sono un fenomeno molto più recente, degli ultimi decenni.

Per quanto riguarda la ricerca faunistica su Carabidi in Italia, anche dopo Scopoli e Rossi e almeno per tutto il XIX secolo, si devono quindi prendere in esame lavori di faunistica generale e di coleotterologia.

Raffaello Gestro (1845-1936), uno dei più importanti entomologi italiani, Direttore del Museo di Genova dal 1913 al 1934, fu un grande coleotterologo, specialista di Crisomelidi Hispini, che ebbe un ruolo di primaria importanza nella faunistica dei Carabidi, con parecchie note sulla fauna di Somalia, Eritrea ed Etiopia tra il 1875 ed il 1899, e con una serie di articoli sui Carabidi cavernicoli delle Alpi Liguri, delle Prealpi Lombarde e Venete, dell'Appennino settentrionale e centrale e di Sicilia, apparsi tra il 1885 ed il 1907.

Un altro grande coleotterologo genovese, Agostino Dodero (1864-1937), proseguì lo studio della fauna sotterranea ed endogea di partico-

lare interesse faunistico e biogeografico, raccogliendo dati di primaria importanza soprattutto nell'area tirrenica e pubblicando alcune note su nuove specie di Carabidi, tra il 1900 ed il 1924.

In alcune aree montuose poco note delle Alpi, come le Alpi Liguri, Marittime e Cozie, i fratelli Karl (1862-1930) e Joseph Daniel (1863-1934) studiarono con accuratezza la fauna di Coleotteri Carabidi, ponendo particolare attenzione, specialmente nei «Coleopteren-Studien» (1891, 1898), alla corologia delle specie alticole.

Giuseppe Bertoloni (1804-1878), professore di Botanica all'Università di Bologna, uno dei promotori della Società Entomologica Italiana, studiò Carabidi africani, descrivendo alcune specie del Mozambico, tuttora valide, ed Odoardo Pirazzoli (1815-1884), di Imola, ingegnere e maggiore del Regio Esercito, raccolse Carabidi nell'Appennino centro-settentrionale. Pochi anni dopo, Andrea Fiori (1854-1933), un altro emiliano, di Scandiano (Reggio), professore di liceo ed autore di una serie di interessanti articoli su Carabidi della fauna appenninica, fu il primo entomologo attento esploratore delle alte quote abruzzesi e descrittore dei più significativi endemismi.

Già parecchi anni prima, intorno al 1830, l'ascolano Antonio Orsini (1788-1870) aveva compiuto qualche escursione sulle alte quote dei Monti Sibillini e sul Gran Sasso, come risulta dalle specie a lui dedicate da Dejean e da Villa (RUFFO e VIGNA TAGLIANTI, 1988: 12). Al napoletano Oronzo Gabriele Costa (1787-1867) si deve invece la scoperta e la descrizione di uno dei più famosi Carabidi della fauna italiana centroappenninica, il transadriatico *Carabus cavernosus variolatus* (fig. 27), raccolto nel 1838 durante un'escursione al Gran Sasso insieme con due naturalisti aquilani, Ignazio Rozzi e Luigi Trolli (GOIDANICH, 1975: 904, 1005; RUFFO e VIGNA TAGLIANTI, 1988: 12).

A Firenze, Ferdinando Maria Piccioli (1821-1900), assistente della Stazione di Entomologia Agraria e del Museo della Specola, pubblicò tra il 1869 ed il 1872 un interessante Catalogo dei Coleotteri di Toscana; il senese Piero Bargagli (1844-1918) studiò i Coleotteri della Montagna di Cetona e dell'Amiata, pubblicando anche note tassonomiche e biologiche sui *Percus*.

Nel Centro e nel Sud Italia, in tutto il XIX secolo furono realizzati ben pochi lavori faunistici, e meno ancora su Carabidi: poche note appena nelle opere del già ricordato Oronzo Gabriele Costa («Fauna Vesuviana» del 1827, «Fauna di Aspromonte» del 1828, «Fauna del Regno di Napoli» del 1832) e di suo figlio Achille Costa (1823-1898), professore di Zoologia a Napoli e Direttore del Museo, autore di interessanti relazioni di viaggi a scopo faunistico nelle Calabrie.

A Roma, nel periodo di rinnovamento dell'Istituto e Museo di Zoologia sotto la direzione di Antonio Carruccio (1839-1923), dal 1883 al 1914, si intraprese lo studio della fauna laziale (VIGNA TAGLIANTI, 1983) e comparve anche qualche nota su Carabidi di allievi di Carruccio, come Pio Mingazzini (1864-1905), autore di due note sui «Carabici della Provincia di Roma» del 1885 e 1888, e Giulio Alessandrini (1866-1954), con un catalogo dei Carabidi della Provincia di Roma del 1897-1899. Note ed elenchi però di scarso spessore scientifico e ricchi di errori, che saranno corretti rapidamente da un coleotterologo romano, un «dilettante» di grande rilievo, Paolo Luigioni (1873-1937), autore del monumentale «Catalogo dei Coleotteri d'Italia», che riporta la lista di tutte le 9979 specie allora note (LUIGIONI, 1929).

Con Luigioni si entra nel XX secolo, nei rapporti internazionali con e tra i grandi specialisti, uscendo dal mondo un po' «paesano» delle ricerche locali e dei cataloghi di province e regioni.

Tuttavia, i più attivi coleotterologi del momento, che posero particolare attenzione alla fauna italiana ed alla distribuzione geografica dei Carabidi, furono ancora naturalisti locali, anche di valore. In Piemonte Giuseppe Della Beffa (1885-1969); a Fiume Guido Depoli (1879-1948) ed Athos Goidanich (1905-1987), grande figura dell'entomologia italiana, che scrisse anche un lavoro faunistico sui Carabi della Liburnia. In Toscana Athos Mainardi (1874-1943), Aldo Gagliardi (1883-1969), Alfredo Andreini (1870-1943), la cui località di raccolte «Lippiano, nell'alta Val Tiberina» è ben nota a tutti gli entomologi italiani, Giovanni Emilio Rasetti (1873-1924) e suo figlio Franco, primi accurati studiosi dei Carabidi cavernicoli toscani ed umbri. Nell'Appennino centro-meridionale Antonio D'Amore Fracassi, a Cerchio, in Abruzzo, e Giuseppe Leoni (1866-1928), capostazione prima a Lavello, in Basilicata, e poi a Cerchio: il loro nome rimane legato ad alcune note faunistiche locali ed a qualche specie di Carabidi endemici appenninici.

Ma accanto ad essi, si trovano figure di faunisti e di specialisti più attenti a problemi generali e ad aree più vaste, come Gustav Paganetti-Hummler (1871-1949), entomologo viennese che esplorò con impegno, nei primi anni del '900, la fauna delle regioni meridionali meno note, e soprattutto Karl Holdhaus (1883-1975), un grande entomologo e biogeografo che studiò il popolamento del Gargano (HOLDHAUS, 1911) e dell'Adriatide (HOLDHAUS, 1956), dell'arcipelago toscano (giustamente famoso il suo lavoro sul problema della Tirrenide, del 1923) e, più recentemente, la distribuzione dei generi alticoli alpini, come *Trechus* e *Nebria*, in rapporto con le glaciazioni (HOLDHAUS, 1954).

Nel frattempo Antonio Porta (1874-1971) pubblicava tra il 1923 ed il 1959 la sua monumentale «Fauna Coleopterorum Italica», opera di grande utilità, che, insieme con il Catalogo di Luigioni, rappresenta il punto di arrivo di una intera «prima fase», quella del XIX e prima metà del XX secolo, delle ricerche coleotterologiche in Italia.

Si arriva così alle figure principali e più «moderne» di questa storia della faunistica carabidologica italiana.

Giuseppe Müller (1880-1964) (fig. 7), zoologo di molteplici interessi e Direttore del Museo di Trieste, fu il vero primo grande specialista di Carabidi di questo secolo, che portò in Italia la scuola sistematica centro- ed est-europea che aveva avuto i massimi esponenti in Ludwig Ganglbauer (1856-1912), Edmund Reitter (1845-1920) e Viktor Apfelbeck (1859-1934), con le grandi revisioni dei generi critici, le monografie regionali e l'interesse per le faune alticole e cavernicole. Tra i suoi numerosi lavori (243), moltissimi sono dedicati ai Carabidi, come le monografie sui Trechini delle Alpi orientali e della Balcania (1913), sui *Bembidion* (1918) e sui *Dyschirius* (1922). Ma soprattutto Giuseppe Müller va ricordato come l'autore della prima vera e moderna «fauna»



Figg. 7-8

I principali carabidologi faunisti italiani di questo secolo: Giuseppe Müller (foto A. Perissonotto) (7) e Mario Magistretti (foto E. Laudanna) (9).

regionale di Carabidi<sup>2</sup>, il primo volume, Adephaga, dei Coleotteri della Venezia Giulia (1926).

A Müller, grande personalità umana e scientifica, si rifanno tutti i carabidologi contemporanei e successivi. Arturo Schatzmayr (1880-1950), nato, come Müller, a Zara, fu Direttore del Museo Entomologico «Pietro Rossi» a Duino, fondato nel 1924 dal Principe Alessandro Della Torre e Tasso (FRILLI, 1994), e, dopo il 1938, Conservatore del Museo di Milano. La sua opera entomologica, vasta e di buon livello, fu dedicata soprattutto alla conoscenza tassonomica e faunistica del popolamento di Carabidi dell'area mediterranea, dalla penisola iberica e dal Maghreb al Dodecaneso ed all'Egitto e Sinai.

Dalla stessa scuola, come allievo di Schatzmayr, deriva Edoardo Gridelli (1895-1958), successore di Müller nella direzione del Museo di Trieste: un grande biogeografo, specialista di Tenebrionidi soprattutto della fauna africana, che si occupò anche, e ad un ottimo livello, di Carabidi. Tra i suoi lavori rimane fondamentale quello sui Coleotteri a distribuzione transadriatica (1950), nel primo volume delle Memorie di Biogeografia Adriatica.

Con questa nuova rivista nasce anche un nuovo interesse per la biogeografia, che si formalizzerà nel 1954 con il Gruppo Italiano Biogeografi, e nel 1962 con la nostra attuale Società Italiana di Biogeografia, la SIB: ma questa è un'altra storia.

Vanno invece ricordate, in quel periodo, le figure di alcuni specialisti di Carabidi, o di Coleotteri con particolare interesse per i Carabidi, come il veronese Francesco Pio Pomini (1915-1941), autore di pochi ma validi lavori faunistici su Carabidi alpini, tra cui una bella revisione delle *Oreonebria*, ed i biospeleologi Leonida Boldori (1897-1980) e Gian Maria Ghidini (1911-1974), che mi sono stati maestri nello studio delle comunità cavernicole e degli stadi preimmaginali dei Carabidi. Maestri di tanti di noi sono stati anche Felice Capra (1896-1991), Conservatore del Museo di Genova dal 1924 al 1958, un entomologo di grande valore, i cui pochi lavori su Carabidi sono esemplari per la accuratezza e la corretta impostazione, e Giovanni Binaghi (1907-1975), un «dilettante professionista» che allo studio dei Coleotteri, ed anche dei Carabidi, «ha dedicato tutta la sua vita, con bruciante entusiasmo e con indiscussa competenza» (RUFFO e VIGNA TAGLIANTI, 1988: 28).

---

<sup>2</sup> Mi risulta che Giuseppe Müller stesse anche preparando una «Fauna d'Italia» dei Carabidi, il cui manoscritto capitò parecchi anni fa nel catalogo di una libreria antiquaria, ma non mi riuscì di ottenerlo nè di averne ulteriori notizie.

Negli anni '50 Saverio Patrizi Montoro (1902-1957), già esploratore della fauna alticola dell'Africa orientale, e Marcello Cerruti (1908-1978), rispettivamente Direttore e Collaboratore dell'Istituto Nazionale di Entomologia, a Roma, entrambi soci del Circolo Speleologico Romano, effettuavano una serie di campagne biospeleologiche in Sardegna, in collaborazione anche con Henry Henrot: ricerche pianificate con cura, ricche di risultati, ben presentate a livello internazionale, che hanno avuto una fondamentale importanza nello studio della Carabido-fauna italiana e delle interpretazioni biogeografiche in chiave storica del popolamento. Ad essi si può far risalire buona parte dell'attuale scuola zoologica romana, particolarmente sensibile ed interessata alle faune degli ambienti sotterranei e degli ambienti limite in generale.

Anche nel Nord Italia, soprattutto a Milano, intorno al Museo Civico di Storia Naturale e ad Italo Bucciarelli in particolare, ed a Venezia, intorno al Museo Civico di Storia Naturale ed a Giuseppe Meggiolaro (1931-1967), a partire dagli anni '60, si concentravano numerosi carabidologi, dilettanti e semiprofessionisti, che contribuirono in notevole misura al precisarsi ed arricchirsi delle conoscenze corologiche e tassonomiche sulla fauna dei Carabidi italiani e soprattutto delle componenti cavernicole ed endogee.

Intorno al Museo Civico di Storia Naturale di Verona invece crescevano le iniziative del programma di ricerca sulla fauna appenninica, coordinate da Sandro Ruffo, a partire dal 1954, e proseguite da Giuseppe Osella dopo il 1969 (RUFFO e VIGNA TAGLIANTI, 1988: 22). In questo programma, un punto cardine furono sempre le ricerche sui Carabidi, grazie alla presenza fin dall'inizio, con Sandro Ruffo, Angelo Pasa, Cesare Conci, Antonio Galvagni e Livio Tamanini, di Mario Magistretti (1902-1974).

Mario Magistretti (fig. 8), una indimenticabile figura di entomologo dilettante, senza essere, come era solito ripetere, uno specialista di Carabidi, fu però il vero faunista dei Carabidi italiani: esemplari sono le schede da lui compilate (fig. 9) per lo «Schedario centrale della fauna appenninica» presso il Museo Civico di Storia Naturale di Verona, ed esemplare è il volume VIII della collana «Fauna d'Italia», il Catalogo Magistretti (1965). Opera criticata da tanti piccoli censori, per qualche inevitabile inesattezza formale o per qualche interpretazione non attuale, ma perfetto punto di arrivo delle ricerche sui Carabidi in Italia dei due secoli precedenti e solida base di partenza per il futuro.

La copertina del volume (fig. 10) riporta una tavola di Mario Sturani (1906-1978), una figura del tutto particolare nella Carabidologia italiana, curioso indagatore della tassonomia, della corologia, ma spe-



Figg. 9-10

Una scheda di Mario Magistretti dello «Schedario centrale della fauna appenninica» presso il Museo Civico di Storia Naturale di Verona (9) e la copertina del suo volume della Fauna d'Italia (10).

cialmente della vita dei carabi, un altro caro maestro ed amico scomparso troppo presto.

Senza il Catalogo Magistretti, che può anche apparire per qualche verso superato ed impreciso, oggi non sarebbe possibile lavorare sui Carabidi in Italia, non sarebbero state possibili le successive ricerche ecologiche dei Programmi Finalizzati del C.N.R., nè le campagne della biogeografia insulare, nè la realizzazione del volume XVIII della «Fauna d'Italia», che abbiamo pubblicato sui Carabinae (CASALE, STURANI e VIGNA TAGLIANTI, 1982), nè infine la Checklist delle specie della fauna italiana (VIGNA TAGLIANTI, 1993).

#### LO STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE

L'opera svolta da tanti studiosi sulla fauna e sulla biogeografia dei Carabidi italiani ha portato ad uno stato attuale delle conoscenze soddisfacente. In particolare l'esame accurato di molti indicatori di tipo storico ha permesso di realizzare sintesi valide ed interessanti, quali

quelle proposte da KARL HOLDHAUS (1923) per la Tirrenide, da EDOARDO GRIDELLI (1950) per gli elementi transadriatici, da KARL HOLDHAUS (1954) per i relitti glaciali. Una sintesi complessiva può essere ricavata dalle annotazioni dei lavori di Magistretti, riassunte nel Catalogo del 1965.

I numerosi lavori successivi sono dedicati specificamente all'analisi faunistica ed alla sintesi biogeografica dei Carabidi italiani, con diverse finalità e con diverse metodologie.

Un primo tipo di lavori si pone lo scopo di identificare, nell'ambito della fauna italiana, dei corotipi, cioè categorie di distribuzione comuni a più specie, di evidenziare il contributo di ciascun gruppo di corotipi al popolamento delle diverse «regioni naturali», di individuare le aree significative del territorio italiano, di vedere come i Carabidi partecipino a determinare la somiglianza o differenza tra le regioni e di valutarne il diverso significato biogeografico. A tale proposito va qui ricordato, per la sua valenza innovativa, un grosso lavoro di BARONI URBANI *et al.* (1978); nella stessa linea, si pone una parte della sintesi sui Carabidi cavernicoli di VIGNA TAGLIANTI (1982).

In un altro tipo di lavori vengono evidenziate le componenti storiche della fauna, la cui distribuzione attuale non è legata a fattori ecologici recenti. Nella già ricordata sintesi sui carabidi cavernicoli (VIGNA TAGLIANTI, 1982) sono esaminate, da un punto di vista biogeografico storico, le diverse componenti del popolamento cavernicolo italiano, riconoscendo alcuni elementi come «paleoendemismi», altri come relitti di una fauna terziaria preesistente alla rotazione miocenica della placca sardo-corsa, ed altri come risultato degli eventi quaternari, con una componente orientale (alpina e dinarica) ed una occidentale (mediterranea). La revisione delle specie del genere *Aptinus* evidenzia un modello di distribuzione (fig. 36) che corrisponde alla dispersione miocenica di un gruppo di origine gondwaniana con cladogenesi pre-miocenica (CASALE e VIGNA TAGLIANTI, 1983); la presenza di *Sphodropsis* (fig. 34) viene interpretata come relitto di una linea pre-miocenica derivata dal centro-asiatico *Pseudotaphoxenus*, mentre tutti gli altri Sphodrina del bacino mediterraneo (linea filetica di *Laemostenus*) si sarebbero differenziati in loco durante il Terziario (CASALE, 1988). La presenza di diverse componenti storiche viene ribadita da CASALE e VIGNA TAGLIANTI (1985) per le Alpi Liguri, CASALE e VIGNA TAGLIANTI (1993) per le Alpi occidentali e centro-occidentali e da VIGNA TAGLIANTI (1994a) per l'Appennino umbro-marchigiano.

Particolare attenzione agli aspetti della biogeografia storica, in rapporto con le vicende legate alla rotazione terziaria del massiccio sardo-

corso, staccatosi nel Miocene dalla placca iberica, alle testimonianze degli elementi endemici sardi, come i cavernicoli ad affinità pirenaico-baleariche (*Sardaphaenops*, *Duvalius*, *Speomolops*), o più genericamente mediterranee-occidentali (*Carabus* del subg. *Eurycarabus*, *Typhloreicheia*, *Anillini*, *Agelaea*, *Percus*), viene posta nel XXX Congresso della Società Italiana di Biogeografia, svoltosi a Olbia nel maggio 1994 (CASALE e VIGNA TAGLIANTI, 1996).

Ma in tutti questi lavori più recenti su citati, in particolare nelle sintesi regionali sulle Alpi Liguri ed occidentali, sull'Appennino centro-settentrionale e sulla Sardegna, vengono considerate ed illustrate anche le componenti pleistoceniche, legate alle fasi anatermiche e catatermiche quaternarie, e soprattutto attuali, ecologiche ed antropiche.

Tra i lavori biogeografici su Carabidi degli ultimi decenni, in cui viene dato particolare rilievo agli aspetti della dispersione e dei suoi fattori, vanno ricordati almeno quelli sulle faune insulari (VIGNA TAGLIANTI, 1994b, sulle isole Ponziane; VIGNA TAGLIANTI, 1995, sulle isole del Canale di Sicilia; CASALE e VIGNA TAGLIANTI, 1996, sulle isole circumsarde) e quelli su alcune vistose specie di *Carabus* introdotte accidentalmente dall'uomo (CASALE *et al.*, 1989; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

## I CARABIDI DELLA FAUNA ITALIANA

Il Catalogo Magistretti (1965) riportava, per le 1218 specie di Carabidi allora note in Italia, tutte le località italiane (o marginali) di presenza, sulla base della letteratura o delle verifiche personali; per ogni specie veniva inoltre fornita la geonemia, la categoria corologica, secondo le definizioni di LA GRECA (1964), e qualche sintetica osservazione ecologica e biologica.

Sulla base del Catalogo Magistretti, con le opportune e necessarie correzioni ed interpretazioni, ho potuto realizzare nel 1993 il primo fascicolo delle Checklist delle specie della fauna d'Italia, con la lista delle 1238 (+ 45 dubbie) specie di Carabidi della fauna italiana.

Oggi (novembre 1998) questo numero è ancora aumentato, a 1257 (+ 49 dubbie) ed almeno un'altra ventina di specie è in corso di studio o di pubblicazione. Si tratta di un numero di specie alto, molto più alto di quello delle faune centro e nord europee (400 specie in Fennoscandia, 350 nelle isole britanniche, 763 nell'intera Europa centrale), ma decisamente maggiore, e non solo per un migliore stato delle conoscenze, anche di quello delle altre regioni vicine dell'area mediterranea:

1043 specie nella penisola iberica, circa 900 specie in quella balcanica, 1000 in quella anatolica.

Questo così alto numero di specie, primo immediato indice di elevata diversità biologica, deriva evidentemente dalla complessa storia paleogeografica e paleoclimatica del bacino mediterraneo e delle aree circostanti; dalla posizione geografica stessa dell'Italia, posta al centro del Mediterraneo, in grado di ricevere con facilità componenti di popolamento da nord e da sud, da est e da ovest; dalla complessa articolazione ambientale attuale, in grado di permettere l'insediamento di tali componenti faunistiche. Ma deriva soprattutto, ed è difficile farlo comprendere a molti colleghi nord-europei (specialmente ecologi di Carabidi), dal fatto che la storia complessa dell'area mediterranea ha permesso la sopravvivenza, e la cladogenesi, di componenti prequaternarie, non distrutte dalle glaciazioni, che arricchiscono il quadro della complessità faunistica dell'area.

Gli stessi fenomeni macroclimatici delle glaciazioni svolsero un ruolo ed ebbero effetti ben diversi nell'Europa centro-settentrionale e nelle catene meridionali periferiche del sistema alpino. Secondo THIELE (1977: 303) le glaciazioni avrebbero avuto una scarsa influenza su eventi di speciazione e semispeciazione di Carabidi, con un unico caso in Europa (*Carabus monilis* e *scheidleri*) dovuto alla separazione di due aree di rifugio, una occidentale ed una orientale. Nelle Alpi si possono invece osservare decine di specie congeneri di Carabidi originate per allopatria o parapatria nelle diverse aree di rifugio.

Non posso qui analizzare i principali eventi paleogeografici e paleoclimatici che hanno condizionato la formazione dell'Italia e della sua fauna a partire dall'Oligocene: vorrei tuttavia portare qualche esempio delle principali componenti faunistiche e della loro storia.

La base della fauna italiana, in generale, è formata da specie ad ampia diffusione nella regione paleartica: queste specie, forse meno significative per l'analisi zoogeografica, sono il risultato degli eventi di dispersione collegati con i periodi glaciali ed interglaciali. Le specie endemiche e relittuali, derivate sia dalle faune pleistoceniche sia da quelle terziarie, sono decisamente più significative per la comprensione dei fenomeni storici che hanno portato alla formazione e caratterizzazione della fauna italiana e su alcune di queste potremo soffermarci maggiormente.

Anche per la fauna di Carabidi italiani si può pertanto distinguere una ampia base di elementi di origine o diffusione pleistocenica da una serie di relitti pre-pleistocenici, di diversa origine e di diverso significato; vorrei evidenziare alcuni esempi al riguardo, prendendo in esame, nel modo più schematico possibile, le principali componenti della fauna italiana di Carabidi.

## GLI ELEMENTI EUROPEI ED EURO-ASIATICI

Questa componente faunistica è rappresentata da molte specie ad ampia diffusione in Europa, o in Europa e Asia (Siberia, Asia centrale, o più di rado l'intera Asia paleartica), che di norma rappresentano la fauna pleistocenica, diffusa in Italia a partire da aree di rifugio asiatiche o sud-est-europee. Si tratta di una componente relativamente omogenea, in cui si possono tuttavia riconoscere sia elementi di tipo temperato sia di tipo freddo, favoriti rispettivamente dalle fasi climatiche temperate, anatermiche, interglaciali e dalle fasi catatermiche, glaciali, che possono essere schematizzati come segue.

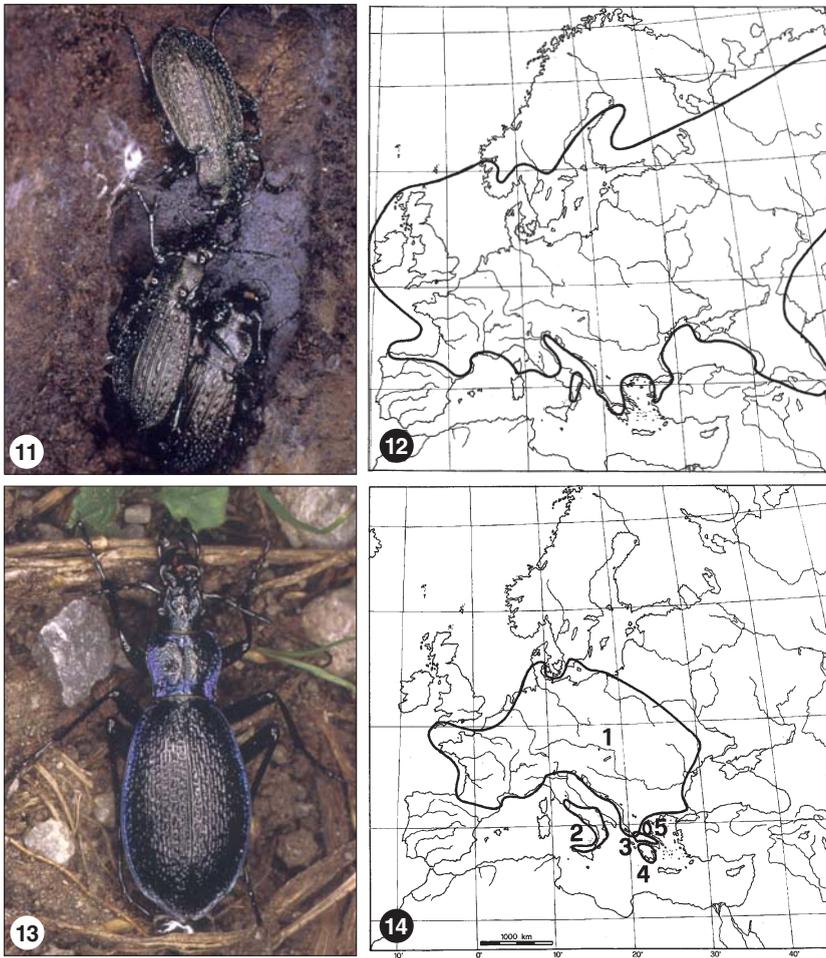
a) Elementi forestali od igrofili a vasta distribuzione. Si tratta di numerose specie, per lo più di clima temperato, o temperato-freddo, legate a formazioni vegetazionali chiuse o ad ambienti umidi: tra le specie più vistose e ben conosciute, possono essere considerate come esempio *Calosoma sycophanta* ed *inquisitor*, *Carabus clathratus* e *granulatus* (figg. 11-12), *Cychrus caraboides*, *angustatus* ed *attenuatus*, e numerosissime altre.

Alcune di queste specie non mostrano fenomeni di differenziamento ed isolamento tra le popolazioni (specie monotipiche), o mostrano deboli fenomeni di differenziamento, a livello sottospecifico (specie politipiche), che andrebbero meglio indagati, ma apparentemente senza fenomeni di speciazione; altre, come *Carabus intricatus* (figg. 13-14), hanno dato origine a vicarianti allopatrici in aree disgiunte meridionali, come *C. lefebvrei* nell'Appennino centro-meridionale e siculo, e *C. arca-dicus*, *merlini* e *krueperi* nella Penisola Balcanica meridionale.

Qualche specie delle foreste boreali di conifere (taiga) o della tundra è presente solo nelle Alpi, talora con areali disgiunti di tipo boreoalpino, come *Calathus micropterus* o *Miscodera arctica*.

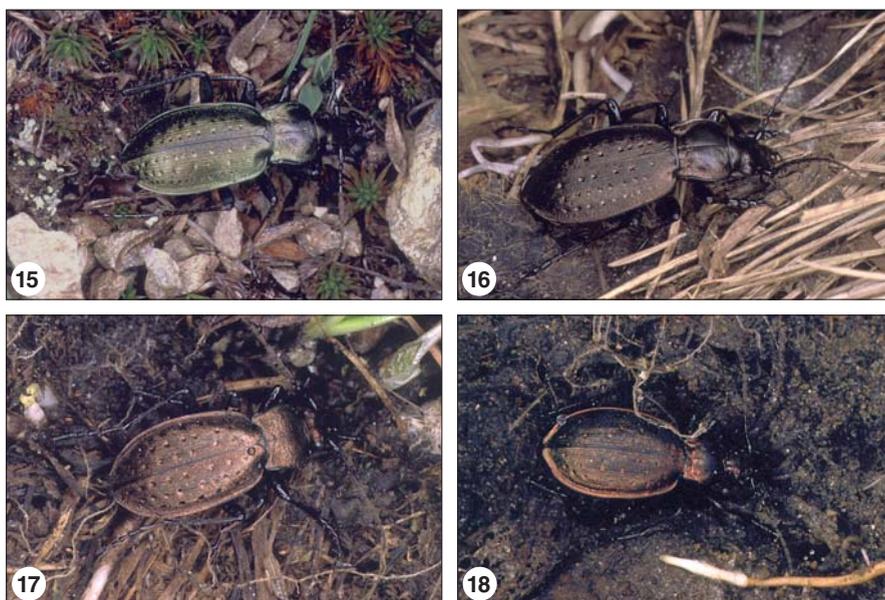
b) Elementi frigofili od alticoli endemici. Si tratta di numerose specie, diffuse nelle aree di rifugio alpine o sud-europee, che hanno invece portato a vistosi fenomeni di speciazione per isolamento.

Possono essere presi ad esempio, per le sole Alpi centro-occidentali, le specie di *Carabus* del sottogenere *Orinocarabus*, come *C. putzeysianus* (con le sottospecie ben distinte *germanae*, *pedemontanus*, *putzeysianus*, *raynaudianus*, *omensis*, *bisioi*) (figg. 15-16), *C. fairmairei* (con *pelvicus*, *fairmairei*, *stecki*), *C. cenisius* (con *cenisius*, *ceresiacus*, *iseranicus*, *fenestrellanus*) (fig. 17), *C. heteromorphus*, *C. latreilleanus*, *C. concolor* e *C. lepontinus*; quelle del sottogenere *Platycarabus*, come *C. bonellii* (con la razza sud-occidentale *lucens*) e *C. cychroides* (fig. 18) ad areale puntiforme nelle Cozie settentrionali; i *Cychrus* alticoli (*angulicollis*, *grajus*,



Figg. 11-14

Elementi euro-asiatici, a vasta distribuzione, silvicoli od igrofilo: *Carabus* (*Carabus*) *granulatus interstitialis* Duftschmid, 1812, popolazione appenninica (Lazio, RI, Lago di Ventina, foto A. Vigna Taglianti) (11); carta della distribuzione di *Carabus granulatus* Linné, 1758, corotipo asiatico-europeo (12); *Carabus* (*Chaetocarabus*) *intricatus* Linné, 1758, popolazione delle Alpi occidentali (Piemonte, CN, Sambuco, foto Vigna Taglianti) (13); carta della distribuzione di *Carabus intricatus* e dei vicarianti allopatrici delle aree disgiunte meridionali (14): 1. *Carabus intricatus* Linné, 1761, corotipo europeo, 2. *C. lefebvei* Dejean, 1826, endemico appenninico, 3. *C. arcadicus* Gistel, 1850, 4. *C. merlini* Schaum, 1861, 5. *C. krueperi* Reitter, 1896, endemici balcanici meridionali (14).



Figg. 15-18

Elementi europei, frigofili od alticoli, endemici delle Alpi occidentali: *Carabus (Orinocarabus) putzeysianus putzeysianus* Géhin, 1876, delle Alpi Marittime (Colle della Lombarda) (15); *C. putzeysianus omensis* Born, 1901, delle Alpi Cozie meridionali (Colle Ancocchia) (16); *C. cenisius fenestrellanus* Beuthin, 1899, delle Alpi Cozie (Colle delle Finestre) (17); *C. (Platycarabus) cycbroides* Baudi, 1860, delle Alpi Cozie (Colle delle Finestre) (18) (foto A. Vigna Taglianti).

*cordicollis*); le *Oreonebria* (*macrodera*, *ligurica*, *castanea*, *angusticollis*) (figg. 19-20), le *Nebria* del sottogenere *Nebriola*, le numerose specie di *Trechus* dei gruppi *strigipennis* ed *obtusiusculus*, e gli *Pterostichus* di vari gruppi (figg. 21-22). Molti di questi gruppi di specie sono diffusi lungo tutto l'arco alpino e talora hanno dato origine ad endemismi postglaciali anche nelle Prealpi e nell'Appennino.

A questa componente europea vanno riferiti alcuni elementi endemici italiani, come *Cychnus italicus*, specie alpino-appenninica, ad affinità incerte; altri elementi invece, come qualche *Pterostichus* ad affinità pirenaiche, potrebbero derivare da rifugi preglaciali sud-europei; altri ancora (*Deltomerus depressus*) da rifugi est-europei.

c) Elementi steppici. Si tratta di numerose specie, presumibilmente di origine centro-asiatica o turanica, che mostrano una ampia diffusione nell'area alpina e nella penisola italiana, legate alle formazioni vegetazionali aperte, a graminacee, di bioclina freddo o temperato: possono



Figg. 19-22

Elementi europei, frigofili od alticoli, endemici delle Alpi occidentali: *Nebria (Oreonebria) ligurica* K. Daniel, 1903, delle Alpi Cozie meridionali (Monte Omo) (19); *N. castanea castanea* (Bonelli, 1809), delle Alpi Cozie (Colle delle Finestre) (20); *Pterostichus honorati sel-lai* Stierlin, 1881, delle Alpi Cozie meridionali (Colle Valcavera) (21); *P. auratus* Heer, 1838, delle Alpi Cozie (Colle delle Finestre) (22) (foto A. Vigna Taglianti).

essere prese come esempio molte specie di Pterostichini (*Zabrus* e *Amara*), di Harpalini (*Pseudophonus*, *Ophonus*, *Harpalus*) (fig. 23), di Lebiini (*Cymindis*, *Syntomus*, *Microlestes*), ma anche di Callistini (qualche *Chlaenius*, *Callistus lunatus*) (fig. 24) e Brachinini (*Brachinus*).

Alcuni sono elementi delle steppe di quota, con areali disgiunti alpini e centro-appenninici (*Cymindis humeralis*) (fig. 25), talvolta con popolazioni alpine ed appenniniche differenziate a livello sottospecifico (*Cymindis angularis* ed *angularis lonai*, *C. coadunata* e *coadunata luigionii*), talvolta con endemismi per speciazione allopatrica, come *Cymindis marmorai* delle cime più alte del complesso sardo-corso (fig. 26). Altre specie endemiche appenniniche, come *Zabrus orsinii* e *costai*, od *Amara samnitica*, si sono evidentemente originate per speciazione allopatrica da elementi alpini o balcanici.

A questo gruppo si può riferire anche qualche endemismo ad ampia diffusione nella penisola, come *Carabus rossii*, con presumibile



Figg. 23-26

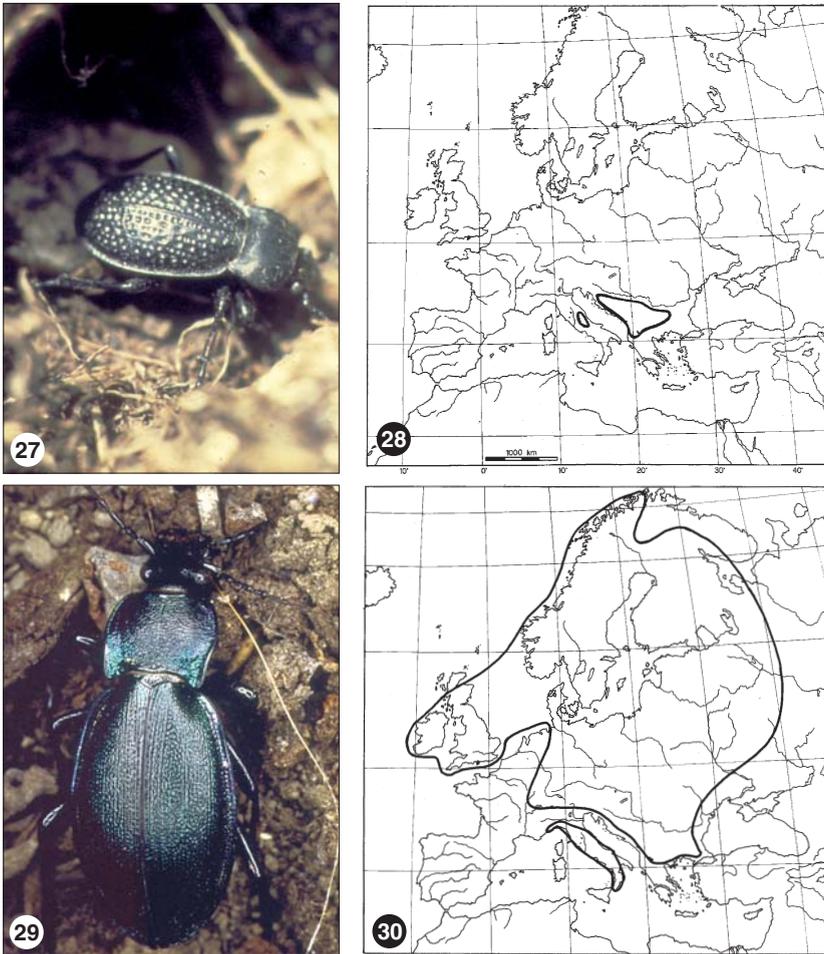
Elementi europei od euroasiatici, steppici: *Ophonus (Methoponus) puncticeps* Stephens, 1828, corotipo turanico-europeo, del Lazio (dintorni di Roma, su ombrellifera, foto Pescarollo) (23); *Callistus lunatus* (Fabricius, 1775), corotipo turanico-europeo, del Trentino (Monte Bondone) (24); *Cymindis humeralis* (Fourcroy, 1785), corotipo europeo, delle Alpi Marittime (Colle Pouriac) (25); *Cymindis marmorai* Gené, 1839, endemico sardo-corso, di Sardegna (Monte Gennargentu, Bruncu Spina) (26) (foto A. Vigna Taglianti).

origine orientale, per le affinità con le specie balcaniche ed anatoliche dello stesso sottogenere *Archicarabus*.

Qualche elemento steppico ha più recentemente colonizzato gli Appennini dai Balcani, tramite ponti transadriatici pleistocenici: classico è il caso di *Carabus cavernosus variolatus* (figg. 27-28), razza centro-appenninica poco differenziata di una specie balcanica, ma simile è presumibilmente anche il caso di *C. violaceus picenus* (figg. 29-30), razza appenninica di una specie con ampia distribuzione centro-sud-europea orientale, particolarmente affine alle popolazioni balcaniche più meridionali.

#### GLI ELEMENTI MEDITERRANEI

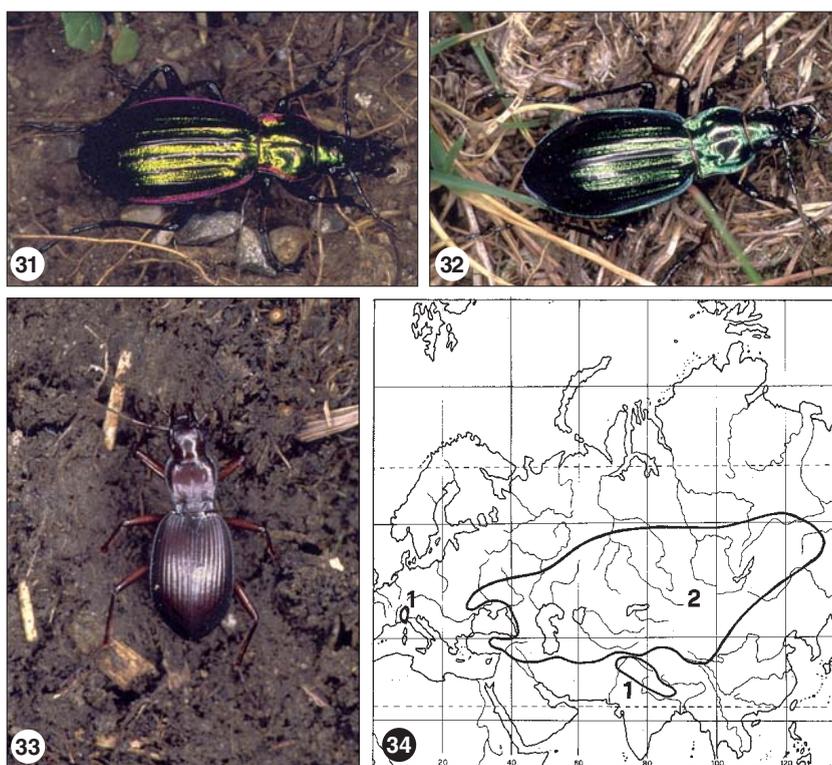
La componente mediterranea è senza dubbio molto più eterogenea, e comprende vari gruppi di elementi, sia di origine terziaria, sia pleistocenica, che possono forse essere schematizzati come segue.



Figg. 27-30

Elementi sud-europei, steppici, a diffusione transadriatica: *Carabus (Pachystus) cavernosus variolatus* Costa, 1839, dell'Appennino centrale (Gran Sasso, Fossa di Paganica, foto A. Vigna Taglianti) (27); carta della distribuzione di *Carabus cavernosus* Frivaldsky, 1837, endemico appenninico dinarico (28); *C. (Megodontus) violaceus picenus* Villa, 1838, popolazione del Lazio (dintorni di Roma, foto A. Vigna Taglianti) (29); carta della distribuzione di *Carabus violaceus* Linné, 1758, corotipo europeo (30).

a) Elementi oligocenici o miocenici inferiori. Si tratta di alcuni paleoendemismi ad affinità angariane, come le specie di *Carabus* del sottogenere *Chrysocarabus* (o di due sottogeneri distinti, *Sellaecarabus* e *Dysmictocarabus*), delle Alpi occidentali, *olympiae* e *solieri* (figg. 31-32), accantonate sui due massicci ercinici rispettivamente del Monte Rosa e dell'Argentera, senza dirette affinità con i *Chrysocarabus* iberici ed alpini, e come *Sphodropsis ghilianii* (figg. 33-34) altro endemita delle Alpi occidentali, presumibile relitto di una linea pre-miocenica derivata da *Pseudotaphoxenus* dell'Asia centrale.



Figg. 31-34

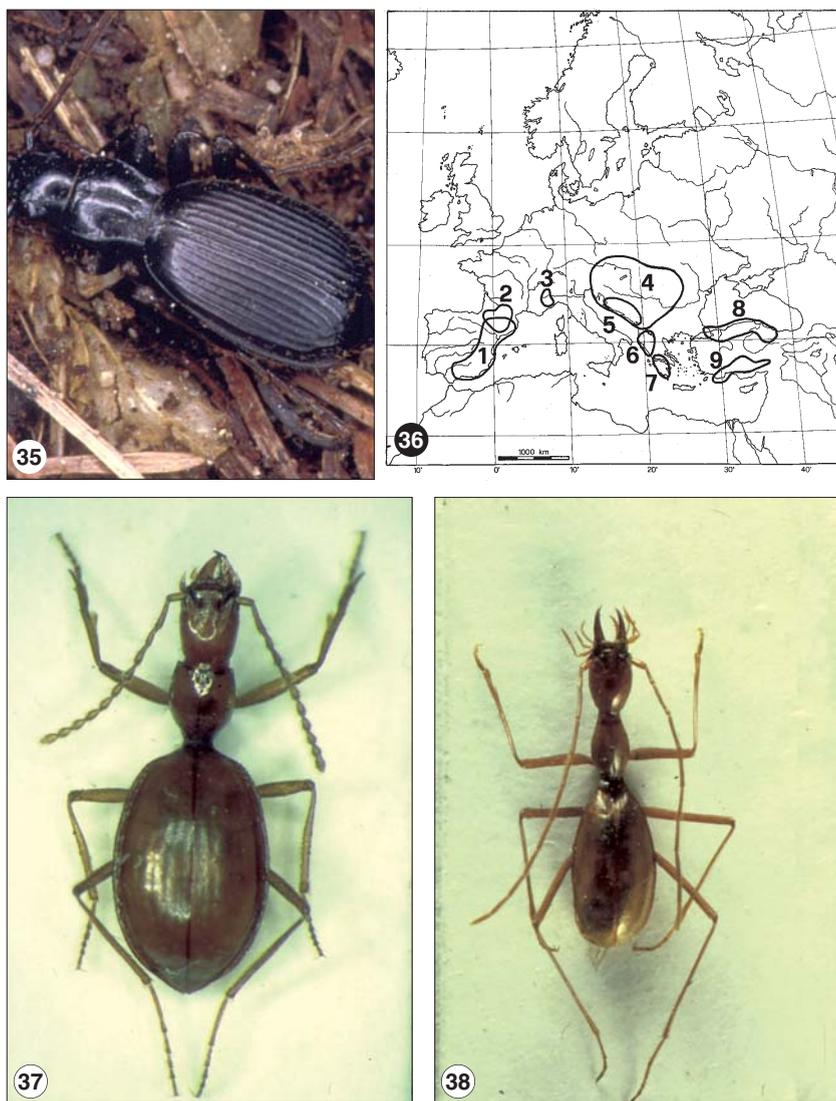
Elementi mediterranei, oligocenici o miocenici inferiori, paleoendemici ad affinità angariane: *Carabus* (*Chrysocarabus*) *solieri liguricus* Breuning, 1936, delle Alpi Marittime (Sambuco, Monte Vaccia) (31) e *C. solieri clairi* Géhin, 1885, delle Alpi Marittime (Colle della Lombarda) (32); *Sphodropsis ghilianii* (Schaum, 1858), delle Alpi Cozie meridionali (Colle Valcavara) (33) (foto A. Vigna Taglianti); carta della distribuzione degli Sphodrini dei generi *Sphodropsis* (1) e *Pseudotaphoxenus* (2) (34).

b) Elementi miocenici. Si possono considerare come elementi miocenici i paleoendemismi di origine gondwaniana, come i Brachininae del genere *Aptinus*, con una specie endemica delle Alpi Liguri, Marittime e Cozie (figg. 35-36), o gli Scaritinae endogeï dei generi *Reicheia* e *Typblorreicheia*, o il Platinino *Agelea fulva*, del Gennargentu, relitto di faune silvicole tropicali paleomediterranee (CASALE e VIGNA TAGLIANTI, 1996: 405).

Tra questi elementi miocenici possono essere riconosciute componenti orientali, legate alla frammentazione della Egeide meridionale (microplacca apula), come lo Scaritinae cavernicolo pugliese *Italodytes stammeri* (fig. 37), e componenti occidentali, legate ai relitti delle vecchie placche mioceniche separate e migrate dalla zolla di Alboran (o Tirrenide), come i Carabidi cavernicoli sardi ad affinità iberocatalane (*Sardaphaenops supramontanus*, *Duvalius sardous*, *Speomolops sardous*) (fig. 38), gli Anillini endogeï dei generi *Rhegmatoobius* (Sardegna ed Appennino centro-meridionale), *Hypotyphlus* (Provenza, Corsica, Sardegna, Toscana) ed *Anillus* (area tirrenica), o le specie di *Percus* (figg. 39-40), il genere a diffusione «tirrenica» più noto e vistoso. Una conferma dell'importanza dei fattori storici, rispetto a quelli ecologici, nella diffusione del genere *Percus* può essere rilevata anche dalla correlazione negativa con altri generi di Carabidi (*Carabus*, *Cychnus*, *Pterostichus* s.l.) considerati nell'analisi biogeografica numerica di BARONI URBANI *et al.* (1978: 73).

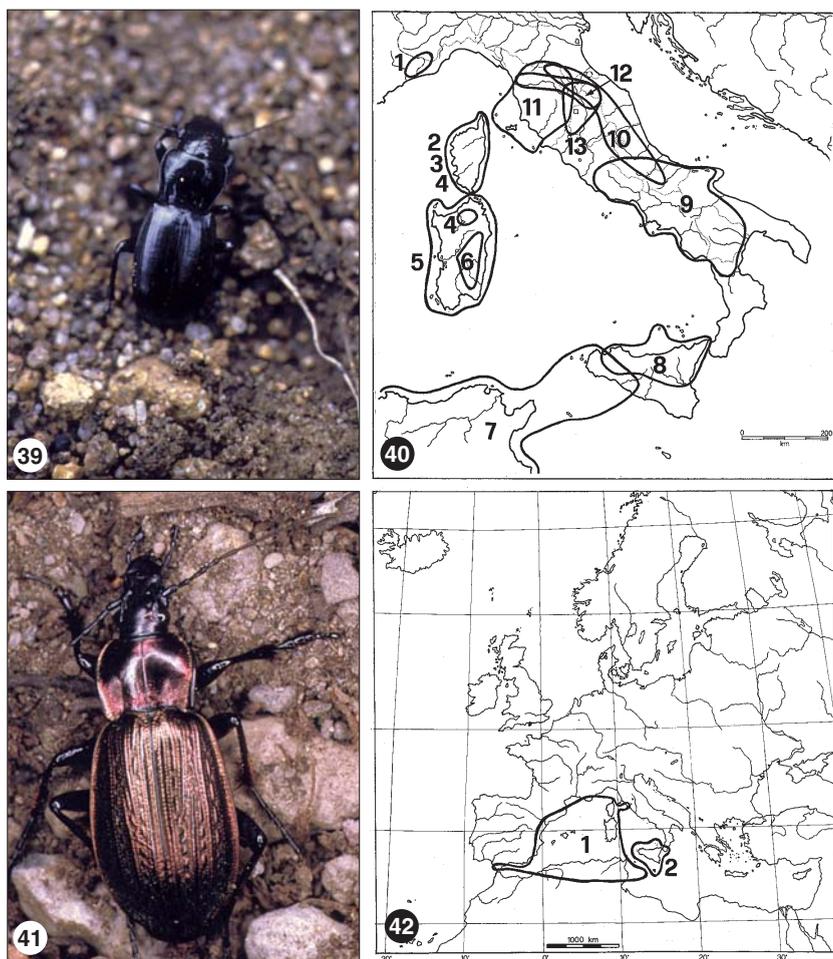
c) Elementi miocenici correlati con la crisi messiniana. Si tratta di specie derivate da linee filetiche che si sono disperse nel Mediterraneo occidentale utilizzando la continuità territoriale conseguente alla regressione marina del Messiniano. Le stesse specie di *Percus*, legate alla migrazione della placca sardo-corsa, hanno potuto colonizzare l'intera area tirrenica per questa via, in fasi climatiche di tipo tropicale o subtropicale del Pliocene, con la continuità di formazioni vegetazionali di tipo laurisilva. Simile può essere la storia degli Sphodrinini troglodili della linea di *Laemostenus* (CASALE, 1988).

Un buon esempio di elemento tirrenico prequaternario, con diffusione e subspecazione legate agli eventi pleistocenici, può essere rappresentato da *Carabus morbillosus* (figg. 41-42, 45): in Italia, la razza tipica (nordafricana ed iberoprovenzale) è presente nelle isole del Canale di Sicilia (Lampedusa e Linosa), nel sistema sardo-corso (anche nelle isole minori) e sulle coste della Toscana meridionale. In quest'area la popolazione di Scarlino era stata interpretata da CASALE *et al.* (1989) come introdotta accidentalmente dall'uomo; il ritrovamento però di altre popolazioni all'Uccellina farebbe propendere per una presenza autoctona (VIGNA TAGLIANTI, 1995:



Figg. 35-38

Elementi mediterranei, miocenici, paleoendemici di origine gondwaniana: *Aptinus alpinus* Dejean & Boisduval, 1829, delle Alpi Marittime (Sambuco, Monte Vaccia, foto A. Vigna Taglianti) (35); carta della distribuzione del genere *Aptinus* (36): 1. *displosor* (Dufour, 1811), 2. *pyrenaicus* Dejean, 1825, 3. *alpinus* Dejean & Boisduval, 1829, 4. *bombarda* (Illiger, 1800), 5. *acutangulus* Chaudoir, 1876, 6. *merditanus* Apfelbeck, 1918, 7. *lugubris* Schaum, 1862, 8. *cordicollis* Chaudoir, 1843, 9. *creticus* Pic, 1903; *Italodytes stammeri* Müller, 1938, delle grotte di Puglia (Grotta Specchia Tarantina) (37); *Sardaphaenops supramontanus* Cerruti & Henrot, 1956, delle grotte del Nuorese (Grotta S'Edera) (38) (foto A. Vigna Taglianti).



Figg. 39-42

Elementi mediterranei, tirrenici, prequaternari, con diffusione e speciazione correlate con la crisi messiniana e con gli eventi plio-pleistocenici: *Percus paykulli* (Rossi, 1790), popolazione dell'Isola d'Elba (Monte Capanne, foto A. Vigna Taglianti) (39); carta della distribuzione delle specie del genere *Percus* (non sono raffigurate le due specie delle Baleari) (40): 1. *villai* Kraatz, 1858, 2. *corsicus* Serville, 1821, 3. *reichei* Kraatz, 1858, 4. *grandicollis* Serville, 1821, 5. *strictus* (Dejean, 1828), 6. *cylindricus* Chaudoir, 1868, 7. *lineatus* Solier, 1835, 8. *lacertosus* (Dejean, 1828), 9. *bilineatus* (Dejean, 1828), 10. *dejeani* (Dejean, 1831), 11. *paykulli* (Rossi, 1790), 12. *passerinii* (Dejean, 1828), 13. *andreinii* Mainardi, 1914; *Carabus (Macrotborax) morbillosus alternans* Palliardi, 1825, di Sicilia (San Vito Lo Capo, foto A. Vigna Taglianti) (41); carta della distribuzione di *Carabus morbillosus* Fabricius, 1792, corotipo W-mediterraneo, con le sottospecie *morbillosus* (1) ed *alternans* (2) (42).

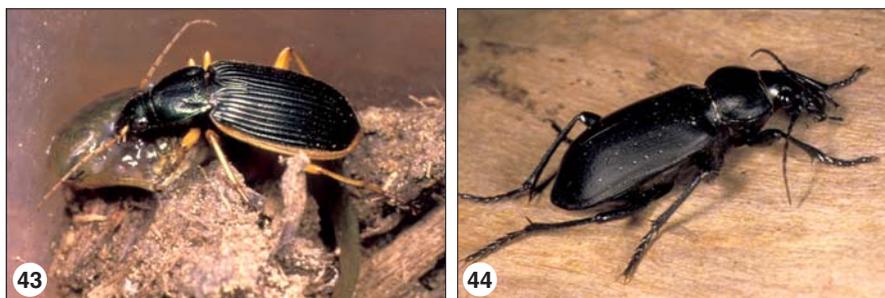
365), come per altri elementi sardo-corsi presenti in Toscana meridionale o nell'arcipelago toscano (*Hypotyphlus* a Montecristo e nel Grossetano, a Giuncarico; *Laemostenus carinatus* all'Elba; *Chlaenius velutinus auricollis* alla Capraia). La razza *alternans* è invece presente in Sicilia ed isole minori, Malta e Calabria meridionale, tra Reggio e Locri.

d) Elementi prequaternari cavernicoli prealpini. Di più difficile interpretazione, ma senza dubbio derivati da faune calde, di foresta tropicale, o subtropicale, relitte nell'ambiente cavernicolo, di origine per lo meno pliocenica, sono una serie di elementi troglobi o eutroglofilo specializzati delle Alpi occidentali (*Duvalius* ed *Agostinia*) e delle Prealpi centro-orientali (*Italaphaenops* e *Lessinodytes*).

e) Elementi pleistocenici. Vanno considerati a parte alcuni elementi termofili, relitti di faune calde, isolati in aree marginali mediterranee dalle glaciazioni: tra questi, sono riconoscibili elementi orientali, illirici, con affinità anatoliche, come *Procerus gigas*, o transionici, come *Epomis dejeani*, ma anche specie ad ampia diffusione afro-tropicale, come *Epomis circumscriptus* (fig. 43), *Drypta dentata* e *Deserida distincta*, o mediterranee o nordafricane o saharo-sindiche, come le specie eremiche di Calosomatini dei generi *Caminara* e *Campalita* (fig. 44).

#### LE SPECIE INTRODOTTE

Alcune specie di Carabidi, infine, sono arrivi recenti, legati all'attività umana, come qualche elemento intertropicale a diffusione subcosmopolita (*Trechicus nigriceps*).



Figg. 43-44

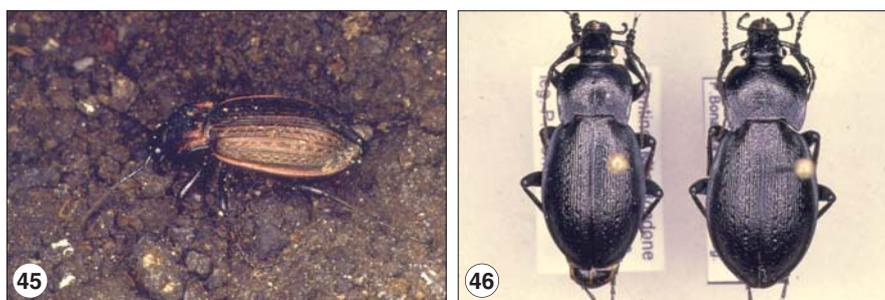
Elementi mediterranei, termofili, o con ampia diffusione in aree tropicali: *Epomis circumscriptus* (Duftschmid, 1812), corotipo afrotropicale-mediterraneo (43) e *Campalita maderae* (Fabricius, 1775), corotipo mediterraneo, del Lazio (Roma, Castelporziano, foto P. Maltzef) (44).

Molte specie steppiche hanno potuto però negli ultimi secoli estendere il proprio areale di distribuzione anche attraverso le steppe colturali e la «banalizzazione» ambientale, come quelle specie di Zabrinì ed Harpalini che oggi sono le più frequenti nell'ambiente antropico degradato e che sembrano destinate a caratterizzare la fauna del futuro, abbattendone la diversità biologica, realizzata nel tempo con la sovrapposizione di popolamenti di diversa origine e di diversa specializzazione.

Qualche caso particolarmente interessante è relativo agli elementi faunistici trasportati occasionalmente e non intenzionalmente dall'uomo: oltre al caso dubbio già ricordato di una popolazione toscana di *Carabus morbillosus* (fig. 45), a Scarlino (CASALE *et al.*, 1989), un esempio significativo, emerso solo di recente, è la presenza di *Carabus montivagus* (fig. 46) sulle Prealpi tridentine, trasportato presumibilmente dai paesi orientali dell'impero austro-ungarico con le truppe asburgiche durante la Grande Guerra (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

#### BIOGEOGRAFIA REGIONALE E COLEOTTERI CARABIDI

In alcuni dei lavori citati ai punti precedenti e specialmente in quello di BARONI URBANI *et al.* (1978), si è cercato di individuare i tipi generalizzati di distribuzione (corotipi fondamentali) dei Carabidi della fauna italiana e, su questa base, di caratterizzare il popolamento italiano o di singole regioni o di gruppi di regioni. Si sono così messi in luce due principali raggruppamenti di specie, quelle appartenenti ai corotipi alpini, cioè elementi autoctoni alpini o a gravitazione settentrionale



Figg. 45-46

Specie introdotte dall'attività antropica: *Carabus (Macrothorax) morbillosus morbillosus* Fabricius, 1792, popolazione della Toscana meridionale (Scarlino) (45); *Carabus (Archicarabus) montivagus montivagus* Palliardi, 1825, popolazione del Trentino (Monte Bondone) (46) (foto A. Vigna Taglianti).

(elementi settentrionali), e quelle appartenenti ai corotipi appenninici ed insulari, cioè elementi autoctoni italici od a gravitazione meridionale (elementi meridionali).

La percentuale dei diversi corotipi nelle diverse regioni italiane fornisce una immediata misura delle affinità di popolamento tra le regioni e permette di raggrupparle in più vasti gruppi omogenei e di individuare le aree più significative del territorio italiano dal punto di vista biogeografico. Sulla base del popolamento di Carabidi risulta anzitutto molto marcata la separazione tra la penisola e le isole, poi la separazione tra regioni alpine e regioni appenniniche. Nell'Appennino si evidenzia una separazione abbastanza marcata tra Appennino settentrionale ed Appennino centro-meridionale: in quest'ultimo viene incluso l'intero Appennino laziale ed abruzzese. Questa separazione a livello dell'Appennino umbro-marchigiano nella fauna di Carabidi è stata ridiscussa ed evidenziata anche da VIGNA TAGLIANTI (1994a), giustificata da fattori storici e dinamici. La separazione invece tra isole e penisola, non giustificata come tale da fattori storici, potrebbe trovare la sua giustificazione più valida in fattori bioclimatici: in BARONI URBANI *et al.* (1978: 69) viene messa in relazione con il decorso dell'isoterma 10° di gennaio.

Nello stesso lavoro, la ricerca delle regioni biogeograficamente più significative porta, per la fauna di Carabidi, a riconoscere nelle Alpi Marittime e Liguri, nella Corsica e nella Sicilia le «regioni chiave nel determinare la partizione dell'Italia nelle aree alpina, appenninica ed insulare» (BARONI URBANI *et al.*, 1978: 81): e su tali regioni è proseguita con particolare cura la ricerca faunistica e biogeografica sui Carabidi negli anni più recenti.

## CONCLUSIONI

Per concludere questa breve analisi, mi sembra opportuno riprendere nel modo più schematico pochi concetti già espressi nella Presentazione della Giornata di studio.

In primo luogo, come è già emerso più volte nei punti precedenti e come insisto nel ribadire, per studiare la composizione faunistica di un'area complessa come l'Italia è necessario disporre di una profonda e valida conoscenza di base, tassonomica e filogenetica, del gruppo. Questa conoscenza, per la fauna italiana di Carabidi, è relativamente buona: ma, come ho cercato di metter in luce sia pur di sfuggita, per alcuni elementi di particolare significato non è ancora sufficiente. Occorre infatti qualche

dato oggettivo in più, su qualche specie chiave, per avere dei punti di partenza estrapolabili ad altre specie e generalizzabili; in particolare, occorre avere qualche dato maggiormente attendibile sui rapporti filogenetici di alcuni gruppi basali, e qualche datazione più certa sulle specie più tradizionalmente utilizzate nella analisi biogeografica storica.

Nulla di trascendentale, in pratica: solamente, accanto al proseguire di una buona sistematica con tecniche morfologiche tradizionali, base insostituibile per lo sviluppo della  $\alpha$ -tassonomia e della speciografia, mi pare necessaria qualche buona ricerca ulteriore, con tecniche moderne a tutto campo, che superi l'attuale fase di stallo e permetta qualche passo in più sulla sistematica filogenetica di gruppi già ben noti e ritenuti particolarmente significativi.

In secondo luogo, è necessario disporre di una conoscenza di base territoriale, faunistica e corologica, del gruppo stesso, altrettanto profonda e valida, accurata e dettagliata. Anche il livello di queste conoscenze sui Carabidi in Italia è buono, ma frammentato tra numerosi specialisti ed appassionati raccoglitori, per cui occorre soprattutto un maggiore coordinamento dei dati ed una maggiore elasticità e disponibilità di banche dati unificate.

Penso sia anche necessario indagare ulteriormente sulla composizione faunistica di qualche regione chiave e soprattutto insistere sulla cartografia delle specie a vasta diffusione, anche su quelle di solito ritenute «banali» o «poco significative»: un recentissimo lavoro, ad esempio, che ho svolto sulla corologia italiana delle specie di *Calathus* del gruppo *melanocephalus*, ha permesso di mostrarne un elevato valore biogeografico, in precedenza totalmente ignorato, sia perchè le specie venivano confuse, sia perchè non venivano raccolte con la necessaria attenzione.

Infine, è necessaria una buona conoscenza ecologica, ma vorrei dire anche eco-etologica, delle specie stesse e di quelle affini: conoscenza che si realizza solo con il continuo lavoro sul campo e con le indagini accurate in laboratorio.

Per questo insieme di considerazioni i carabidologi italiani, specialisti di diversi gruppi tassonomici o di tutta la famiglia, hanno cominciato a rendersi conto dell'importanza della conoscenza del gruppo a livello globale, soprattutto a livello delle aree più simili all'Italia per la storia pregressa e per la struttura ambientale attuale.

Proprio per questo scopo, per poter studiare correttamente i Carabidi della fauna italiana, siamo andati lontano, nelle foreste, nelle grotte e sulle montagne di tutta l'area mediterranea paleartica, dalla laurisilva e dalle grotte di lava delle Canarie e dal Marocco al Mediterraneo orientale, in Grecia e nelle sue isole, nella regione anatolica, palestinese,

iraniana, alle regioni di transizione himalayana e cinese, sulle alte montagne e nelle grotte dell’Etiopia e della Somalia, fino all’Africa australe ed all’America settentrionale, centrale e meridionale, nelle altre aree mediterranee del resto del mondo, dove i nostri elementi «gondwaniiani» hanno avuto origine.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- BALL G.E., 1979 – Introduction – *Three Leaders*. pp.1-5. In: T.L. Erwin, G.E. Ball, D.R. Whitehead (eds), *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification*. Dr. Junk bv Publishers, The Hague-Boston-London, ix + 635 pp.
- BALL G.E., 1985 – *The contributions of Philip J. Darlington, Jr. to the study of carabid beetles in the Americas and a bibliography of his publications*. pp. 17-30. In: G.E. Ball (ed.), *Taxonomy, phylogeny and zoogeography of beetles and ants. A volume dedicated to the memory of Philip Jackson Darlington, Jr. (1904-1983)*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht-Boston-Lancaster, xiv + 514 pp.
- BARONI URBANI C., RUFFO S., VIGNA TAGLIANTI A., 1978 – *Materiali per una biogeografia italiana fondata su alcuni generi di Coleotteri Cicindelidi, Carabidi e Crisomelidi*. – Mem. soc. entomol. ital., 56 (1977): 35-92.
- BASILEWSKY P., 1950-1951 – *Révision générale des Harpalinae d’Afrique et de Madagascar (Coleoptera Carabidae)*. – Ann. Mus. Congo Belge, (in 8°, Sci. zool.) 6: 283 pp, 9 pls. (Première partie); 9: 333 pp, 6 pls. (Deuxième partie).
- BASILEWSKY P., 1972 – *Fam. Carabidae*. In: *La faune terrestre de l’Île de Sainte-Hélène (Deuxième partie)*. Anns Mus. r. Afr. centr., (in-8°, Sci. zool.) 192: 11-84.
- BASILEWSKY P., 1973 – *Insectes Coléoptères. Carabidae Scaritinae. Faune de Madagascar*, 37, ORSTOM-CNRS, Paris, 1-322.
- BASILEWSKY P., 1977 – *Révision du genre Graphipterus Latreille (Coleoptera Carabidae)*. – Anns Mus. r. Afr. centr., (in-8°, Sci. zool.) 221: 1-472.
- BASILEWSKY P., 1985 – *Insectes Coléoptères. Carabidae Platyninae. Faune de Madagascar*, 64, ORSTOM-CNRS, Paris, 1-543.
- CASALE A., 1988 – *Revisione degli Sphodrina (Coleoptera, Carabidae, Sphodrini)*. – Mus. reg. Sci. nat. Torino, Monograf. 5, 1024 pp.
- CASALE A., BASTIANINI M., MINNITI M., 1989 – *Sulla presenza in Toscana di Carabus (Macrothorax) morbillosus Fabricius (Coleoptera, Carabidae, Carabini) e sul suo significato zoogeografico*. – Frust. entomol., (n.s.) 10 (23) (1987): 67-72.
- CASALE A., STURANI M., VIGNA TAGLIANTI A., 1982 – *Coleoptera. Carabidae. I. Introduzione, Paussinae, Carabinae*. Fauna d’Italia, 18. Edizioni Calderini, Bologna, xii + 499 pp.
- CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A., 1983 – *Il genere Aptinus Bonelli, 1810 (Coleoptera, Carabidae)*. – Bollettino del Museo regionale di Scienze naturali, Torino, 1: 21-58.
- CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A., 1985 – *I Coleotteri Carabidi delle Alpi Liguri. Composizione della fauna ed origine del popolamento*. – Lav. Soc. ital. Biogeogr., (n.s.) 9 (1982): 567-598.
- CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A., 1993 – *I Coleotteri Carabidi delle Alpi occidentali e centro-occidentali (Coleoptera, Carabidae)*. – Biogeographia, Lav. Soc. ital. Biogeogr., (n.s.) 16 (1992): 331-399.
- CASALE A., VIGNA TAGLIANTI A., 1996 – *Coleotteri Carabidi di Sardegna e delle piccole isole circumsarde, e loro significato biogeografico (Coleoptera, Carabidae)*. – Biogeographia, Lav. Soc. ital. Biogeogr., (n.s.) 18 (1995): 391-427.
- CONCI C., POGGI R., 1996 – *Iconography of Italian entomologists, with essential biographic data*. – Mem. Soc. entomol. ital., 75: 159-382.
- DANIEL K., DANIEL J., 1891 – *Coleopteren-Studien. I*. C. Wolf & Sohn, München, 64 pp.
- DANIEL K., DANIEL J., 1898 – *Coleopteren-Studien. II*. C. Wolf & Sohn, München, 88 pp.
- DARLINGTON P.J., Jr. 1950 – *Paussid Beetles*. – Trans. Amer. entomol. Soc., 76: 47-142.

- DARLINGTON P.J., Jr. 1952-1971 – *The Carabid Beetles of New Guinea. I-IV.* – Bull. Mus. Comp. Zool., 1952, Part II, 107: 89-252, 4 tavv.; 1962, Part I, 126: 321-564, 4 tavv.; 1968, Part III, 137: 1-253; 1971, Part IV, 142: 130-337.
- DARLINGTON P.J., Jr. 1957 – *Zoogeography: the Geographical Distribution of Animals.* John Wiley and Sons, Inc., New York; Chapman and Hall, Ltd., London, xi+675 pp.
- DARLINGTON P.J., Jr. 1965 – *Biogeography of the Southern End of the World. Distribution and History of Far-Southern Life and Land, with an Assessment of Continental Drift.* Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, x+236 pp.
- DECELLE J., 1994 – *P. Basilewsky (1913-1993): une carrière remarquable [avec liste chronologique des publications, par C. Reignez et H.M. André].* – J. Afr. Zool., 108: 5-20.
- FRILLI F., 1994 – *Gli studi entomologici nelle regioni delle Alpi sud-orientali.* – Atti XVII Congr. naz. ital. Entomol., Udine 13-18 giugno 1994: 3-21.
- GHILIANI V., 1847 – *Mémoire sur la station de quelque Coléoptères dans les différentes régions du Piémont.* – Ann. Soc. entomol. France, (2) 5: 83-142.
- GOIDANICH A., 1975 – *Uomini, Storie e Insetti italiani nella Scienza del passato. I Precursori minori.* – Redia, 57 e 58: 1-1060.
- GRIDELLI E., 1950 – *Il problema delle specie a diffusione transadriatica con particolare riguardo ai Coleotteri.* – Mem. Biogeogr. adriat., 1: 7-299.
- HOLDHAUS K., 1911 – *Ueber die Coleopteren- und Molluskenfauna des Monte Gargano (unter besonderer Berücksichtigung des Adriatisfrage).* – Denkschr. math.-naturwiss. Kl. k. Akad. Wissensch., Wien, 87: 432-465.
- HOLDHAUS K., 1923 – *Elenco dei Coleotteri dell'Isola d'Elba, con studii sul problema della Tirrenide.* – Mem. Soc. entomol. ital., 2: 77-175.
- HOLDHAUS K., 1954 – *Die Spuren des Eiszeit in der Tierwelt Europas.* – Abhand. zool.-bot. Ges. Wien, 18: 1-493, 52 tavv., 1 carta.
- HOLDHAUS K., 1956 – *Nuove ricerche sul problema dell'Adriatide.* – Mem. Soc. entomol. ital. 35: 5-13.
- JEANNEL R., 1926-1930 – *Monographie des Trechinae. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères. I-IV.* L'Abeille, Paris. 1926, Première livraison, 32: 221-550; 1927, Deuxième livraison, 33: 1-592; 1928, Troisième livraison, 25: 1-808; 1930, Quatrième livraison, 34: 59-123.
- JEANNEL R., 1940 – *Les Calosomes (Coleoptera Carabidae).* – Mém. Mus. natn. Hist. nat., Paris, (n.s.) 13: 1-240, 8 tavv.
- JEANNEL R., 1941-1942 – *Coléoptères Carabiques. I-II.* Faune de France, Lechevalier, Paris. 1941, Première partie, 39: 1-571; Deuxième partie, 40: 573-1173.
- JEANNEL R., 1942 – *La genèse des faunes terrestres. Eléments de biogéographie.* – Presses Universitaires de France, Paris, viii+514 pp, 8 tavv.
- JEANNEL R., 1946-1949 – *Coléoptères Carabiques de la Région malgache. I-III.* – Faune de l'Empire Français, Paris. 1946, Première partie, 6: 1-371; 1948, Deuxième partie, 10: 373-765; 1949, Troisième partie, 11: 767-1146.
- JEANNEL R., 1949 – *Coléoptères Carabiques.* Supplément. Faune de France, Lechevalier, Paris, 51: 1-51, 20 tavv.
- LA GRECA M., 1964 – *Le categorie corologiche degli elementi faunistici italiani.* – Atti Accad. naz. ital. Entomol., Rendiconti, 11: 231-253.
- LINDROTH C.H., 1945-1949 – *Die Fennoskandischen Carabidae. Eine tiergeographische Studie. I-III.* Gbgs K. Vet. & Vitt. Samh. Handl., Göteborg, 1-709, 1-277, 1-911.
- LINDROTH C.H., 1955 – *The Carabid Beetles of Newfoundland.* – Opuscula entomologica, Suppl. 12: 1-160.
- LINDROTH C.H., 1957 – *The Faunal Connections between Europe and North America.* John Wiley and Sons, New York, Almqvist and Wiskell, Stckholm, 344 pp.
- LINDROTH C.H., 1961-1969 – *The Ground-Beetles (Carabidae, excl. Cicindelinae) of Canada and Alaska. Parts 1-6.* – Opuscula entomologica, Suppl. 20, 24, 29, 33, 34, 35, xlvi + 1194 pp. 1961, Part 2, Suppl. 20: 1-200; 1963, Part 3, Suppl. 24: 201-408; 1966, Part 4, Suppl. 29: 409-648; 1968, Part 5, Suppl. 33: 649-944; 1969, Part 6, Suppl. 34: 945-1192 + 2; 1969, Part 1, Suppl. 35: i-xlviii.
- LUIGIONI P., 1929 – *I Coleotteri d'Italia. Catalogo sinonimico-topografico-bibliografico.* – Mem. pont. Accad. Sci. «I Nuovi Lincei», Roma, (2) 13: 1-1160.

- MAGISTRETTI M., 1965 – *Coleoptera. Cicindelidae, Carabidae. Catalogo topografico. Fauna d'Italia*, 8. Edizioni Calderini, Bologna, xv + 512 pp.
- MOTAS C., 1966 – *Hommage à la mémoire de René Jeannel (23 mars 1879-20 février 1965). Suivi de la liste complète de ses publications.* – Int. J. Speleol., 2: 229-267.
- MÜLLER G., 1913 – *Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna der Ostalpen und der Balkanbalbinsel. II. Revision der blinden Trechus-Arten.* – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., 90: 11-124.
- MÜLLER G., 1918 – *Carabidae. Genus Bembidion Latr. der palaearktischen Fauna. Bestimmungstabellen der europaischen Coleopteren*, 89. – Koleopterologischen Rundschau, 7: 26-120.
- MÜLLER G., 1922 – *Bestimmungstabelle der Dyschirius-Arten Europas und die mir bekannten Arten aus dem übrigen palaarktischen Faunengebiet.* – Koleopterologischen Rundschau, 10: 33-120.
- MÜLLER G., 1926 – *I Coleotteri della Venezia Giulia. Catalogo ragionato. Parte I: Adephaga.* – Studi Entomologici, Trieste, 1 (2): 1-306.
- RUFFO S., VIGNA TAGLIANTI A., 1988 – *Appunti per una storia delle ricerche entomologiche nell'Appennino centro-meridionale.* – Atti XV Congr. naz. ital. Entomol., L'Aquila 13-17 giugno 1988: 7-30.
- STEFFAN A.W., THIELE H.-U., 1980 – *In memoriam Carl Hildebrand Lindroth.* – Entomologia Generalis, 6: 97-377.
- THIELE H.-U., 1977 – *Carabid Beetles in Their Environments.* – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, xvii + 369 pp.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1982 – *Le attuali conoscenze sui Coleotteri Carabidi cavernicoli italiani.* – Lav. Soc. ital. Biogeogr., (n.s.) 7 (1978): 339-430.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1983 – *Storia dell'entomologia romana.* – Atti XII Congr. naz. ital. Entomol., Roma, 1980 (1): 5-66.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1993 – *Coleoptera Archostemata, Adephaga I (Carabidae).* In: Minelli A., Ruffo S., La Posta S. (eds.) Checklist delle specie della fauna italiana, 44. Calderini, Bologna, 51 pp.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1994a – *I Coleotteri Carabidi dell'Appennino umbro-marchigiano.* – Biogeographia, Lav. Soc. ital. Biogeogr., (n.s.) 17 (1993): 261-284.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1994b – *I Coleotteri Carabidi delle Isole Ponziane (Coleoptera, Carabidae).* – Fragm. entomol., 26: 95-131.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1995 – *Coleoptera Carabidae.* In: B. Massa (ed.), Arthropoda di Lampedusa, Linosa e Pantelleria (Canale di Sicilia, Mar Mediterraneo). – Naturalista sicil., 19 (Suppl.): 357-421.
- VIGNA TAGLIANTI A., BONAVITA P., BRUSCHI S., CASALE A., CHEMINI C., DE FELICI S., 1998 – *Relict or man introduced species: the case of Carabus montivagus in Italian Central Alps.* IX European Carabidologists' Meeting, Cosenza (Italy) 26-31 July 1998 [Abstracts volume]: 42.

ANDREA DI GIULIO (\*)

IMPLICAZIONI FILOGENETICHE DELLO STUDIO  
DELLE LARVE DI CARABIDI: IL CASO DEI PAUSSIDI  
(COLEOPTERA CARABIDAE)

INTRODUZIONE

L'uso dei caratteri larvali per studi di tipo filogenetico è adottato dagli entomologi già da molti anni, mentre soltanto recentemente un tale approccio è stato applicato per cercare di chiarire alcuni punti dubbi relativi alla filogenesi dei Coleotteri Carabidi. In particolare, GOULET (1979) illustra la validità sistematica dei caratteri larvali riportando numerosi esempi di studi sia descrittivi che comparativi, mettendo in evidenza l'importanza dello studio delle larve per dimostrare la naturalità di un taxon e per cercare di comprendere le affinità filogenetiche che intercorrono fra gruppi considerati distinti.

È comunque soltanto dopo la formalizzazione dello studio della chetotassi (BOUSQUET & GOULET, 1984) che è stato possibile utilizzare una serie di caratteri non direttamente sottoposti alla selezione, per applicazioni di tipo filogenetico. Negli ultimi quindici anni, i caratteri relativi alla chetotassi, unitamente a quelli morfologici classici, con grande attenzione alla capsula cefalica, alle sue appendici e alla muscolatura che ne regola il movimento, sono stati analizzati e comparati secondo i principi della cladistica (ARNDT, 1990, 1993, ARNDT & BEUTEL, 1995a; 1995b; BEUTEL 1992a; 1992b; 1992c; 1993; 1995; 1997; BOUSQUET, 1984; 1986; LANDRY & BOUSQUET, 1984; VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

D'altra parte non mancano le critiche di coloro che attribuiscono alla morfologia larvale un valore più adattativo che filogenetico (LIEBHERR & BALL, 1990; ERWIN, 1981), soprattutto per quanto riguarda i gruppi

---

(\*) Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università «La Sapienza», Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma.

Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

parassiti, negando alla morfologia comparata un qualsiasi valore predittivo; è opinione comune inoltre l'interpretazione della maggior parte dei caratteri larvali come plesiomorfie poco utili e spesso fuorvianti per comprendere le relazioni di parentela, rispetto all'importanza che viene conferita alle apomorfie degli adulti, modellate con rapidità anche sotto la spinta della selezione sessuale.

Si è comunque ormai concordi che proprio negli stadi larvali dei Carabidi esiste un equilibrio di caratteri filogenetici e adattativi, che, se correttamente interpretati, potrebbero chiarire molti punti dubbi della filogenesi; la validità di un'indagine di questo tipo deve essere però verificata di volta in volta ed i caratteri validi possono variare a seconda dei gruppi presi in considerazione. È ormai accertato che gli stadi preimaginali evolvono ciascuno in una propria direzione e ad una propria velocità, fornendo una serie di caratteri spesso difficili da interpretare che complementano quelli più comunemente utilizzati relativi agli adulti.

Sebbene la maggior parte delle larve di Carabidi siano depigmentate, subcilindriche e di forma allungata a causa del comune modo di vita semicriptobionte, alcune di esse possiedono una serie di caratteri apomorfici talvolta molto complessi che sono di solito correlati con particolari adattamenti ecologici o con strategie di difesa e di predazione. Tali caratteri, come ad esempio il particolare tipo di microscultura, il pattern di pigmentazione e sclerotizzazione del tegumento o la forma e la disposizione di setole e pori sensoriali, la presenza di diversi tipi di organi sensoriali talvolta connessi con sistemi ghiandolari, sono spesso altrettanto complessi di quelli mostrati dagli insetti adulti.

La fase più delicata in questo tipo di studio filogenetico è quella della scelta dei caratteri maggiormente informativi e più utili alle comparazioni, in quanto è da essa che dipende la validità di tutta l'analisi. In questo senso, lo studio che abbiamo intrapreso sulle particolari larve dei Coleotteri Paussidi (DI GIULIO *et al.*, 1997; 1998a; 1998b) fornisce interessanti spunti di discussione ed ipotesi suggestive sull'evoluzione del comportamento di sinfilia nelle tribù Ozaenini e Paussini.

## MATERIALI E METODI

Nel corso della presente ricerca sono state esaminate direttamente le larve di *Pachyteles mexicanus* (Chaudoir, 1848), *Itamus cavicola* (Moore, 1978), *Pachyteles* n.sp.a. (fig. 39), *Pachyteles* n.sp.b (fig. 38), depositate presso la Collezione Vigna Taglianti, Università di Roma 'La Sapienza' e le larve di *Physeia setosa* (Chaudoir, 1868) e *Platyrhopalopsis mellyi*

(Westwood, 1833) depositate presso il Naturhistorisches Museum di Basilea.

Gli esemplari, conservati in etanolo 70%, sono stati osservati e disegnati al microscopio stereoscopico mediante camera lucida. Alcune larve sono state chiarificate in NaOH 10% e montate in Euparal su vetrini portaoggetto per osservazioni al microscopio ottico.

Uno o più esemplari di ciascuna delle specie sopra citate dei generi *Pachyteles* e *Itamus* sono stati inoltre preparati per l'osservazione al microscopio elettronico a scansione (SEM) presso il Centro di Microscopia Elettronica (C.I.M.E.) dell'Università della Tuscia (VT).

La notazione delle setole e pori primari segue quella di BOUSQUET & GOULET (1984) modificata per *Metrius contractus* Eschscholtz, 1829 (BOUSQUET, 1986). Un codice di una setola seguito da un asterisco (\*) significa che l'omologia della setola con la struttura corrispondente nel sistema di BOUSQUET & GOULET (1984) è incerta. La classificazione dei sensilli presenti sul disco terminale e dei lobi degli urogonfi segue quella di BOUSQUET (1986), definita per *Metrius contractus* e modificata per *Pachyteles mexicanus* and *Itamus cavicola* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

#### PRECEDENTI STUDI SULLE LARVE DEI PAUSSIDI

All'interno della famiglia Carabidae (Coleoptera, Adephaga), la posizione sistematica dei Paussidi e le relazioni filogenetiche tra i taxa che di volta in volta ne sono entrati a far parte sono state per lunghi anni oggetto di notevoli controversie, causate dall'uso di presunte omologie di alcuni caratteri degli adulti, relative in particolare alla forma della cavità mesocoxale, delle pliche subelitranti, alla struttura delle ghiandole pigidiali, alla natura chimica e al modo di emissione delle sostanze difensive emesse da questi Coleotteri (EISENER *et al.*, 1977; ANESHANSLEY *et al.*, 1969; 1983; SCHILDKNECHT, 1957; SCHILDKNECHT & HOLOUBEK, 1961; SCHILDKNECHT & KOOB, 1969; MOORE, 1979; MOORE & WALLBANK, 1968; ROACH *et al.*, 1979; KAVANAUGH in BOUSQUET 1986). Diversi sono gli autori che hanno cercato, negli ultimi cinquant'anni, di chiarire la sistematica di questo gruppo, analizzando le varie interpretazioni e fornendo a loro volta differenti proposte di livelli sistematici (DARLINGTON, 1950; CROWSON, 1955; KRZYZHANOWSKIJ, 1976; BALL, 1979; NAGEL 1980a; VIGNA TAGLIANTI in CASALE *et al.*, 1982; ERWIN & SIMS, 1984; ERWIN, 1985; BALL & MCCLEVE, 1990; DEUVE, 1993; BOUSQUET & LAROCHELLE, 1993; LAWRENCE & NEWTON, 1995; NAGEL, 1997; 1998).

Recentemente lo studio della morfologia larvale ha contribuito in maniera decisamente significativa alla comprensione delle relazioni tra i taxa che fanno parte del 'paussine complex' (NAGEL, 1997), inserendosi prepotentemente nelle analisi filogenetiche (BOUSQUET, 1986; BEUTEL, 1992a, 1993, 1995; 1997; ARNDT, 1993; ARNDT & BEUTEL, 1995a, VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) precedentemente basate solo su caratteri relativi allo stadio adulto. In particolare, già GOULET (1979: 205) sulla base di un esame superficiale dei caratteri larvali di *Metrius contractus* ha affermato che «metriines are simply ozaenines», e BOUSQUET (1986) descrivendone la morfologia larvale ne ha messo in evidenza le notevoli somiglianze con le larve conosciute di Ozaenini, suggerendo la monofilia di Paussini, Ozaenini e Metriini, già proposta da LUNA DE CARVALHO (1959) e da BELL (1967) e già accettata da REGENFUSS (1975) e da altri autori. La validità della monofilia di questo gruppo è sta poi confermata proprio sulla base di caratteri larvali (BEUTEL, 1992a; 1993; 1995; 1997; ARNDT & BEUTEL, 1995a; VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998; DI GIULIO *et al.*, 1997). In questo modo è stato possibile assegnare una posizione stabile al gruppo dei Metriini all'interno dei Carabidae. D'altra parte la nascita di una nuova filogenesi larvale ha suscitato una serie di discussioni (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) sulla validità della scelta dei caratteri significativi.

In questo lavoro viene utilizzata ancora l'impostazione sistematica riportata da diversi autori (DARLINGTON, 1950; KRYZHANOWSKIY, 1976; BALL, 1979; BALL & MCCLEVE, 1990; BEUTEL, 1992a; VIGNA TAGLIANTI in CASALE *et al.*, 1982; VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) che assegna il rango di tribù ai gruppi dei Metriini, Ozaenini, Protopaussini e Paussini, includendoli nella sottofamiglia Paussinae, anche perché mette maggiormente in evidenza la monofilia di questo complesso. La maggior parte degli autori non concorda invece con il mantenimento della tribù 'Ozaenini' come gruppo isolato e ben differenziato, evidenziandone la parafilia sia a livello adulto (DARLINGTON, 1950; BALL in BOUSQUET, 1986; BALL & MCCLEVE, 1990; NAGEL, 1997) che larvale (BEUTEL, 1992a; 1995; 1997; ARNDT, 1993).

#### DISCUSSIONE SUI CARATTERI UTILIZZATI IN FILOGENESI LARVALE DEI PAUSSIDI

Nei prossimi paragrafi vengono esaminati e comparati soltanto alcuni dei caratteri di interesse sistematico (relativi alle poche larve di Paussi-

di note) che sono stati impiegati in analisi cladistiche, ne viene discussa criticamente la loro interpretazione filogenetica (BOUSQUET, 1986; BEUTEL, 1992a; 1995; 1997; ARNDT, 1993; ARNDT & BEUTEL 1995), e proposto l'uso di alcuni altri.

#### RIDUZIONE DEL NUMERO DI OCELLI

Le larve di *Metrius* possiedono un solo ocello per lato, come anche le larve degli Ozaenini appartenenti al genere *Pachyteles* descritte da VAN EMDEN (1942) e da COSTA *et al.* (1988) e quelle ancora da descrivere (*P. n.sp.a*, *P. n.sp.b*; oss. pers.), mentre la larva troglodila di *Pachyteles mexicanus* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998), pur appartenendo allo stesso genere, mostra esclusivamente un piccolo residuo non funzionale di questo ocello. La larva dell'ozaenino di grotta *Itamus cavicola* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) appare invece completamente priva di qualsiasi traccia di ocelli, come pure quella appartenente al genere mirmecofilo di Ozaenini, *Physeas setosa* (VAN EMDEN, 1936; 1942; DI GIULIO *et al.*, in prep.) e tutte le larve note di Paussini (*sensu stricto*).

Un primo problema legato all'elaborazione cladistica fatta da BEUTEL (1992a) è quello di aver utilizzato il carattere adattativo legato alla perdita (in Paussini e parte degli Ozaenini) degli ocelli, senza considerare il modo di vita fossorio delle larve, trascorso in una continua oscurità nelle tane, nelle grotte o nei formicai. Ritenuto infatti come un carattere filogeneticamente importante, è in realtà utile solo descrittivamente per caratterizzare i diversi gruppi di specie. Infatti, mentre la riduzione da sei ocelli ad uno soltanto per lato può essere giustamente considerata come un carattere apomorfico dei Paussidi (BEUTEL, 1993) rispetto alle altre larve di Carabidi (tenuto conto del fatto che l'ocello residuo è sempre lo stesso, anche nei casi di regressione parziale), la totale perdita degli ocelli è invece da intendere soltanto come una convergenza adattativa e una tendenza di sviluppo dovuta a vantaggi selettivi. Questa infatti ha avuto luogo quasi certamente in maniera indipendente nelle larve di Ozaenini di grotta, nelle larve degli Ozaenini mirmecofili del genere *Physeas* e in quelle dei Paussini, che vivono esclusivamente all'interno dei nidi di formiche.

Dal momento che la totale riduzione era stata riscontrata (BEUTEL, 1992a) in alcune larve di due generi di Ozaenini (*Afrozaena* e *Physeas*) e in tutte le larve dei Paussini, era stata data a questo carattere l'importanza di una sinapomorfia (in accordo anche con altri caratteri interpretati in maniera dubbia) che influiva in maniera pesante sui risultati (VIGNA

TAGLIANTI *et al.*, 1998: fig. 34). In questo modo il cladogramma risultante (BEUTEL, 1992a: fig. 9) metteva in evidenza un raggruppamento parafilético dei generi di Ozaenini inaccettabile sulla base degli altri caratteri larvali.

#### MORFOLOGIA DELLO SCLERITE FRONTALE

Nell'ambito di questa ricerca è stata data molta importanza alla morfologia fine dello sclerite frontale in quanto presenta di solito una serie di caratteri diagnostici utilizzati in sistematica per distinguere le larve appartenenti alle diverse tribù dei Carabidae fino al livello generico e persino specifico. La parte più variabile di questo sclerite è il margine anteriore, la cui parte mediana prominente (nasale) assume diverse forme, spesso in relazione al tipo di dieta e alle tecniche di predazione, mentre in molti casi può subire delle riduzioni secondarie più o meno complete.

Nel caso dei Paussidi, trattandosi di caraboidei molto primitivi, lo studio della morfologia e dell'anatomia può fornire utili elementi di discussione che coinvolgono tutta la famiglia Carabidae. In particolare c'è ancora poca chiarezza, e spesso anzi grande confusione tra gli autori, riguardo all'interpretazione della derivazione anatomica di importanti strutture come il nasale o l'hypodon, la cui forma e posizione variano in questo gruppo molto più che in qualsiasi altro gruppo di Coleotteri Carabidi.

La forma dello sclerite frontale (o epistoma) delle larve dei Paussidi non è costante ma varia notevolmente non solo tra le larve delle tre tribù, ma anche all'interno di ciascuna di esse. Le cause di una simile diversificazione morfologica sono spesso correlate con il particolare tipo di alimentazione e con i diversi adattamenti (ad esempio per lo scavo delle tane o per la mirmecofilia). È quindi necessario esaminare separatamente le larve dei Metriini, Ozaenini e Paussini per cercare di comprendere le tendenze evolutive che possono aver condotto al modellamento di forme tanto differenti.

La larva di *Metrius contractus*, unica conosciuta per la tribù Metriini (BOUSQUET, 1986, BEUTEL, 1992a), possiede uno sclerite frontale a forma di scudo (fig. 1), molto simile a quello delle larve degli Ozaenini. Le suture frontali, sinuate, convergono posteriormente tra il livello della setola FR<sub>1</sub> e quello del ruptor ovi, unendosi a livello della setola PA<sub>4</sub>, mentre la sutura coronale, poco evidente nelle larve di prima età, risulta piuttosto corta. Il margine anteriore dello sclerite (figg. 1-2) si presenta convesso, con un paio di adnasalia laterali, arrotondati e poco sporgenti, e un 'nasale' mediano, quadridentato e con una piccola setola all'estremità di cia-

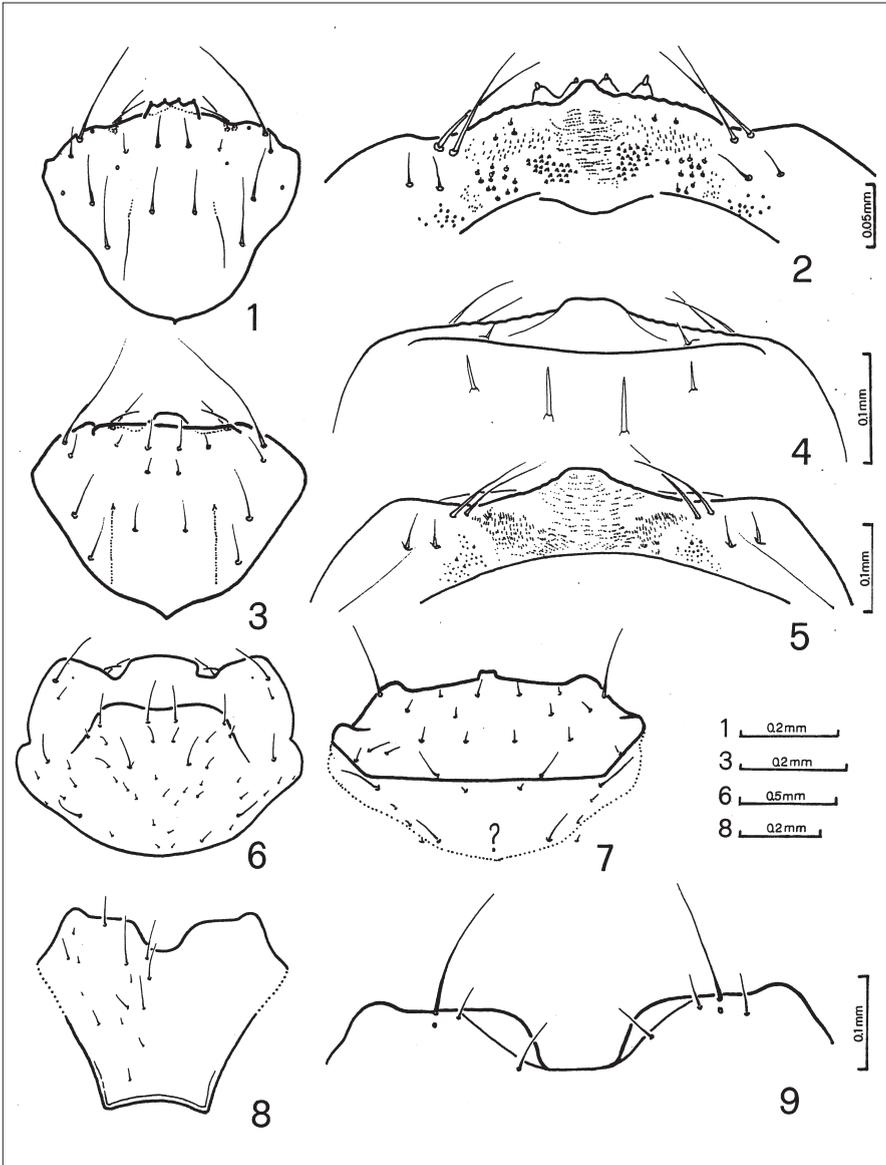


Figure 1-9

Larva di prima età di *Metrius contractus* (ridisegnata da Bousquet, 1986): sclerite frontale (1), epifaringe (2). Larva di prima età di *Pachyteles* n.sp.a: sclerite frontale (3), margine anteriore dello sclerite in visione anteriore dorsale (4), epifaringe (5). Larva di terza età di *Physea setosa*: sclerite frontale (6). Larva di *Afrozaena lutea* (ridisegnata da Paulian, 1947): sclerite frontale (7). Larva di terza età di *Paussus* aff. *distinguendus* (ridisegnato da Arndt & Beutel, 1994): sclerite frontale (8), margine anteriore dello sclerite in visione dorsale (9).

scuno dei quattro denti subtriangolari. Secondo la descrizione e le illustrazioni di BOUSQUET (1986) il ‘nasale’ appare rialzato, emergendo dallo sclerite in una posizione leggermente più arretrata rispetto al vero margine anteriore dell’epistoma (fig. 1); quest’ultimo invece, in corrispondenza del solco tra i due denti mediani (fig. 2), si produce in un piccolo dente rigido dalla punta smussata sotto al ‘nasale’ (‘labral spine’ di BEUTEL, 1992a). Tale dente è certamente omologo al dente mediano (‘nasale’ di PAULIAN, 1947, Costa *et al.*, 1988, BEUTEL, 1992a; ARNDT, 1993; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) delle larve degli Ozaenini (figg. 3-7), come è dimostrato dalla identità morfologica tra il disegno dell’epifaringe di *Metrius* (fig. 2) e quella delle larve di prima età di *Pachyteles* n.sp.a (fig. 5) da noi fotografate al SEM. Tale omologia, che sarà discussa più avanti, risulta ancora più evidente nelle larve di terza età illustrate da BEUTEL (1992a: fig. 7), nelle quali i quattro denti del ‘nasale’, ancora più arretrati rispetto al primo stadio, appaiono arrotondati e poco prominenti, lasciando scoperto il margine anteriore dell’epistoma, che a sua volta si produce anteriormente in una prominenza labrale mediana smussata.

Nelle larve degli Ozaenini da noi esaminate il margine anteriore dello sclerite frontale presenta una carena trasversale nella sua metà anteriore (figg. 3, 4, 6). Osservando la forma di tale sclerite delle larve degli Ozaenini appartenenti ai generi *Pachyteles* (figg. 3-5) ed *Itamus*, possiamo ipotizzare che il dente mediano (‘nasale’ secondo VAN EMDEN, 1942) che si trova al centro del margine anteriore dell’epistoma sia derivato dalla riduzione del labbro superiore (labrum). Ad un livello superiore si trova la carena trasversale dal bordo tagliente come una lama, separata dal dente sottostante da una zona obliqua di passaggio che potrebbe corrispondere, in accordo anche con VAN EMDEN (1942), alla zona clipeale. Ad una osservazione più attenta il margine inferiore sporgente risulta essere in continuazione con i lati dello sclerite frontale (figg. 4-5), mentre quello superiore termina a livello degli adnasalia, somigliando ad una vera carena distinta.

Osservato da davanti, il lato anteriore dello sclerite frontale di *Pachyteles* e *Itamus* appare costituito quindi da un doppio bordo tagliente: quello superiore, liscio e lineare, si estende orizzontalmente come una carena trasversale fino agli adnasalia, quello inferiore appare invece con il margine seghettato che si produce anteriormente, culminando nel piccolo dente centrale quadrangolare e talvolta smussato (per l’attrito contro le prede o contro il terreno durante lo scavo).

Del tutto anomala è la situazione delle larve di *Pachyteles* descritte da COSTA *et al.* (1988), nelle quali (in accordo con le illustrazioni della capsula cefalica) tale carena dorsale sarebbe completamente scomparsa, mentre il dente labrale, che dagli autori viene identificato con il ‘nasale’,

si sarebbe spostato superiormente. È comunque probabile che si tratti di un errore nella riproduzione iconografica da parte degli autori in quanto non sembrano corretti neppure diversi altri caratteri dei disegni di COSTA *et al.* (1988), come l'assenza del lobo D dagli urogonfi o la presenza degli stigmi sulla superficie ventrale dell'addome.

Nella larva di *Afrozaena lutea* (Hope, 1842) descritta e illustrata da PAULIAN (1947) è presente una linea trasversale circa al centro dello sclerite frontale (fig. 7), connessa lateralmente con le suture dello sclerite antennale. Purtroppo la descrizione superficiale e le illustrazioni troppo schematiche da parte dell'autore non permettono di fare dei confronti attendibili, e quindi sarà opportuno osservare e descrivere di nuovo la larva in questione. In particolare, dalle illustrazioni non è chiaro se PAULIAN (1947) con la linea trasversale sullo sclerite frontale abbia voluto riprodurre la sutura frontale oppure se si tratti della carena omologa a quella delle altre larve di Ozaenini in quanto nel testo non ne viene fatta menzione. Se venisse confermata quest'ultima ipotesi, come è stata l'opinione di LUNA DE CARVALHO (1992) e BEUTEL (1992a), la carena dorsale potrebbe essere andata incontro a un destino differente sul frontale della larva di *Afrozaena lutea*. Sembrerebbe infatti che tale sporgenza, anteriore nelle larve di *Pachyteles* (figg. 3-5), sia slittata posteriormente verso il centro dello sclerite (fig. 7), lasciando in evidenza il margine anteriore dell'epistoma con il piccolo dente labrale (che anche Paulian chiama 'nasale') sullo stesso piano del frontale.

Una conferma di questa ipotesi viene dall'osservazione dello sclerite frontale della larva di *Physea setosa* (fig. 6) che abbiamo avuto la fortuna di osservare direttamente presso il Museo di Storia Naturale di Basilea. La ridescrizione di questa larva fa parte di un lavoro che è ancora in preparazione (DI GIULIO *et al.*, in prep.). Nella larva mirmecofila per la prima volta descritta da VAN EMDEN (1936) si può notare chiaramente la presenza della carena trasversa a livello del terzo anteriore dello sclerite, che non si estende però lateralmente fino allo sclerite antennale, ma appare di una lunghezza pari alla metà di quella del margine anteriore dell'epistoma. Ci è sembrata estremamente probabile l'omologia della carena trasversa di *Physea* con quella di *Pachyteles* soprattutto in base alla comparazione della chetotassi. Nel suo slittamento in senso antero-posteriore, infatti, la carena trasversa delle larve di *Pachyteles* si sarebbe trascinata con sé anche le setole ad essa posteriori, ed è esattamente quello che osserviamo nella larva di *Physea*, dove è possibile notare chiaramente le setole FR<sub>4</sub>\*, FR<sub>5</sub>\*, FR<sub>10</sub>\* e FR<sub>11</sub>\* dietro alla carena, mentre FR<sub>7</sub> sugli adnalsalia nella sua posizione normale. Anteriormente alla carena, nella zona clipeolabrale mancano invece completamente le setole.

Una simile carena trasversa è stata notata da BEUTEL (1992a) anche sul frontale delle larve di *Platyrhopalopsis mellyi* e di *Paussus granulatus* Westwood, 1850, e questo carattere è stato considerato dallo stesso autore come un carattere derivato e una sinapomorfia di Paussini + Ozaenini ad eccezione di *Pachyteles* (BEUTEL 1992a: 213, carattere 13.1).

Alla luce di quanto è stato discusso precedentemente, abbiamo riesaminato le descrizioni e i disegni delle due larve dei Paussini sopra citate (LUNA DE CARVALHO, 1977; VAN EMDEN, 1922), e abbiamo osservato direttamente la larva di *Platyrhopalopsis mellyi* depositata presso il museo di Storia Naturale di Basilea, giungendo ad una conclusione del tutto diversa da quella di Beutel.

Come è stato messo in evidenza nelle foto delle capsule cefaliche di *Paussus curtisi* Westwood, 1864, *P. kannegeteri* Wasmann, 1896, *P. cridaea* (GESTRO, 1916) e *P. cucullatus* (WESTWOOD, 1850) (LUNA DE CARVALHO, 1959), nonché nei disegni e nelle descrizioni di *P. (Klugipaussus) aff. distinguendus* Reichensperger, 1925 e *P. (Lineatopaussus) afzelii* Westwood, 1885 (ARNDT & BEUTEL, 1995) la parte anteriore del frontale delle larve dei Paussini è estremamente sottile, quasi trasparente e di consistenza semimembranosa; questa parte presenta inoltre una convessità in corrispondenza del labbro inferiore. È probabile che nella larva di *Platyrhopalopsis mellyi* disegnata da LUNA DE CARVALHO (1977) il labbro inferiore, accolto nella doccia del frontale in posizione di riposo, abbia provocato le cinque pliche semicircolari che pure si vedono nel disegno (assenti nella larva da noi osservata), ma che comunque non sono affatto omologhe al ‘transverse frontal bulge’ cui fa riferimento BEUTEL (1992a) come abbiamo avuto modo di osservare direttamente.

In base a queste considerazioni non riteniamo che si tratti di un carattere proprio delle larve dei Paussini, ma esclusivo di quelle degli Ozaenini, forse derivante da una modificazione del ‘nasale’ quadridentato delle larve di *Metrius* (fig. 1).

Nella discussione precedente ci siamo limitati a riportare le interpretazioni dei vari autori che di volta in volta hanno descritto le diverse parti dello sclerite frontale e che hanno considerato come ‘nasale’ il dente labrale degli Ozaenini (VAN EMDEN, 1942; PAULIAN, 1947; COSTA *et al.*, 1988; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998), attribuendo alla carena trasversale un valore ed una polarità evolutiva controversi (VAN EMDEN, 1936; 1942; BEUTEL, 1992a; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

Nelle larve di *Metrius* il ‘nasale’ è identificato da BOUSQUET (1986) con la prominenza quadridentata, mentre non viene data importanza al dente labrale impari (fig. 2), vera estremità anteriore dell’epistoma, certamente omologo al ‘nasale’ delle larve di Ozaenini secondo gli altri autori.

Il nasale quadridentato delle larve di *Metrius* potrebbe ragionevolmente essere omologo alla carena trasversale liscia delle larve di *Pachyteles*, apparente margine anteriore dello sclerite frontale delle larve di *Pachyteles* ed *Itamus*. A conferma di questa ipotesi sarebbero: la posizione del nasale di *Metrius* che emerge dallo sclerite frontale subito dietro al dente labrale anteriore ('labral spine' secondo BEUTEL, 1992a), e la possibile omologia delle setole presenti anteriormente sullo sclerite frontale di *Pachyteles*, allineate trasversalmente a ridosso della carena, con le FR<sub>10</sub>\* e FR<sub>11</sub>\* presenti all'estremità dei denti del nasale di *Metrius* (vedi BOUSQUET, 1986: 383, fig. 2 e non fig. 6 sic).

Rimane però ancora dubbia la polarità della trasformazione del carattere 'nasale' quadridentato di *Metrius* – carena trasversa delle larve di Ozaenini. Infatti, se si ammette la probabile omologia del 'nasale' quadridentato di *Metrius* con quello delle altre larve dei Carabidi ad esempio delle tribù Carabini o Nebriini, sarebbe confermata la posizione isolata dei Metriini, come sister group di Ozaenini + Paussini, in accordo con la plesiomorfia (più volte sostenuta dagli autori) del nasale quadridentato e con i caratteri mostrati dagli adulti (BALL & MCCLEVE, 1990).

Se invece si ammette la trasformazione della carena trasversa degli Ozaenini (e.g. larve di *Pachyteles* o *Itamus*), apparentemente semplice, liscia e lineare, in una struttura complessa a quattro denti terminanti ciascuno in un piccolo sensillo, come in *Metrius*, allora si dovrebbe accettare, rispetto a questo carattere, l'ipotesi espressa da VAN EMDEN (1942: 24) riguardo alle larve degli Ozaenini del genere *Pachyteles*: «...*Pachyteles*...may thus, in this respect, be the most primitive Carabid yet known.»; ma questo sarebbe nettamente in contrasto con le ipotesi formulate rispetto alla morfologia immaginale.

In ogni caso non è più corretto chiamare 'nasale' il dente labrale degli Ozaenini, analogo, ma non omologo al nasale quadridentato delle larve di *Metrius*; mentre il 'nasale' di *Pachyteles*, di *Itamus*, di *Afrozaena* e di *Physeia* corrisponderebbe alla carena frontale trasversa. Non è confermata quindi la supposizione che il 'nasale' dei Metriini si sia fuso in un'unica sporgenza mediana indivisa, sinapomorfia delle larve di Ozaenini + Paussini (BEUTEL, 1992a; ARNDT, 1993), in quanto vengono identificate come omologhi due caratteri differenti.

Il dente mediano delle larve di Ozaenini, in accordo con la sua posizione nelle larve di *Metrius*, potrebbe invece essere identificato con l'hypodon di molte larve di Carabidi, anch'esso soggetto a riduzioni secondarie nei vari taxa. Tale interpretazione, che confermerebbe anche la supposizione riportata da LUFF (1993) sulla derivazione anatomica dell'hypodon dal labrum, è però in disaccordo con la sinapomorfia di Cychrini +

Carabini + Nebriini + Notiophilini enunciata da BEUTEL (1993; 1997). L'autore infatti ritiene che il dente aguzzo inferiore (hypodon) delle larve appartenenti alle tribù sopra citate sia un carattere paragonabile a quello delle larve di *Metrius* (e non degli Ozaenini), ma frutto di un'evoluzione indipendente.

#### CARATTERI RELATIVI AL LABBRO INFERIORE

Il labbro inferiore (labium) assume diverse conformazioni nelle larve dei Paussidi (figg. 10-15); in particolare, varia la lunghezza e la forma del premento, la lunghezza della ligula e la dimensione del secondo palpomero labiale.

Un premento allungato, come riscontrato da BEUTEL (1992a: carattere n. 5) nelle larve di *Metrius contractus* (BOUSQUET, 1986) (fig. 10), *Pachyteles* (COSTA *et al.*, 1988) (fig. 11), *Afrozaena lutea* (PAULIAN, 1947) (fig. 13) e *Physea setosa* (VAN EMDEN, 1936) (fig. 14), era stato considerato come una sinapomorfia di Metriini + Ozaenini + Paussini. In realtà nel lavoro di BOUSQUET (1986) basato sull'esame di una cinquantina di larve di prima età, il premento di *Metrius* viene descritto ed illustrato di forma quadrata, mentre nella descrizione di Beutel basata sull'esame di un esemplare di prima età e su due di terza età il premento viene definito «distinctly longer than broad» (BEUTEL, 1992a: 211). Probabilmente questo carattere non è filogeneticamente importante perché sottoposto a variazioni individuali o relative alle diverse età larvali e comunque non è chiaramente identificabile come apomorfico o sinapomorfico del complesso, dal momento che *Itamus* presenta un premento distintamente corto (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

La particolare forma del premento di *Physea setosa* (fig. 14), molto lungo, largo alla base è certamente da considerarsi un'autapomorfia, come anche la conformazione completamente differente del premento delle larve dei Paussini (LUNA DE CARVALHO, 1992; ARNDT & BEUTEL, 1995) (fig. 15).

L'eccezionale lunghezza della ligula delle larve di *Metrius* (fig. 10) con le due setole LA<sub>6</sub> subapicali è stata considerata come una delle due autapomorfie dei Metriini allo stadio larvale (BEUTEL, 1992a). L'esame della larva troglifila di *Itamus cavicola* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) mostra invece un labium (fig. 12) inaspettatamente simile (persino nella chetotassi) ed una ligula sorprendentemente allungata in maniera quasi identica a quella di *Metrius*, mentre anche la larva di *Afrozaena* descritta da PAULIAN (1947) presenta un distinto allungamento della ligula (fig. 13).

La riduzione parziale o totale della ligula è stata invece interpretata

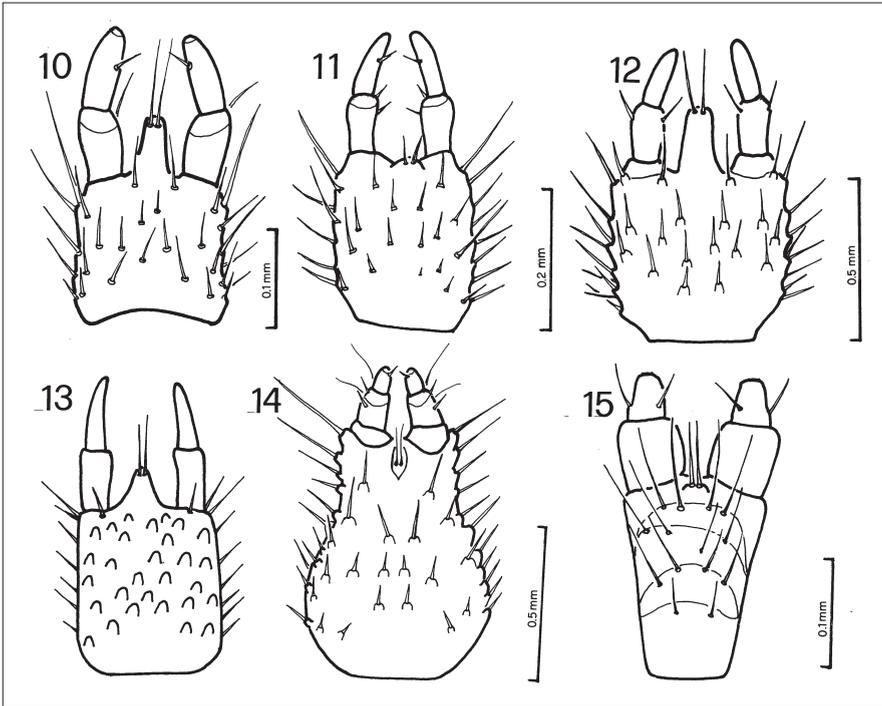


Figure 10-15

Labium in visione dorsale delle larve di: *Metrius contractus* (10) prima età (ridisegnato da Bou-squet, 1986), *Pachyteles mexicanus* (11) seconda età, *Itamus cavicola* (12) terza età (ridisegnato da Vigna Taglianti *et al.*, 1998), *Afrozaena lutea* (13) (ridisegnato e ricostruito da Paulian, 1947), *Physeia setosa* (14) terza età, *Paussus* aff. *distinguendus* (15) (ridisegnato da Arndt & Beutel, 1994).

come sinapomorfia di *Physeia* + Paussini (BEUTEL, 1992a; 1995; 1997). D'altra parte è probabile che si tratti di un carattere convergente perché in *Physeia setosa* (VAN EMDEN 1936; DI GIULIO *et al.* in prep.) la ligula (fig. 14) è ridotta ad un'area membranosa appiattita, subapicale e dorsale, con le due setole LA<sub>6</sub> inserite sopra un premento lungo, rigido e dalla forma del tutto particolare; invece le larve dei Paussini presentano una piccola prominenza ligulare apicale, evidente almeno in *Paussus granulatus* (van Emden, 1922: 39, fig. 7) e *Paussus curtisi* Westwood (LUNA DE CARVALHO, 1959: 79, foto b) all'estremità di un premento debolmente sclerotizzato, e che probabilmente fa parte della degenerazione di tutte le appendici boccali e della capsula cefalica in generale.

Anche il palpomero labiale II considerato subulato in maniera simile a quello delle larve dei Paussini (BEUTEL, 1992a, 1995, 1997; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) (fig. 15) appare invece nella larva di *Physeia* da noi

osservata direttamente (DI GIULIO *et al.*, in prep.) non chiaramente subulato (fig. 14) ma simile a quello delle altre larve di Ozaenini, mentre il suo accorciamento è parte della modificazione di tutto il labium in un modo indipendente se confrontato con quello delle larve dei Paussini.

#### CARATTERI RELATIVI ALLA MASCELLA

Dai diversi autori (BEUTEL, 1992a, 1995, 1997; ARNDT, 1993; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) è stata data una grande importanza nelle analisi filogenetiche a molti dei caratteri relativi alla mascella delle larve di questo gruppo, ma in base all'osservazione diretta del nuovo materiale e di quello già descritto, non siamo stati in grado di confermare alcuni dei caratteri utilizzati, mentre abbiamo trovato discutibile l'utilizzo di alcuni altri.

In particolare, la parziale fusione dei due galeomeri, che è stata considerata come un'autapomorfia delle larve dei Metriini (BEUTEL, 1992a; ARNDT, 1993) la ritroviamo anche nella larva di seconda età di *Pachyteles mexicanus* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) e nel primo stadio non ancora descritto di *Pachyteles* n.sp.a (osservazioni personali) (fig. 17). La galea assume una conformazione del tutto differente in *Physea* (fig. 20), con due robusti galeomeri nettamente distinti, dei quali il primo presenta una base membranosa (considerata come autapomorfia di *Physea* da BEUTEL, 1992a), mentre il secondo assume una forma clavata, con un'ampia area sensoriale all'estremità. Una galea unisegmentata, anche se di forma differente, è presente invece nelle larve dei Paussini (fig. 21) e considerata come autapomorfia di queste (BEUTEL, 1992a; 1995; 1997; ARNDT, 1993).

Le larve dei Metriini presentano una lacinia rigida, aguzza e ricurva come un uncino, di forma simile a quella delle larve degli Ozaenini; la lunghezza della lacinia delle larve di *Metrius* (fig. 16) era stata enfatizzata (BEUTEL, 1992a) e considerata come un carattere plesiomorfico rispetto a quella più corta delle larve di *Afrozaena* (PAULIAN, 1947) (fig. 19) e *Pachyteles* sp. di (COSTA *et al.*, 1988) allora note. Ma le larve troglofile di *Pachyteles mexicanus* e *Itamus cavicola* (fig. 18) recentemente descritte (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) possiedono una lacinia di lunghezza relativa molto simile a quella di *Metrius* se non più lunga.

Appare discutibile anche l'interpretazione di BEUTEL (1992a; 1995; 1997) di considerare come possibile carattere sinapomorfico di *Physea* + Paussini la lacinia delle larve di *Physea* (fig. 20) in quanto ritenuta dall'autore (basandosi sui disegni di VAN EMDEN, 1936) corta e distintamente non ricurva. Dall'osservazione diretta della larva di *Physea* è emerso che la lacinia è normalmente ricurva e di dimensioni proporzionalmente simili alle

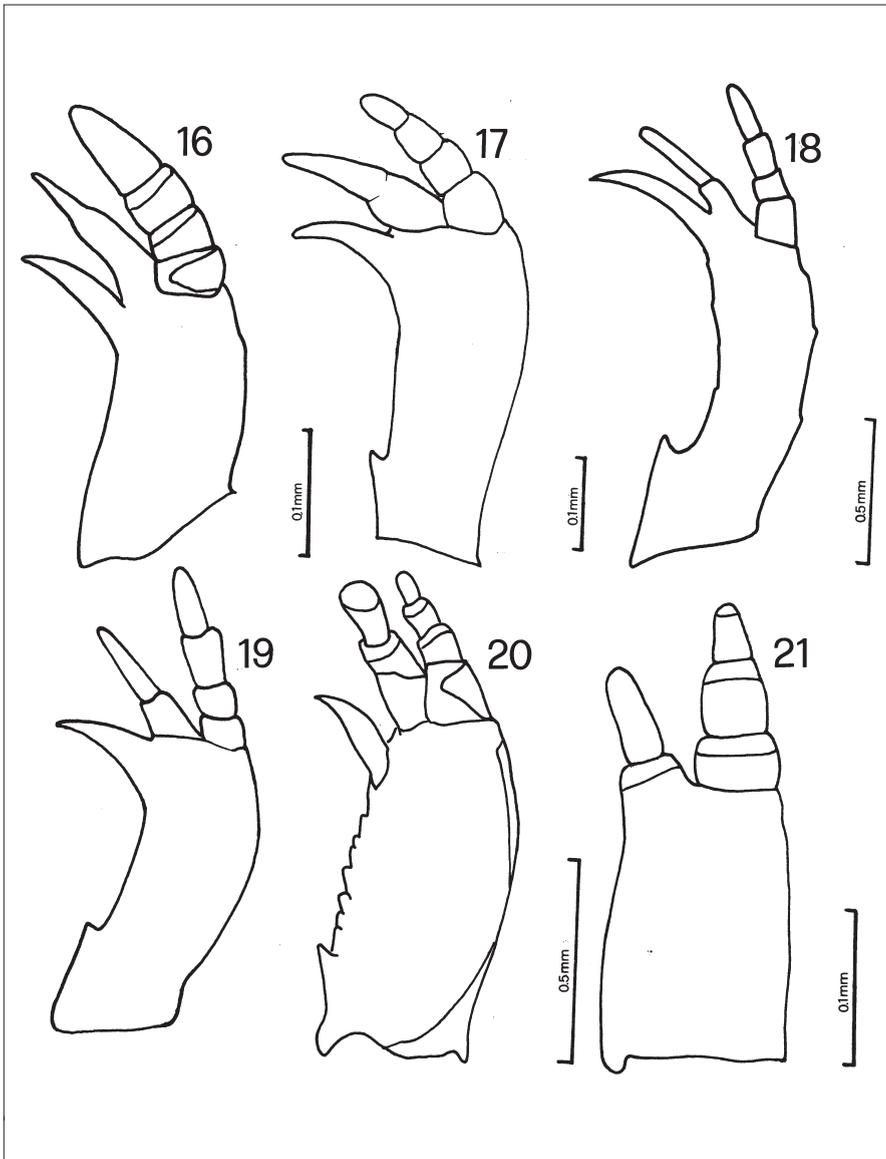


Figure 16-21

Mascella schematizzata in visione dorsale delle larve di: *Metrius contractus* (16) prima età (ridisegnata da Bousquet, 1986), *Pachyteles* n.sp.a (17) prima età, *Itamus cavicola* (18) terza età (ridisegnata da Vigna Taglianti *et al.*, 1998), *Afrozaena lutea* (19) (ridisegnata da Paulian, 1947), *Physea setosa* (20) terza età, *Paussus* aff. *distinguendus* (21) (ridisegnato da Arndt & Beutel, 1994).

altre larve di Ozaenini, perciò non può rientrare in una ipotetica serie di riduzioni che conduce alla completa assenza nelle larve dei Paussini (fig. 21).

Anche la riduzione dei palpomeri mascellari da quattro a tre nelle larve dei Paussini (fig. 21) è stata considerata come un carattere specializzato compreso nella generale tendenza alla degenerazione dell'apparato boccale di queste larve mirmecofile. Significativa è la presenza di quattro palpomeri nella larva di *Platyrhopalopsis* (LUNA DE CARVALHO, 1977), assieme ad altri caratteri intermedi tendenti alla specializzazione più estrema delle larve di *Paussus*, quali la distinzione ancora riconoscibile (malgrado la fusione) dei cinque segmenti delle zampe, la moderata fisogastrìa del corpo e le dimensioni ancora cospicue del disco terminale.

Infine, gli stipiti mascellari delle larve di Ozaenini mostrano tutte un robusto dente basale sul margine interno (figg. 17-20), assieme ad un numero variabile di noduli setiferi lungo lo stesso margine. Tale carattere, assente nelle larve di *Metrius* (fig. 16), può essere interpretato come un' autapomorfia di queste larve, ma non come una sinapomorfia di Ozaenini + Paussini (BEUTEL, 1992a; 1993, 1995; 1997), mancando completamente in tutte le larve descritte dei Paussini.

#### CARATTERI RELATIVI ALLA MANDIBOLA

Le larve di *Metrius* e degli Ozaenini possiedono mandibole falciformi appuntite (figg. 22-26), con un retinacolo adunco ben sviluppato e terebra con un doppio bordo tagliente. Queste vengono utilizzate sia per afferrare e trattenere le prede che per scavare le gallerie entro le quali vivono, all'interno dei tronchi marcescenti o nel terreno umido. Le differenze morfologiche osservate nei diversi generi non sembrano significative tranne che in *Physea setosa* (fig. 25) che possiede mandibole sottili con un retinacolo fortemente modificato, proporzionalmente più piccolo rispetto alle altre larve della stessa tribù, triangolare e diretto verso l'interno. Le mandibole di *Physea*, sebbene siano certamente modificate in relazione ad una dieta mirmecofila risultano completamente differenti da quelle delle larve dei Paussini (fig. 27). Queste ultime sono corte ed appuntite, poco arcuate e dalla base molto larga; subito sotto l'estremità distale possiedono un robusto dente affilato diretto in avanti, mentre verso la base mostrano una lunga struttura membranosa del tutto particolare in una posizione che nelle larve dei Carabidi è occupata dal penicillo. Questa struttura, già notata da BÖVING (1907) in *Paussus kannegeteri* e definita come prostheca, è del tutto inusuale tra le larve di adefagi e somiglia alla lacinia mobilis presente in alcune larve di polifagi anche se certamente ha un'origine indipendente (VAN EMDEN, 1936). È ancora controversa la derivazione anatomica di una simile struttura, se

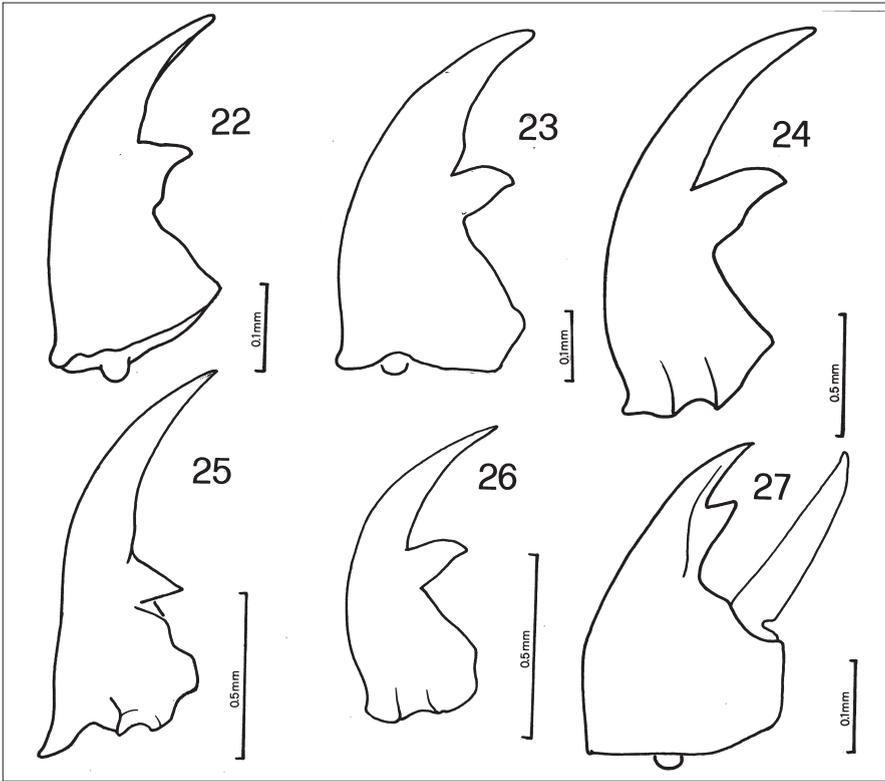


Figure 22-27

Mandibola schematizzata in visione dorsale delle larve di: *Metrius contractus* (22) prima età (ridisegnata da Bousquet, 1986), *Pachyteles* n.sp.a (23) prima età, *Itamus cavicola* (24) terza età (ridisegnata da Vigna Taglianti *et al.*, 1998), *Physeia setosa* (25) terza età, *Pachyteles mexicanus* (26) terza età (ridisegnata da Vigna Taglianti *et al.*, 1998), *Paussus* aff. *distinguendus* (27) (ridisegnato da Arndt & Beutel, 1994).

dal penicillo (VAN EMDEN, 1922), oppure dal retinacolo (BEUTEL, 1992a), sebbene Beutel nel lavoro del 1995 consideri il dente subapicale come il retinacolo e la lacinia mobilis distinta da esso. Il penicillo sarebbe invece primariamente assente in tutte le larve di Paussidi secondo BEUTEL, (1992a; 1993; 1995, 1997), o secondariamente secondo ARNDT (1993).

La presenza della lacinia mobilis viene comunque giustamente considerata come una delle più importanti apomorfie delle larve dei Paussini, anche se non è chiara la sua presenza nelle larve di *Heteropaussus* Westwood sp. (BRAUNS, 1914) e *Pentaplatarthrus* Westwood sp. (LUNA DE CARVALHO, 1989), ed è da mettere certamente in relazione con il tipo specializzato di alimentazione di queste larve.

## MORFOLOGIA COMPARATA DEL DISCO TERMINALE

Il disco terminale è certamente la sinapomorfia più evidente delle larve appartenenti al complesso metriini-ozaenini-paussini (figg. 28-33). Esso è costituito dorsalmente da quattro ampie piastre subtrapezoidali, simmetriche a due a due rispetto al piano dorso-ventrale e che di solito superano in ampiezza il diametro del settimo segmento addominale. La parte ventrale del disco è invece caratterizzata dalla presenza di un paio di strutture, ramificate nelle larve di *Metriini* e *Ozaenini* (figg. 28-32) o appiattite, in maniera simile alle piastre dorsali, nei *Paussini* (*sensu stricto*) (fig. 33). Sebbene in passato controversa (VAN EMDEN, 1922; 1936; 1942; LUNA DE CARVALHO, 1959; 1989; 1992), è ormai accettata l'interpretazione di BOUSQUET (1986) riguardo all'omologia di tali strutture con gli urogonfi tipici delle larve di *Adefagi*.

In accordo con BOUSQUET (1986), la coppia di piastre dorsali deriverebbe dalla fusione degli epipleuriti del IX con i tergiti del segmento addominale VIII, mentre le due piastre laterali esterne, di dimensioni minori rispetto alle precedenti, si sarebbero formate in seguito alla modificazione degli epipleuriti del segmento addominale VIII. Gli urogonfi ramificati o appiattiti farebbero parte del IX, mentre il segmento addominale X (pigidio) sarebbe ristretto al piccolo sclerite circolare, compreso ventralmente tra gli urogonfi e circondante l'apertura anale.

In passato (BEUTEL, 1992a; 1995, 1997; ARNDT, 1993; ARNDT & BEUTEL, 1995; BOUSQUET, 1986) è stata data un'importanza filogenetica maggiore ai caratteri relativi alla capsula cefalica rispetto a quelli relativi al disco terminale, ma in queste larve la ramificazione degli urogonfi, la disposizione dei sensilli su di essi e la forma delle piastre può invece offrire un set di caratteri importanti da prendere in considerazione in quanto non sottoposti direttamente ad adattamenti relativi al tipo di alimentazione.

Studiando in particolare gli urogonfi ramificati delle larve di *Metriini* e *Ozaenini* (figg. 28-32), esiste una notevole diversità nella forma, nella lunghezza relativa e nel numero dei rami, che ha sicuramente un'importanza sistematica, permettendo il semplice riconoscimento dei diversi generi. Inoltre, confrontando gli urogonfi, è possibile evidenziare l'omologia dei diversi rami e seguirne le trasformazioni nelle diverse larve, a partire dalla situazione più semplice presentata dalla larva di *Metrius* (fig. 28).

La larva primaria di *Metrius contractus*, in accordo con i disegni e la descrizione di BOUSQUET (1986), possiede urogonfi caratterizzati da cinque brevi lobi (A, B, C, D, E) (fig. 28), ciascuno ben riconoscibile per la sua posizione relativa o per la presenza di setole in posizioni definite, singole o in gruppi di tre. Questa condizione, in quanto la più semplice, è

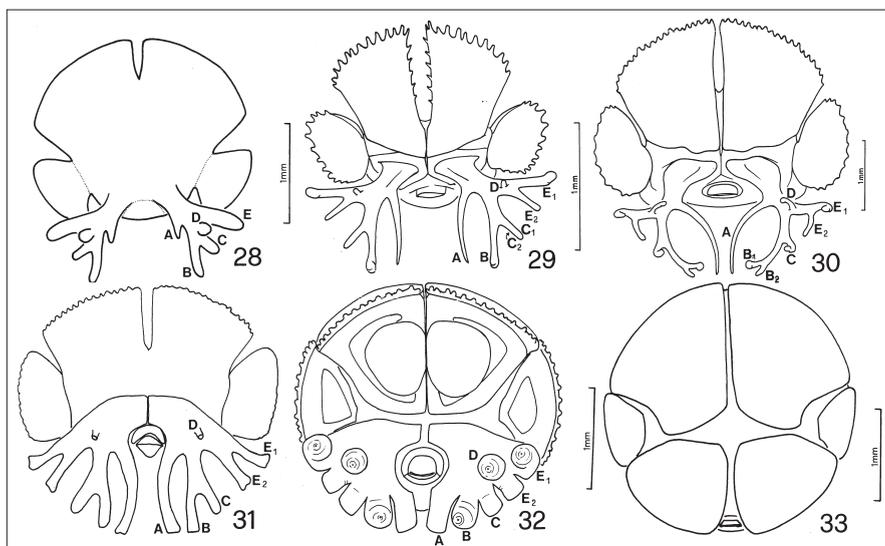


Figure 28-33

Disco terminale schematizzato in visione posteriore delle larve di: *Metrius contractus* (28) prima età (ridisegnato da Bousquet, 1986), *Pachyteles mexicanus* (29) seconda età, *Itamus cavicola* (30) terza età (ridisegnato e ricostruito da Vigna Taglianti *et al.*, 1998), *Afrozaena lutea* (31) (ridisegnato da Paulian, 1947), *Physea setosa* (32) terza età, *Platyrbopalopsis mellyi* (33) seconda età (ridisegnato da Luna de Carvalho, 1977).

sembrata essere la più primitiva finora riscontrata a causa del basso numero di ramificazioni e nello stesso tempo del completo sviluppo delle setole senza alcuna traccia di regressioni di rami o di setole. Anche la forma più semplice dei sensilli tipo S-I ('rosette-like sensilla' secondo BOUSQUET, 1986) (fig. 34), rispetto a quella di *Pachyteles* (fig. 35) o *Itamus* (fig. 36) è in accordo con questa interpretazione.

Tutte le larve di Ozaenini note mostrano invece urogonfi con minimo sei ramificazioni di base, in quanto il ramo E risulta suddiviso basalmente in due sottorami dei quali il più esterno ( $E_1$ ) è certamente omologo al ramo E di *Metrius* dal momento che presenta il gruppo di sensilli tipo S-V ('cluster of three long trichoid-like sensilla', BOUSQUET 1986).

Urogonfi a sei rami sono presenti in *Afrozaena lutea* (fig. 31) descritta da PAULIAN (1947), nelle specie del genere *Pachyteles* (VAN EMDEN, 1942; oss. pers.) (fig. 29) ed in *Physea setosa* (VAN EMDEN, 1936; DI GIULIO *et al.*, in prep.) (fig. 32), mentre in *Itamus cavicola* (specie troglifila descritta in VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) (fig. 30) il lobo B si suddivide a sua volta in due sottoramificazioni ( $B_1$  e  $B_2$ ). Nella larva troglifila di *Pachyteles mexicanus* (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) (fig. 29) il ramo C

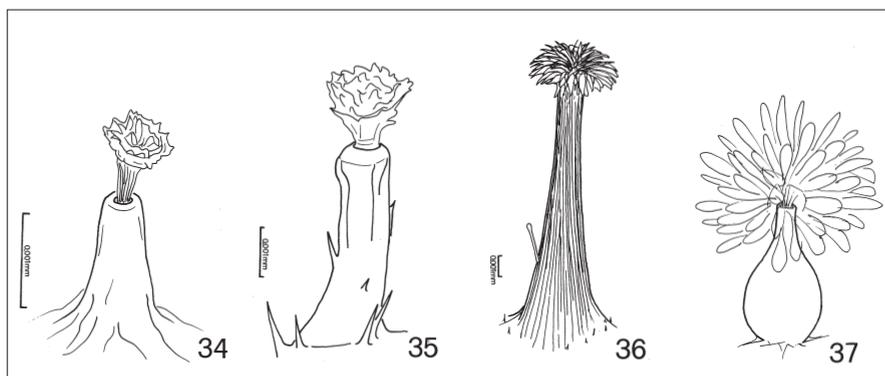


Figure 34-37

Sensilli tipo S-I ('rosette-like sensilla', Bousquet, 1986) presenti sul disco terminale e sugli urogonfi delle larve di: *Metrius contractus* (34) prima età (ridisegnato da Bousquet, 1986), *Pachyteles* n.sp.a (35) seconda età, *Itamus cavicola* (36) terza età, *Platyrhopalopsis mellyi* (37) seconda età (ridisegnato da Luna de Carvalho, 1977).

presenta invece una protuberanza setifera ventrale, interpretata come ramo incipiente ( $C_2$ ), mentre l'assenza del ramo D nella larva di *Pachyteles* sp. descritta da COSTA *et al.* (1988) è sembrata strana e potrebbe trattarsi di un errore da parte degli autori.

Dopo le osservazioni dirette della larva, siamo giunti alla conclusione che non è possibile mettere in relazione gli urogonfi a sei lobi fortemente modificati di *Physea setosa* (DI GIULIO *et al.*, in prep.) (fig. 32) con quelli sottili ed appiattiti in forma di piastra delle larve dei Paussini (fig. 33), in quanto gli urogonfi di *Physea* sono ampi, concavi e chiaramente non appiattiti, con lobi corti, robusti e ricurvi verso l'alto (tre dei quali forti ed appuntiti) e con un lungo lobo D dorsale. Non è quindi corretto considerare questo carattere come sinapomorfia di *Physea* e delle larve dei Paussini (BEUTEL, 1995; 1997).

Inoltre l'addensamento dei sensilli S-I nel mezzo delle piastre dorsali riscontrato in *Physea setosa* e *Platyrhopalopsis mellyi* è anche presente in *Itamus cavicola* e, in maniera meno evidente nelle larve di *Pachyteles*, ed è correlato in queste ultime con strategie di predazione del tutto particolari (osservazioni personali). Questo carattere è stato interpretato in maniera non corretta da VAN EMDEN (1936; 1942) e da LUNA DE CARVALHO (1977; 1989; 1992), i quali hanno considerato queste aree sensoriali (emisferiche e distinte nella larva di *Physea*, fig. 32), come un retaggio degli urogonfi delle larve dei caraboidei, mentre già PAULIAN (1947) aveva avanzato dei dubbi sulla validità di questa ipotesi non riscontrandoli nella larva di *Afrozaena lutea*.

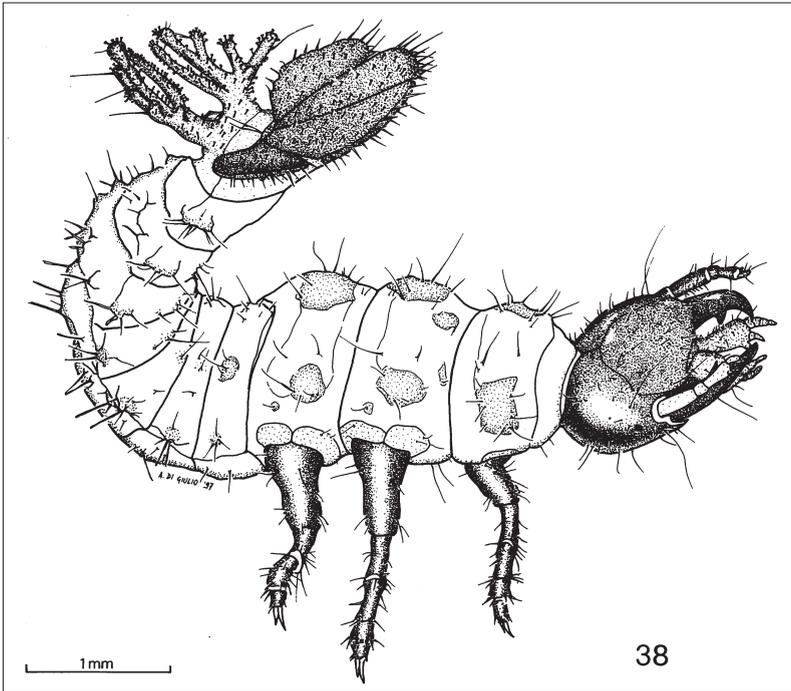


Figura 38  
Larva di seconda età di *Pachyteles* n.sp.b in visione laterale destra.

Non è possibile infine avanzare delle ipotesi certe sulla presunta fusione delle piastre e degli urogonfi nelle larve di *Metrius* (fig. 28). Queste parti potrebbero infatti essere primariamente fuse a formare un unico disco indiviso o, più probabilmente, potrebbero aver perduto la possibilità di movimento indipendente, data la presenza di parziali suddivisioni (come illustrato in BOUSQUET, 1986: 382, 388; LUNA DE CARVALHO, 1989; 1992). Si tratta comunque di caratteri che hanno ancora bisogno di una conferma in quanto osservati su larve morte appena dopo la schiusa e quindi con un tegumento ancora non ancora perfettamente sclerotizzato; da confermare è anche la fusione delle piastre di *Heteropaussus* e *Pentaplatarthrus*.

#### IPOTESI DI EVOLUZIONE DEL DISCO TERMINALE E DELLA MIRMECOFILIA

L'osservazione diretta, condotta sia in natura che durante gli allevamenti in laboratorio (figg. 39-41) delle larve raccolte nel corso di una apposita

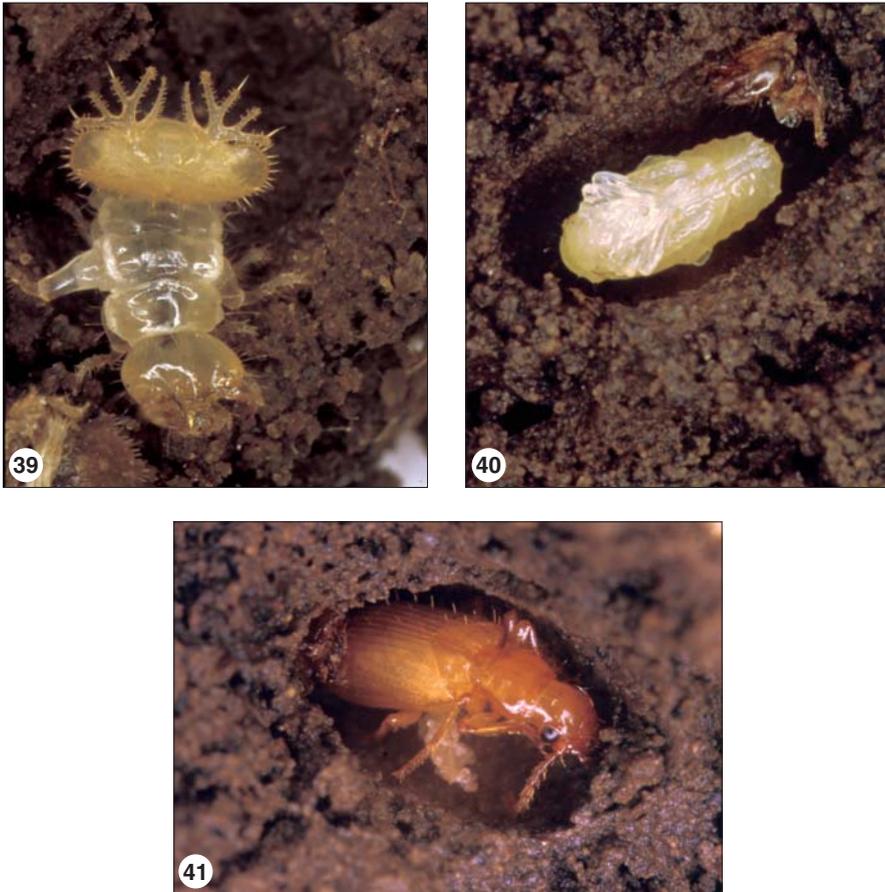


Figure 39-41

*Pachyteles* n.sp.a in allevamento: larva di terza età subito dopo la muta (39) (foto P. Maltzefz); pupa nella sua celletta (40) con esuvia del terzo stadio larvale (foto A. Vigna Taglianti); adulto ancora nella celletta con esuvia pupale (41) (foto A. Vigna Taglianti).

spedizione in Equador, ci ha permesso di formulare alcune ipotesi sull'evoluzione del curioso disco anale del complesso metriini-ozaenini-paussini.

Questa struttura terminale risulta funzionalmente analoga al disco anale tipo 'tappo' di alcune larve di Coleotteri Lymexylonidae, dei Corylophidae, di alcuni Tenebrionidae o dei Crysomelidae Clitrini, che (nel caso degli xilofagi) hanno trasformato la regione apicale dell'addome in un organo fragmotico parallelamente identico all'apice troncato e cilindrico delle elitre dei Coleotteri Bostrichidi e scolitidi, capaci a loro volta di ostruire, per difesa, gli orifizi delle gallerie dei tronchi marcescenti che

li proteggono (LUNA DE CARVALHO, 1992); un analogo comportamento di fragmosi, ma effettuata mediante la parte anteriore del corpo (capo e torace) lo ritroviamo, tra gli insetti, nei Formicidae Cephalotini, o nei generi *Criptocerus*, *Camponotus* ed altri, o nelle larve dei Coleotteri Carabidi appartenenti alla sottofamiglia Cicindelinae.

Molto probabilmente i vantaggi selettivi offerti dalla fragmosi sono stati fra le spinte iniziali per l'evoluzione di una simile struttura complessa avvenuta nelle larve dal corpo molle dei progenitori di Metriini e Ozaenini; d'altra parte un organo di questo tipo, ingombrante e piuttosto pesante in quanto fortemente sclerotizzato, non avrebbe certo favorito un comportamento predatorio attivo da parte di queste larve carnivore.

Dal momento che ci risulta oltremodo difficile postulare che una dieta vegetale, saproxilofaga (PAULIAN, 1947; LUNA DE CARVALHO, 1977), o mista, sia stata alla base dell'evoluzione di un comportamento predatorio così specializzato, dobbiamo pensare che contemporanea alla fragmosi sia stata l'acquisizione della capacità di emettere sostanze in grado di attrarre le prede ed il particolare comportamento di afferrarle (OBERPRIELER, 1985; BOUSQUET, 1986; COSTA *et al.*, 1988; DI GIULIO *et al.*, 1997; 1998a; 1998b; DI GIULIO & VIGNA TAGLIANTI in prep.). Tale comportamento, da noi osservato per le larve di *Pachyteles* n.spp. dell'Ecuador (fig. 38), è probabilmente generalizzabile a tutte le larve di Ozaenini e Metriini; infatti, il particolare addome molle 'a fisarmonica', il capo iperprognato e fornito di robuste mandibole a falce, insieme ad una lacinia aguzza a forma di uncino per trattenere le prede cadute in trappola, nonché la presenza di un gran numero di tipi diversi di sensilli per riconoscere la presenza della preda sul disco o nelle sue immediate vicinanze, sono caratteri comuni a tutte le larve di Metriini e Ozaenini e si sono certamente evoluti per un simile tipo di predazione dorsale.

Prima del ritrovamento della larva di *Afrozaena lutea* descritta da Paulian (1947) lontano da nidi di formiche, il disco terminale delle larve dei Paussidi era stato correlato unicamente con la xenofilia (BÖVING, 1907; VAN EMDEN, 1922; 1936; LUNA DE CARVALHO, 1965). Secondo la nostra ipotesi, invece, il passo verso la mirmecofilia sarebbe stato soltanto successivo, e sarebbe avvenuto indipendentemente in queste larve di Paussidi almeno due volte, una in *Physea* (tra gli Ozaenini) e una nei Paussini (*sensu stricto*), e forse indipendentemente anche nei Protopaussini (NAGEL, com. pers.) dei quali però non si conoscono ancora le larve. Quindi lo stile di vita mirmecofilo presentato dalla maggior parte dei Paussini (*sensu stricto*) e da alcuni Ozaenini adulti (*Physea*) sarebbe soltanto una acquisizione secondaria derivante dalla sinfilia allo stadio larvale.

Il fatto che un tale comportamento di sinfilia sia stato raggiunto indi-

pendentemente in gruppi così strettamente correlati, sebbene possa sembrare strano ed improbabile, è invece facilmente spiegabile in base alla capacità di attrarre tra le varie altre prede, anche insetti sociali da parte delle larve. Questo comportamento, che sembra essere un preadattamento alla sinfilia, è stato infatti osservato e ampiamente documentato, mediante foto e riprese filmate, nelle larve di *Pachyteles* allevate in laboratorio (figg. 38-42), unitamente ad altri interessanti comportamenti di scavo e di predazione (DI GIULIO & VIGNA TAGLIANTI in prep.). Tali larve sono state osservate in natura lontane da qualsiasi nido di formiche o termiti e l'unica larva sorpresa nell'atto di alimentarsi, si stava nutrendo di una piccola blatta.

Non ci è sembrato neppure troppo difficile immaginare l'adozione delle larve da parte delle formiche, dal momento che in laboratorio queste ultime non assalgono mai le larve per divorarle, mentre continuano a suggerire le secrezioni appiccicose che ricoprono il disco terminale (probabile ricompensa in cibo): sono invece le larve che alla fine hanno la meglio sulla formica. Il trasporto della larva all'interno del formicaio sarebbe inoltre un vantaggio per questa grazie alla protezione dai predatori e alla grande disponibilità di cibo.

Da una fase di sinectria delle larve nei confronti delle formiche è possibile immaginare un adattamento parassitario sempre più raffinato che può aver condotto alla degenerazione delle zampe, degli ocelli e delle appendici boccali, nonché alla fisogastria del corpo (carattere spesso convergente nelle specie sinfile), come si osserva nelle larve dei Paussini (*sensu stricto*).

In accordo con VAN EMDEN (1936), la mirmecofilia delle larve di *Physea setosa* è stata interpretata da Beutel come una sinapomorfia di *Physea* + Paussini (BEUTEL, 1995: carattere n. 19.18; 1997: carattere 18), giustificando così l'ipotesi che tale larva rappresenti l'anello di congiunzione tra gli Ozaenini e i Paussini. Tuttavia, da quanto sopra esposto, e tenuto conto dell'inconsistenza delle altre sinapomorfie ipotizzate e delle notevoli differenze dei caratteri larvali e immaginali, non siamo in grado di confermare questo come un carattere valido.

#### PRIMI STUDI SULLA CHETOTASSI

Nelle larve dei Paussidi lo studio della chetotassi è ancora agli inizi (BOUSQUET, 1986; ARNDT & BEUTEL, 1995; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998; DI GIULIO *et al.*, in prep.) dal momento che la maggior parte delle descrizioni sono state eseguite prima della formalizzazione delle setole e pori pri-

mari delle larve di Carabidi (BOUSQUET & GOULET, 1984). Anche se è molto difficile, e talvolta impossibile, identificare le setole di queste larve altamente specializzate con quelle relative all'ipotetico pattern di base di una larva di carabide generalizzata, certamente uno studio di questo tipo potrà fornire dei caratteri di confronto filogeneticamente importanti (relativamente a questo gruppo), come è confermato da numerosi lavori relativi alle larve di altri gruppi di Carabidi.

Il problema maggiore rimane senz'altro la limitata disponibilità di materiale di confronto per stabilire quali setole e in che misura possano aiutare a comprendere le relazioni tra i gruppi.

## DISCUSSIONE

Tutte le analisi filogenetiche basate sui caratteri larvali (Arndt, 1993; ARNDT & BEUTEL, 1995; BEUTEL, 1992; 1993; 1995; 1997; BOUSQUET, 1986; DI GIULIO *et al.*, 1997; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998; VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992) hanno evidenziato la monofilia del complesso metriini-ozaenini-paussini, ed in particolare l'appartenenza della tribù Metriini al 'Ozaenine Complex' (DARLINGTON, 1950) (Ozaenini + Paussini *sensu stricto*), in passato considerati come gruppi distinti.

Molti dei controversi risultati riguardanti le relazioni esistenti tra le tre tribù a livello larvale sono certamente dovuti, in accordo con BOUSQUET (1986), alla superficialità delle descrizioni precedenti a quella di *Metrius* (BOUSQUET, 1986), talvolta corredate da disegni troppo schematici o imprecisi delle larve e spesso basate su uno o pochi esemplari in stato di conservazione non perfetto.

Così, a seconda dei caratteri larvali presi in considerazione nelle diverse analisi, dell'importanza ad essi conferita e della polarità evolutiva ad essi assegnata, la tribù Metriini è risultata in un caso strettamente correlata con quella degli Ozaenini, essendo i Paussini considerati come loro sister group (VIGNA TAGLIANTI & SANTARELLI, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998), mentre in un altro i Metriini sono risultati come sister group di Ozaenini + Paussini (ARNDT, 1993; ARNDT & BEUTEL, 1995; BEUTEL, 1992a; 1993; 1995; 1997), con gli Ozaenini come gruppo parafiletico. Anche lo stretto legame tra Paussidi e Brachinini, ipotizzato sulla base di alcuni caratteri relativi agli adulti (vedi discussione in BOUSQUET, 1986) è stato confermato (ARNDT, 1993) o rifiutato (BEUTEL, 1992; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998) sulla base dei caratteri larvali.

In accordo con BOUSQUET (1986) riteniamo che le conoscenze siano ancora troppo scarse per definire con certezza le relazioni che intercorro-

no tra il genere *Metrius* e quelli appartenenti alle tribù degli Ozaenini e Paussini unicamente utilizzando i caratteri relativi agli stadi preimaginali. Tuttavia l'osservazione diretta delle larve di *Pachyteles*, *Itamus*, *Physea* e *Platyrhopalopsis*, ci permettono di fare per il momento alcune considerazioni riguardo alle precedenti analisi cladistiche.

Probabilmente il risultato che i Metriini sono il sister group di Ozaenini e Paussini ha un reale fondamento in quanto sembra confermato da alcuni caratteri relativi allo stadio adulto (BOUSQUET, 1986; BALL & McCLEVE, 1990) e a quello larvale ('nasale' quadridentato, urogonfi primariamente a cinque lobi e sensilli tipo S-I semplici). Tuttavia non siamo stati in grado di confermare le autapomorfie proposte da Beutel per isolare il genere *Metrius*, le sinapomorfie di *Physea* con i Paussini e neppure la parafilia delle larve di Ozaenini già proposta da BALL & McCLEVE (1990) in base ai caratteri degli adulti e sostenuta da BEUTEL (1992a; 1995; 1997) e ARNDT (1993) in base ai caratteri larvali.

L'ipotesi che *Physea* sia l'anello di passaggio tra Ozaenini e Paussini (VAN EMDEN 1936; BEUTEL, 1992a; 1993; 1995; 1997) formulata in base ad alcune presunte comuni tendenze di sviluppo delle larve (e.g. mirmecofilia, appiattimento degli urogonfi e riduzione della lacinia), discusse nei paragrafi precedenti e non confermate neppure dai caratteri immaginali, non viene accettata. Per questi e per altri caratteri discutibili (ad es. riduzione totale degli ocelli, presenza di una carena frontale trasversa in *Platyrhopalopsis*) non viene confermata quindi la parafilia della tribù Ozaenini almeno in base ai caratteri larvali, essendo presenti in tutte le larve di Ozaenini alcuni caratteri esclusivi (carena frontale trasversa, dente mediano sub-basale sugli stipiti mascellari, urogonfi con più di cinque lobi).

In attesa di esaminare nuovo materiale e di riesaminare quello già descritto (DI GIULIO *et al.*, in prep.) non siamo ancora in grado di proporre un cladogramma definitivo o di dare più o meno importanza a uno di quelli già presentati. Le nostre conoscenze sulle larve di questo gruppo sono ancora scarse e ci permettono soltanto, per il momento, di porre delle domande e sollevare dei dubbi sulla validità delle precedenti analisi filogenetiche.

Per quanto riguarda infine la posizione sistematica dei Brachinini, concordiamo con BEUTEL (1992a; 1995; 1997) e con NAGEL (1998) che si tratti di un taxon molto evoluto, ben lontano dalla primitiva sottofamiglia Paussinae malgrado la presenza di convergenze allo stadio adulto (EISENER *et al.*, 1977; ANESHANSLEY *et al.*, 1969; 1983; SCHILDKNECHT, 1957; SCHILDKNECHT and HOLOUBEK, 1961; SCHILDKNECHT and KOOB, 1969; MOORE, 1979; MOORE and WALLBANK, 1968; ROACH *et al.*, 1979; KAVANAUGH in BOUSQUET 1986; DEUVE, 1988) e larvale (ARNDT, 1993).

## CONCLUSIONI

Lo studio della morfologia larvale si è rivelato quindi, in molti casi, essenziale per analisi filogenetiche, in particolare nel caso degli insetti olometaboli. In quanto differenti espressioni dello stesso genotipo, i caratteri larvali possono essere usati per complementare e discutere criticamente le classificazioni basate invece quasi esclusivamente sui caratteri degli adulti e lo studio delle larve dei Paussidi ne è certamente un esempio. Inoltre lo studio degli stadi preimaginali può rispondere a quesiti biologici ai quali altrimenti sarebbe impossibile rispondere come quello dell'evoluzione della mirmecofilia nel gruppo in questione. È però auspicabile molta cautela nella scelta di caratteri filogeneticamente utili, evitando l'uso di caratteri fortemente sottoposti a selezione (come la riduzione degli ocelli), per non incorrere nel rischio di immettere nel set di dati alcune omoplasie che potrebbero falsare i risultati (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1998).

Nelle larve dei Paussidi sarebbe più opportuno cercare caratteri filogenetici a livello del disco terminale (figg. 28-33), nella forma delle piastre dorsali e laterali, nella loro fusione più o meno completa, nella complessità delle ramificazioni degli urogonfi, nella forma e nelle dimensioni relative di ciascun ramo.

L'uso sempre più diffuso delle moderne tecniche di microscopia elettronica a scansione (SEM) permette inoltre di accedere ad un altro livello morfologico che riserva una quantità insospettata di caratteri potenzialmente utili per verificare le affinità filogenetiche (NAGEL, 1980b). In particolare la forma dei sensilli tipo S-I (figg. 34-37), la cui presenza è tra le più importanti sinapomorfie di queste larve, varia nei diversi generi esaminati e potrebbe a sua volta fornire utili caratteri sistematici e filogenetici, come anche l'uso di alcuni altri caratteri di tipo ultrastrutturale, come la microscultura, il tipo di sensilli sul margine del disco e sulla sua superficie dorsale.

Infine, una maggiore conoscenza della biologia delle larve può aiutare a comprendere i motivi dell'evoluzione di alcuni caratteri (come la mirmecofilia) e ad evitarne l'uso nelle analisi, se si sospetta un'evoluzione indipendente, in particolare per quanto riguarda le convergenze adattative delle larve parassite.

## RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il dott. Andreas Kaupp e il prof. Peter Nagel dell'Università di Basilea per la disponibilità e per le interessanti discussioni che

hanno confortato alcune delle mie interpretazioni nonché per l'osservazione di prezioso materiale di confronto proveniente dal Naturhistorisches Museum di Basilea; la dott.ssa Anna Rita Taddei e la prof.ssa Anna Maria Fausto dell'Università della Tuscia di Viterbo per la parte di microscopia elettronica a scansione con il supporto del C.I.M.E. (Centro Interdipartimentale di Microscopia Elettronica) della stessa università; la prof.ssa T. Zetto Brandmayr dell'Università di Cosenza per l'aiuto durante le prime fasi di questa ricerca; e soprattutto ringrazio il prof. Augusto Vigna Taglianti dell'Università di Roma 'La Sapienza' per la grande opportunità che mi ha offerto permettendomi di portare avanti, insieme a lui, una tra le sue più interessanti linee di ricerca.

#### RIASSUNTO

Lo studio della morfologia larvale delle specie di Ozaenini troglodili *Itamus cavicola* (Moore, 1978) e *Pachyteles mexicanus* (Chaudoir, 1848), di altre due specie non ancora descritte appartenenti al genere *Pachyteles* Perty, 1830, allevate in laboratorio fino allo stadio adulto, nonché l'esame diretto delle larve già descritte di *Physea setosa* (Chaudoir, 1868) e *Platyrhopalopsis mellyi* (Westwood, 1833) ci ha permesso di confermare la monofilia di Metriini, Ozaenini e Paussini e di verificare le precedenti analisi filogenetiche basate sui caratteri larvali dei Coleotteri Paussidi. I risultati della ricerca non permettono di confermare le autapomorfie proposte per isolare il genere *Metrius* allo stadio larvale, le sinapomorfie di *Physea* con i Paussini e neppure la parafilia delle larve di Ozaenini, ben caratterizzate a livello larvale. L'attenzione rivolta alla biologia delle larve non sinfile di Ozaenini del genere *Pachyteles* ha permesso inoltre di avanzare ipotesi sull'evoluzione della mirmecofilia nei Coleotteri Paussidi. I risultati di questa ricerca raccomandano molta cautela nella scelta dei caratteri utili per analisi filogenetiche. Tale scelta deve essere operata soltanto dopo una conoscenza approfondita (possibilmente anche dal punto di vista biologico) delle larve, per evitare di prendere in considerazione caratteri convergenti, soprattutto quando si analizzano degli insetti parassiti, sottoposti ad una durissima selezione da parte dell'ospite. Viene quindi proposto per le larve dei Paussidi l'uso di altri caratteri filogenetici a livello del disco terminale, come la forma delle piastre dorsali e laterali e la loro fusione più o meno completa, la complessità delle ramificazioni degli urogonfi, la forma e le dimensioni relative di ciascun ramo oppure di altri caratteri di tipo ultrastrutturale al posto di quelli relativi esclusivamente alla capsula cefalica.

#### SUMMARY

##### LARVAL MORPHOLOGY IN CARABID PHYLOGENY: A CASE STUDY OF PAUSSINAE (COLEOPTERA, CARABIDAE)

The analysis of larval morphology of the cave dwelling species of Ozaenini *Itamus cavicola* (Moore, 1978) and *Pachyteles mexicanus* (Chaudoir, 1848), the analysis of two other species not described yet belonging to the genus *Pachyteles* Perty, 1830, raised to adults in laboratory, together with the direct examination of the already described larvae of *Physea setosa* (Chaudoir, 1868) and *Platyrhopalopsis mellyi* (Westwood, 1833), allowed us to confirm the monophyly of Metriini, Ozaenini and Paussini tribes and to verify the previous phylogenetic analysis based on Paussid beetles larval characters. The results of this research do not permit to confirm neither the autapomorphies proposed for isolating the genus *Metrius* at the larval

stage, nor the synapomorphies of *Physea* with Paussini nor the parafilia of Ozaenini larvae, well characterized at the larval level. The particular attention on biology of free living larvae of Ozaenini of the genus *Pachyteles* permitted also to formulate some hypothesis on the evolution of myrmecophily among Paussid Coleoptera. The results of this work recommend accuracy in the choice of characters to be utilized in phylogenetic analyses. Such choice must be done only after a deep knowledge of the larvae (possibly also from a biological point of view), in order not to take into consideration convergent characters, especially when parasitic insects are analyzed, submitted to a very hard selection by the host. Therefore, for Paussid larvae, the use of other phylogenetic characters is proposed, such as – at the level of terminal disk – the shape of dorsal and lateral plates and their more or less complete fusion, the complex of branching of urogomphi, the shape and the relative dimension of each branch or even other ultrastructural characters instead of those exclusively related to the cephalic capsule.

## BIBLIOGRAFIA

- ANESHANSLEY D.J., EISNER T., WIDOM J., 1969 – *Biochemistry at 100°C: explosive secretory discharge of bombardier beetles*. – *Science*, 165: 61-63.
- ANESHANSLEY D.J., JONES T.H., ALSOP D., MEINWALD J., EISNER T., 1983 – *Thermal concomitants and biochemistry of the explosive discharge mechanism of some little known bombardier beetles*. – *Experientia*, 39: 366-368.
- ARNDT E., 1990 – *Die Larve von Parophonus maculicornis (DUFT.): Beschreibung und Diskussion ihrer Merkmale unter phylogenetischen Aspekt (Insecta, Coleoptera, Carabidae: Harpalini)*. – *Entomol. Abh. Muss. Tierkd. Dresden*, 53 (10): 143-150.
- ARNDT E., 1993 – *Phylogenetische Untersuchungen larvalmorphologischer Merkmale der Carabidae (Insecta: Coleoptera)*. – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie)* 488: 1-56.
- ARNDT E., R.G. BEUTEL, 1995a – *Description of the larvae of Paussus (Klugipaussus) aff. distinguendus and P. (Lineatopaussus) afzelii, Westwood, 1885 (Coleoptera: Carabidae: Paussini)*. – *Elytron (Bulletin of the European Association of Coleopterology)*, 8 (1994): 129-139.
- ARNDT E., R.G. BEUTEL, 1995b – *Larval morphology of Systolosoma Solier and Trachypachus Motschulsky (Coleoptera: Trachypachidae) with phylogenetic consideration*. – *Entomologica scandinavica* 26: 439-446.
- BALL G.E., 1979 – *Conspectus of Carabid Classification: History, Holomorphology, and Higher Taxa*. *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification* (ed. by Erwin, T.L., G.E. Ball, D.R. Whitehead), pp. 63-111. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
- BALL G., S. MC CLEVE, 1990 – *The Middle American genera of the Tribe Ozaenini with notes about the species in Southwestern United States and selected species from Mexico*. – *Quaestiones Entomologicae*, 26: 30-116.
- BELL R.T., 1967 – *Coxal cavities and the classification of the Adephaga (Coleoptera)*. – *Annals of the Entomological Society of America*, 60 (1): 101-107.
- BEUTEL R.G., 1992a – *Study on the systematic position of Metriini based on characters of the larval head (Coleoptera: Carabidae)*. – *Systematic Entomology*, 17: 207-218.
- BEUTEL R.G., 1992b – *Larval head structures of Licinus silphoides Rossi and their phylogenetic implications (Coleoptera: Carabidae)*. – *Entomologica Basiliensia*, 15: 169-194.
- BEUTEL R.G., 1992c – *Larval head structures of Omoglymmius hamatus and their implications for the relationships of Rhysodidae (Coleoptera: Adephaga)*. – *Entomologica scandinavica*, 23 (2): 169-184.
- BEUTEL R.G., 1993 – *Phylogenetic analysis of Adephaga (Coleoptera) based on characters of the larval head*. – *Systematic Entomology*, 18: 127-147.
- BEUTEL R.G., 1995 – *The Adephaga (Coleoptera): phylogeny and evolutionary history*. *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80<sup>th</sup> Birthday of Roy A. Crowson* (ed. by J. Pakaluk and S.A. Slipinski), pp. 173-217. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- BEUTEL R.G., 1997 – *Phylogenese und Evolution der Coleoptera (Insecta), insbesondere der Adephaga*. – *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, (NF)* 31.

- BOUSQUET Y., 1986 – *Description of first-instar larva of Metrius contractus Eschscholtz (Coleoptera: Carabidae) with remarks about phylogenetic relationships and ranking of the genus Metrius Eschscholtz.* – The Canadian Entomologist, 118: 373-388.
- BOUSQUET Y., A. GOULET, 1984 – *Notation of primary setae and pores on larvae of Carabidae (Coleoptera: Adephaga).* – Canadian Journal of Zoology, 62: 573-588.
- BOUSQUET Y., LAROCHELLE A., 1993 – *Catalogue of the Geadephaga (Coleoptera: Trachypachyidae, Rhysodidae, Carabidae including Cicindelini) of America North of Mexico.* – Memoirs of the Entomological Society of Canada, 167: 1-397.
- BÖVING A.G., 1907 – *Om Paussiderne og Larven til Paussus Kannegieteri Wasm.* Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn, 9: 109-136.
- BRAUNS H., 1914 – *Descriptions of some new species of myrmecophilous beetles from southern Rhodesia.* – Proceedings of the Rhodesia Scientific Association, 13: 32-42.
- CASALE A., M. STURANI, A. VIGNA TAGLIANTI, 1982 – *Coleoptera. Carabidae. I. Introduzione, Paussinae, Carabinae.* Fauna d'Italia, 18. Edizioni Calderini, Bologna, xii + 499 pp.
- COSTA C., S.A. VANIN, S.A. CASARI-CHEN, 1988 – *Larvas de Coleoptera do Brasil.* Museu de Zoologia, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, 282 pp., 165 pls.
- CROWSON R.A., 1955 – *The Natural Classification of the Families of Coleoptera.* Nathaniel Lloyd, London.
- DARLINGTON P.J. JR., 1950 – *Paussid beetles.* – Transactions of the American Entomological Society, 76: 47-142.
- DEUVE T., 1988 – *Étude phylogénétique des Coléoptères Adephaga: redéfinition de la famille des Harpalidae, sensu novo, et position systématique des Pseudomorphinae et Brachinidae.* – Bulletin de la Société entomologique de France, 92: 161-182.
- DEUVE T., 1993 – *L'abdomen et les genitalia des femelles de Coléoptères Adephaga.* – Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, Zoologie, Paris, 155: 1-185.
- DI GIULIO A., GIGLIO A., VIGNA TAGLIANTI A., T. ZETTO BRANDMAYR, 1997 – *Analisi del comportamento predatorio nella larva di Pachyteles sp. (Coleoptera, Carabidae, Paussinae).* Riasunti dei contributi scientifici 58° Congresso Nazionale Unione Zoologica Italiana (Cattolica, 24-28 Settembre 1997): 34.
- DI GIULIO A., FAUSTO A.M., VIGNA TAGLIANTI A., 1998a – *Il disco terminale delle larve di Pachyteles sp. (Coleoptera, Carabidae, Paussinae): morfologia e ultrastruttura.* – Atti XVIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia (Maratea, 21-26 Giugno 1998), P36: 92.
- DI GIULIO A., FAUSTO A.M., TADDEI A.R., VIGNA TAGLIANTI A., 1998b – *Terminal disk of Ozaenini larvae: morphology and ultrastructure (Coleoptera, Carabidae, Paussinae).* – Proceedings IX European Carabidologists Meeting (Cosenza, 26-31 July 1998): 10.
- DI GIULIO A., KAUPP A., NAGEL P., VIGNA TAGLIANTI A. – *Larval morphology of the myrmecophilous ozaenine Physea setosa. (Coleoptera, Carabidae, Ozaenini).* In preparazione.
- DI GIULIO A., VIGNA TAGLIANTI A. – *Ethological observations on two new Pachyteles larvae (Coleoptera: Carabidae: Ozaenini) and the evolution of myrmecophily in Paussid beetles.* In preparazione.
- EISENER T., T.H. JONES, D.J. ANESHANSLEY W.R., TSCHINKEL R.E., SILBERGLIED, J. MEINWALD, 1977 – *Chemistry of defensive secretions of bombardier beetles (Brachinini, Metriini, Ozaenini, Paussini).* – Journal of Insect Physiology, 23: 1383-1386.
- EMDEN F. VAN., 1922 – *Ueber die Larven der Paussiden und Beschreibung der Larve des Paussus granulatus Westw. (Col.).* – Entomologische Blätter, 18: 37-47.
- EMDEN F. VAN., 1936 – *Eine interessante, zwischen Carabidae und Paussidae vermittelnde Käferlarve.* – Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem, 3: 250-256.
- EMDEN F. VAN., 1942 – *A Key to the Genera of Larval Carabidae (Col.).* – Transaction of the Royal entomological Society of London, 92: 1-99.
- ERWIN T.L., 1981 – *A synopsis of the immature stages of Pseudomorphini (Coleoptera: Carabidae) with notes on tribal affinities and behaviour in relation to life with ants.* – The Coleopterists Bulletin 35(1): 53-68.
- ERWIN T.L., 1985 – *The taxon pulse: a general pattern of lineage radiation and extinction among carabid beetles.* Taxonomy, Phylogeny and Zoogeography of Beetles and Ants (ed. by G.E. Ball), pp.437-472. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
- ERWIN T.L., SIMS L.L., 1984 – *Carabid beetles of the West Indies (Insects: Coleoptera): a synopsis*

- of the genera and checklists of tribes of Caraboidea, and of the West Indian species.* – *Quaestiones Entomologicae*, 20: 351-466.
- GOULET H., 1979 – *Contributions of characters of larvae to systematics of Carabidae.* pp. 205-208. In: Erwin T.L., Ball G.E., Whitehead D.R., *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification.* Dr. W. Junk by Publisher, The Hague.
- KRYZHANOWSKIY O.L., 1976 – *An attempt at a revised classification of the family Carabidae (Coleoptera).* – *Entomological Review*, 55: 56-64.
- LANDRY J. F., Y. BOUSQUET, 1984 – *The genus Omophron Latreille (Coleoptera: Carabidae): redescription of the larval stage and phylogenetic considerations.* – *The Canadian Entomologist* 116: 1557-1569.
- LAWRENCE J.F., NEWTON A.F., 1995 – *Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names).* Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80<sup>th</sup> Birthday of Roy A. Crowson (ed. by J. Pakaluk and S.A. Slipinski), pp. 779-1006. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- LIEBHERR J.K., G.E. BALL, 1990 – *The first instar larva of Eripus oaxacanus Straneo & Ball (Coleoptera: Carabidae: Peleciini): indicator of affinity or convergence?* – *Systematic Entomology*, 15 (1): 69-79.
- LUFF M.L., 1993 – *The Carabidae (Coleoptera) larvae of Fennoscandia and Denmark.* *Fauna Entomologica Scandinavica*, 27: 187 pp.
- LUNA DE CARVALHO E., 1959 – *Notas sobre Paussideos (Col. Carab. Isochaeta).* Subsídios para o estudo da biologia na Lunda. – *Publicações culturais da Companhia de Diamantes de Angola*, 48: 51-90.
- LUNA DE CARVALHO E., 1965 – *Considerações sobre a posição sistemática de Protopaussus e filogenia dos Paussideos (Col. Carab. Paussinae) (15<sup>a</sup> Contribuição para o estudo mográfico dos Paussideos).* – *Memórias e Estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra*, 293: 1-12
- LUNA DE CARVALHO E., 1977 – *Coléoptères Paussides du Muséum d'Histoire naturelle de Genève. Ire note.* – *Revue suisse de Zoologie*, 84: 81-101.
- LUNA DE CARVALHO E., 1989 – *Essai monographique des Coléoptères Protopaussines et Paussines contenant des descriptions et iconographie des Taxa actuelles et fossiles avec des clefs dichotomiques de toutes les espèces.* – *Memórias do Instituto de Investigação científica tropical, segunda série, Lisboa*, 70, (1987): 1028 pp.
- LUNA DE CARVALHO E., 1992 – *Revisao do estudo das larvas de Carabideos Paussinae e de subfamílias afins (Coleopteras: Adephaga).* – *Elytron (Bulletin of the association of Coleopterology)*, 5 (1991): 285-310.
- MOORE B.P., 1979 – *Chemical defence in carabids and its bearing on phylogeny.* pp.193-203 in Erwin T.L., Ball G.E., Whitehead D.R., and A.L. Halpern (Eds.), *Carabid Beetles: Their Evolution, Natural History, and Classification.* Dr. W. Junk by Publishers, Boston, 365 pp.
- MOORE B.P., B.E. WALLBANK, 1968 – *Chemical composition of the defensive secretion in carabid beetles and its importance as a taxonomic character.* – *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (B)* 37: 62-72.
- NAGEL P., 1980a – *The classification of Carabidae.* In 'On the evolution of Behaviour in Carabid Beetles' (ed. by P.J. Den Boer, H.U. Thiele and F. Weber), *Mishellaneous Papers*, 18, 1979, 7-14. Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- NAGEL P., 1980b – *Aspects of the evolution of the myrmecophilous adaptations in Paussinae.* On the evolution of Behaviour in Carabid Beetles (ed. by P.J. Den Boer, H.U. Thiele and F. Weber), *Mishellaneous Papers*, 18, 1979, 15-34. Agricultural University Wageningen, The Netherlands.
- NAGEL P., 1997 – *New fossil paussids from Dominican amber with notes on the phylogenetic systematics of the paussine complex (Coleoptera: Carabidae).* – *Systematic Entomology*, 22: 345-362.
- NAGEL P., 1998 – *Phylogenetic systematics of Paussid Beetles.* – *Proceedings IX European Carabidologists Meeting (Cosenza, 26-31 July 1998)*: 30
- OBERPRIELER R.G., 1985 – *Paussidae.* Pp.196-198 in Scholtz, C.H. and E. Holm (Eds.); *Insects of Southern Africa.* Butterworth Publishers (Pty) Ltd., Durban. 502 pp.
- PAULIAN R., 1947 – *La larve de Pseudozaena (Afrozaena) luteus Hope (Col. Carab. Ozaenidae).* – *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*, (2) 19: 335-339.
- REGENFUSS H., 1975 – *Die Antennen-Putzeinrichtung der Adephaga (Coleoptera), parallele evo-*

- lutive Vervollkammung einer komplexer Struktur.* – Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung, 13: 278-299.
- ROACH B., K.R. DODGE, D.J. ANESHANSLEY, D. WIEMER, J. MEINWALD, T. EISNER, 1979 – *Chemistry of defensive secretions of Ozaenine and Paussine Bombardier beetles (Coleoptera: Carabidae).* – The Coleopterist Bulletin, 33 (1): 17-19.
- SCHILDKNECHT H., 1957 – *Zur Chemie der Bombardier-Käfers.* – Angew. Chem., 69: 62.
- SCHILDKNECHT H., K. HOLOUBEK, 1961 – *Die Bombardierkäfer und ihre Explosionschemie. V.* – Mitteilung über Insecten-Abwehrstoffe. Angew. Chem., 73: 1-7.
- SCHILDKNECHT H., K. KOOB, 1969 – *Zur Explosionschemie der Bombardier-Käfer. VI Zur Chemie des kleinsten Bombardierkäfers Paussus favieri. XLIII.* – Mitteilung über Arthropoden-Abwehrstoffe. Naturwissenschaften, 56: 328-329.
- VIGNA TAGLIANTI A., F. SANTARELLI, 1992 – *Phylogenetic implications of larval morphology in the tribe Ozaenini (Coleoptera: Carabidae).* – Proceedings XIX International Congress of Entomology, Beijing, China, June 28-July 4, 1992, Abstracts: 33.
- VIGNA TAGLIANTI A., SANTARELLI F., DI GIULIO A., OLIVERIO M., 1998 – *Phylogenetic implications of larval morphology in the tribe Ozaenini (Coleoptera, Carabidae).* In: G.E. Ball, A. Casale & A. Vigna Taglianti (eds), Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera: Adephaga), Proceedings of a Symposium (28 August, 1996, Florence, Italy), XX International Congress of Entomology, Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Atti: 273-296.

STEFANO DE FELICI (\*)

## LA CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DEI CARABIDI

### INTRODUZIONE

Le conoscenze sull'ecologia dei Carabidi accumulate nel corso degli ultimi 50 anni sono raccolte in una letteratura poderosa: dal 1950 ad oggi si possono valutare, contando solo le pubblicazioni riguardanti l'area europea ed escludendo i contributi in lingue slave ed in russo, oltre 2000 tra articoli, libri e reviews che trattano temi più o meno direttamente connessi all'ecologia dei Carabidi (dati da BIOLIT98). La velocità con cui tale massa di letteratura specialistica aumenta può essere stimata dell'ordine di almeno 60-80 lavori l'anno, ossia più di uno a settimana ma, con ogni probabilità, il dato è sotto stimato.

Se dovessimo cercare una data ed un «centro di origine» di questo filone di studi non c'è dubbio che essi verrebbero ad identificarsi con gli anni '40 e con l'Europa settentrionale: in Danimarca, dove Sven Larsson nel 1939 scrive il suo classico lavoro su «Tipi e tempi di sviluppo di Carabidi danesi», e soprattutto in Svezia, dove negli anni 1945-1949 Carl Lindroth scrive i tre volumi della monografia sulla fauna di Carabidi della Fennoscandia, opera in cui si trovano anticipati e trattati la maggior parte dei temi che costituiranno e costituiscono tuttora gli obiettivi di molti degli studi ecologici compiuti su Carabidi: le risposte delle specie alle variabili ambientali esaminate attraverso riscontri comparativi sperimentali, il ruolo dei fattori climatici nella limitazione delle distribuzioni, le capacità e i sistemi dispersione. Il proposito di questa grande opera non è tuttavia strettamente ecologico: l'ecologia, più che il fine, rappresenta un mezzo per ricostruire la dinamica del popolamento di Carabidi di Fennoscandia dall'ultimo glaciale ai giorni nostri; il titolo della monografia chiarisce infatti: «Die Fennoskandischen Carabidae: Eine Tiergeographische Studie».

---

(\*) Centro di Ecologia Alpina - 38040 Viote del Monte Bondone (Trento).  
Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

A partire dalla metà degli anni '50, con Heydemann, Tretzel, Thiele ed altri inizia in Europa Centrale «l'era» delle trappole a caduta, le pitfall traps degli autori anglosassoni o «Barber traps» (dal nome del primo ricercatore che ne introdusse l'uso nel campionamento di artropodi terrestri: BARBER, 1931).

L'introduzione di questa tecnica, insieme alle solide basi tassonomiche del gruppo ed alla presenza dei Carabidi in tutti gli ambienti subaerei, è stata sicuramente una delle chiavi del successo di questo gruppo in indagini ecologiche di tutti i tipi ed in particolare su scala territoriale. A fronte di una grande praticità di uso e di un impegno relativamente modesto ed economico, le trappole a caduta forniscono infatti raccolte abbondanti e risultati in qualche modo «oggettivi», svincolati dalla soggettività dell'intuito del raccoglitore e che, pur con considerevoli limiti (cfr. ad esempio ADIS, 1979 per una ampia revisione dell'argomento), possono essere ritenuti confrontabili e ripetibili.

Nel 1969 si tiene a Wageningen, in Olanda, il primo di quelli che prenderanno successivamente il nome di «European Carabidologists Meeting», convegni periodici dedicati prevalentemente alla discussione di tematiche di tipo ecologico<sup>1</sup> e nel 1977 esce lo splendido libro di Thiele nel quale vengono riassunte esemplarmente tutte le tematiche ed i risultati delle ricerche del ventennio precedente.

#### L'ECOLOGIA DEI CARABIDI IN ITALIA: GLI STUDI EFFETTUATI

Gli studi di RAVIZZA (1968; 1970; 1972) sulle cenosi di Bembidiini della Dora Baltea e della Valle d'Aosta possono essere considerati tra i primi esempi di indagini prevalentemente dedicate all'ecologia dei Carabidi compiute in Italia.

A partire dal 1972, Pietro Brandmayr e quello che per semplificare chiameremo «il suo gruppo», si dedicheranno per intero alle tematiche ecologiche. Tra le principali ricerche compiute relativamente alle cenosi di Carabidi, possiamo citare ad esempio quelle sui boschi di pianura e i

---

<sup>1</sup> Gli «European Carabidologists Meeting» sono finora stati i seguenti:

1°, 1969, novembre, Wageningen; atti pubblicati nel 1971, P.J. Den Boer (ed.), *Dispersal and dispersal power of carabid beetles*.

2°, 1973, Cologne; atti non pubblicati.

3°, 1978, settembre, Cologne; atti pubblicati nel 1979, P.J. Den Boer, H.U. Thiele e F. Weber (eds), *On the evolution of behaviour in carabid beetles*.

4°, 1981, settembre, Münster; atti pubblicati nel 1983, P. Brandmayr, P.J. Den Boer e F. Weber (eds), *Ecology of carabids: the synthesis of field study and laboratory experiment*.

5°, 1982, settembre, Stara Brda Pilska; atti pubblicati nel 1986, P.J. Den Boer, L. Grün e

magredi friulani (BRANDMAYR e BRUNELLO ZANITTI, 1982; BRUNELLO ZANITTI e BRANDMAYR, 1983), le faggete dal Casentino al Pollino (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1986), le Dolomiti sudorientali e prealpi Carniche (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1988; BRANDMAYR e PIZZOLOTTO, 1989), e i Nebrodi (PIZZOLOTTO e BRANDMAYR, 1990). Numerosi studi sono stati svolti anche sull'eto-ecologia riproduttiva e larvale di diverse specie, in particolare tra i Ditomini (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1987), gli Harpalini (ZETTO BRANDMAYR e BRANDMAYR, 1975; ZETTO BRANDMAYR 1976, 1980) i Molopini (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1979) e, più recentemente, Siagonini (ZETTO BRANDMAYR *et al.*, 1998b) e Chlaenini (ZETTO BRANDMAYR *et al.*, 1998a).

Svariati contributi hanno avuto infine valore più generale e teorico, ad esempio relativamente ai determinanti del bilancio macrotterimicrotteri dei popolamenti (BRANDMAYR, 1983), i cicli fenologici (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1986) gli indicatori storici dei popolamenti (BRANDMAYR e PIZZOLOTTO, 1988).

Contributi meno numerosi sono venuti dal gruppo di Augusto Vigna Taglianti, i cui lavori sono stati particolarmente concentrati sui popolamenti di Carabidi dell'Italia centrale (VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1988; COMANDINI e VIGNA TAGLIANTI, 1990; VIGNA TAGLIANTI *et al.*, 1994; VIGNA TAGLIANTI e DE FELICI, 1994).

Ad Alessandro Focarile si devono studi su intere cenosi di invertebrati in alta quota, dagli alneti alle comunità perinivali, in alcuni settori delle Alpi centroccidentali (FOCARILE, 1981, 1982, 1983a, 1983b, 1985a, 1985b) e infine alcuni censimenti sono stati svolti da diversi autori in agroecosistemi: vigneti, frutteti e oliveti (DACCORDI e ZANETTI, 1989; SCIAKY e TREMATERRA, 1991; SCIAKY *et al.*, 1993; ZAPPAROLI e TESTA, 1994; JONA LASINIO e ZAPPAROLI, 1993).

Nel complesso quindi, non piccolo è stato il lavoro compiuto e riassumerne i risultati nello spazio di una breve sintesi, sia pure compiuta al solo scopo di circoscrivere i settori ed i problemi anche metodologici che ancor oggi restano aperti, non è semplice.

J. Sziszko, Feeding behaviour and accessibility of food for carabid beetles.

6°, 1986, settembre, Balatonalmádi; atti pubblicati nel 1987, P.J. Den Boer, G.L. Lövei, N.E. Stork e K.D. Sunderland (eds), 6th European Carabidologist's Meeting.

7°, 1989, settembre, London; atti pubblicati nel 1990, N.E. Stork (ed.), The role of ground beetles in ecological and environmental studies.

8°, 1992, settembre, Louvain-la-Neuve; atti pubblicati nel 1993, K. Desender, M. Dufrière, M. Loreau, M.L. Luff e J.-P. Maelfait (eds), Carabid beetles: ecology and evolution.

9°, 1998, luglio, Cosenza; atti in preparazione.

## L'ECOLOGIA DEI CARABIDI IN ITALIA: LE CONOSCENZE ACQUISITE

Una delle più nette distinzioni che può essere eseguita tra i popolamenti di Carabidi italiani passa attraverso le cenosi forestali e ricalca in modo piuttosto fedele l'impostazione di PIGNATTI (1979) nella quale l'Italia viene suddivisa in due zone bioclimaticamente ben distinte: una a bioclina medioeuropeo, comprendente le Alpi, la Padania ed il versante settentrionale dell'Appennino, dalla Liguria alla Romagna, e l'altra a bioclina mediterraneo, comprendente l'Italia peninsulare a sud del medesimo spartiacque e le isole.

I popolamenti di Carabidi forestali delle due aree risultano ben differenziati: da un lato quelli dell'area «a bioclina europeo» strutturati, nelle diverse formazioni montane, intorno a Pterostichini (soprattutto *Oreophilus* e *Haptoderus*), e Carabini (soprattutto *Orinocarabus* e *Platycarabus*) e confluenti a quote inferiori verso cenosi a dominanza di *Abax ater* (per una sintesi sull'argomento con speciale attenzione a Dolomiti ed Alpi orientali cfr. BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1988) dall'altro lato i popolamenti forestali della zona «a bioclina mediterraneo» caratterizzati da un contingente di Sphodrini endemici (*Calathus* e *Laemostenus*) e dalle specie del genere *Percus*.

Anche se una sintesi esaustiva delle cenosi di Carabidi forestali dell'Italia peninsulare non esiste ancora, la collocazione delle principali specie nel mosaico delle comunità è ormai stata individuata: *Calathus fracassii* e *Calathus montivagus*, talvolta sintopici ma più spesso vicarianti, sono forse gli elementi che meglio di tutti compendiano sia geograficamente che ecologicamente le caratteristiche di queste taxocenosi; *Laemostenus latialis*, frequente nella maggior parte delle formazioni chiuse nel Lazio ed in Abruzzo, viene sostituito dalla Campania in giù da *L. acutangulus*, mentre le specie del genere *Percus* (*P. paykulli*, *P. andreinii*, *P. bilineatus* e *P. lacertosus*, quest'ultimo endemico della Sicilia) costituiscono elementi differenziali geografici ed ecologici. Tutte queste specie possono costituiscono inoltre degli «indicatori storici» (BRANDMAYR e PIZZOLOTTO, 1988) ossia esiti attuali di linee che risalgono agli abitatori delle antiche foreste terziarie temperate di tipo «laurisilva».

A questa prima serie di elementi si affiancano localmente altre specie significative: *Carabus lefebvrei*, *Carabus preslii neumeyeri*, *Nebria kratteri*, *Platyderus dalmatinus* e *Laemostenus cimmerius* che, insieme allo stesso *L. acutangulus*, costituiscono parte di quel contingente di specie derivato da linee balcaniche a distribuzione transionica o transadriatica («specie paleoegeiche») che sale lungo l'appennino (cfr. CASALE, 1988). Poco diverso, perlopiù con l'introduzione di poche spe-

cie ad affinità magrebine, come *Carabus planatus*, *Leistus crenatus* e *Laemostenus barbarus*, appare il discorso per la Sicilia.

L'ossatura dei popolamenti di Carabidi dei boschi e delle foreste dell'Appennino appare quindi del tutto peculiare nella genesi e nella composizione, con un retaggio ben più antico rispetto a quello assai più recente, perlopiù post-glaciale, dei contermini centro e nord europei. Lo stesso motivo si ripete peraltro, fatta salva la vicarianza di alcuni gruppi, in tutta l'Europa meridionale, dove le formazioni forestali sono caratterizzate da presenze di origine pre-quaternaria: così ad esempio le specie di *Platyderus* e di *Calathus* nella penisola Iberica, ed ancora di *Calathus* e di *Tapinopterus* (vicarianti di *Oreophilus*) in Grecia.

Anche per quanto riguarda le cenosi di Carabidi degli ambienti aperti, per l'area alpina rimando alla già citata bibliografia, ed in particolare a BRUNELLO ZANITTI e BRANDMAYR (1983), BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR (1986), BRANDMAYR e PIZZOLOTTO (1989), a FOCARILE (1975, 1982, 1983a, 1983b, 1985a, 1987) e ad AMIET (1967): si tratta di una serie di contributi ricca ed importante, anche se non esaustiva e geograficamente discontinua.

Per l'Italia peninsulare la disponibilità di dati sugli assortimenti di Carabidi di ambienti aperti è ancor più ridotta: garighe, steppe, macchie mediterranee, praterie e pascoli, dalla costa al piano montano, sull'Appennino rappresentano ambienti oggettivamente difficili da campionare a causa dell'intensa attività umana: pascolo, incendi, taglio dell'erba, calpestio, transito di turisti e quant'altro rendono problematica l'effettuazione di rilievi regolari per il tempo necessario.

Le raccolte disponibili si riferiscono prevalentemente a situazioni dell'area litoranea dell'Italia centrale dove il quadro di questi popolamenti appare caratterizzato dalla frequente presenza di specie gravitanti intorno al Mediterraneo, come ad esempio *Laemostenus algerinus*, *Microlestes negrita* e *M. fulvibasis*. A fronte di un numero di specie mediamente più alto di quanto non si trovi nei boschi, il tasso di endemismo all'interno di questi popolamenti tende tuttavia a calare drasticamente; l'unico endemico frequente risulta *Carabus rossii*, che è specie di notevole plasticità ecologica, in grado di penetrare anche in formazioni chiuse. Altri elementi che si rinvencono con elevata frequenza sono *Calathus fuscipes*, *Steropus melas* e *Calathus cinctus*, cui si aggiungono nei coltivi *Pseudophonus rufipes* ed *Amara aenea*, tutte specie a geonemia ampia o molto ampia in Europa ed Eurasia, molte delle quali figurano nelle liste degli abitatori di ambienti analoghi in tutta Europa.

Un quadro schematico della dislocazione delle specie nelle principali cenosi di Carabidi in Italia centrale è fornito in fig. 1.

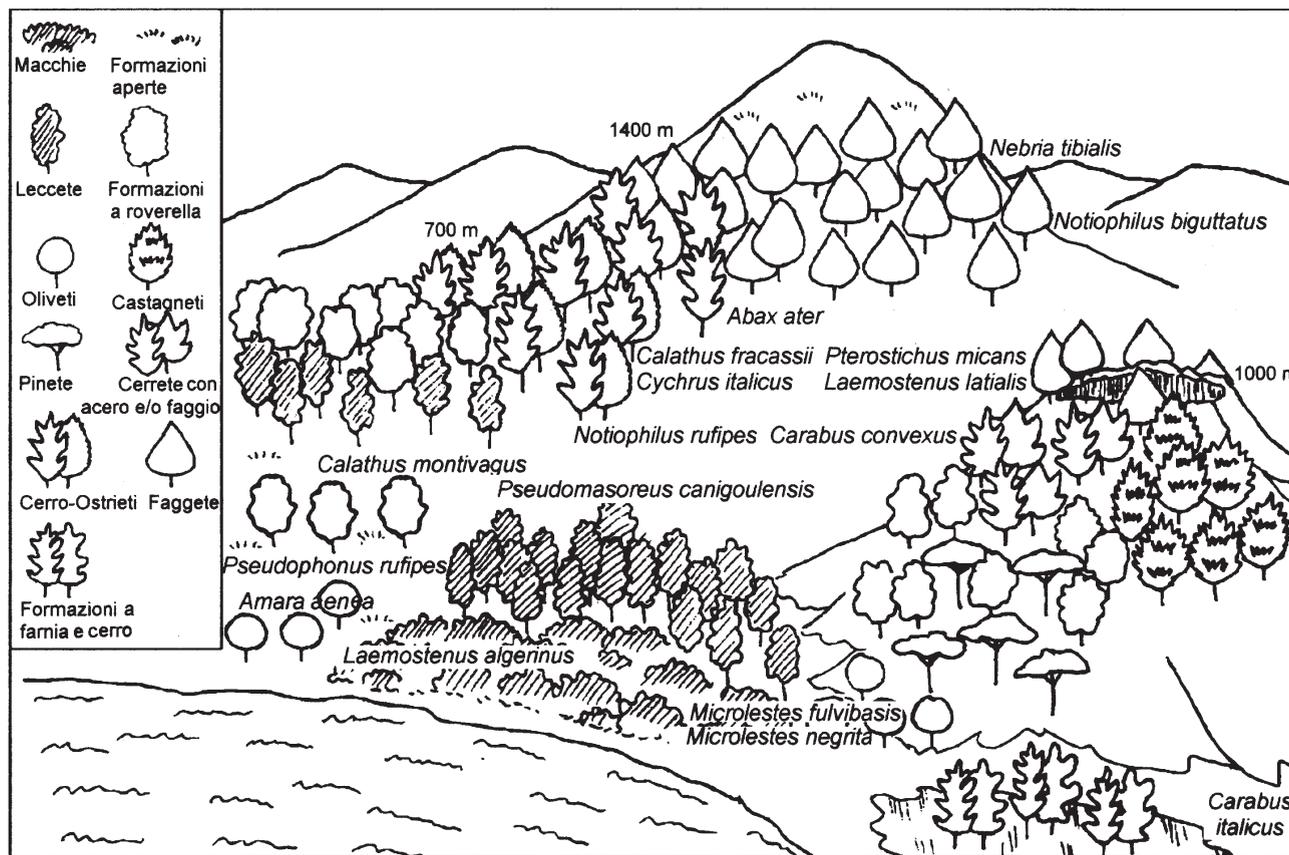


Fig. 1

Rappresentazione schematica della dislocazione delle specie nelle principali cenosi di carabidi del Lazio, rappresentate da un ipotetico transetto dalla costa alla dorsale appenninica. I nomi delle specie sono posizionati in corrispondenza dei tipi di formazione nelle quali presentano la massima frequenza.

Accanto alla classica dicotomia silvicoli – praticoli, un accenno meritano i popolamenti di Carabidi di alcuni ambienti particolari, quali ad esempio le alte quote dell'Appennino. Per essi tuttavia, così come per quelli di ambiente sotterraneo superficiale (MSS), si dispone attualmente di buone conoscenze tassonomiche, faunistiche e zoogeografiche ma niente di più. Considerato anche il grande interesse riscosso in altre parti d'Europa dallo studio degli effetti del «global change», cioè dei mutamenti climatici e delle pratiche agro-silvo-pastorali sulle cenosi alpine, migliorare le conoscenze su questo tipo di popolamenti, e più in generale sulle cenosi animali dell'ambiente alpino mediterraneo, rappresenterebbe un contributo qualificante ed un'occasione di confronto su queste tematiche a livello europeo.

#### L'ECOLOGIA DEI CARABIDI IN ITALIA: I PROBLEMI ANCORA APERTI

Dalla sommaria rassegna dei dati sui popolamenti di Carabidi dell'Italia peninsulare emergono lacune, sia per la copertura geografica dei dati (ad esempio manca completamente la Sardegna) che per ambienti (oltre al caso citato dell'ambiente alpino mediterraneo mancano, ad esempio, dati sistematici sugli ambienti ripari di acque correnti e stagnanti).

Uno dei più urgenti problemi aperti resta tuttavia, a mio avviso, quello delle ancor scarse conoscenze di cui disponiamo sui nostri endemismi. Di quasi tutte le specie citate possediamo infatti al momento solo informazioni «empiriche», frutto perlopiù delle esperienze di raccolta, ma gran parte della loro biologia resta ancora pressoché sconosciuta, al punto che di molte non è nota neppure la morfologia larvale. Molte delle domande che si pongono circa le cause ed il significato ecologico dell'assortimento dei popolamenti restano perciò al momento inevase: quali sono, ad esempio le preferenze (e conseguenza i fattori limitanti) di *Calathus montivagus* e *Percus bilineatus* sui versanti occidentali ed orientale dell'Appennino? e *Calathus fracassii* che raggiunge talvolta densità di attività elevatissime, di quale spettro alimentare si avvale? La vicarianza geografica tra *Laemostenus latialis* e *L. acutangulus* può essere davvero attribuita a competizione interspecifica? Più in generale: se esiste, quanto è determinante la competizione interspecifica nella composizione e nella regolazione delle densità di popolazione all'interno di questi popolamenti?

In termini ecologici si può dire non conosciamo la maggior parte delle coordinate che definiscono le nicchie delle specie nè quali siano gli effettivi legami specie – habitat, e se questo è vero per molte delle endemiche una attenta revisione andrebbe compiuta su tutti i componenti dei

popolamenti. Ritengo infatti che l'uso di informazioni ecologiche desunte da una bibliografia «eurocentrica» possa essere fuorviante nel contesto mediterraneo. A tal proposito, vale la pena di riflettere su un risvolto del concetto di «nicchia realizzata» (HUTCHINSON, 1959) talvolta sottovalutato. Per definizione le dimensioni e la forma dell'ipervolume effettivamente occupato da una specie nello spazio delle risorse dipendono dalle interazioni biotiche, quindi dalla presenza di possibili competitori e predatori (cfr. anche VANDERMEER, 1972) nonché dalle condizioni abiotiche. Ne consegue che la nicchia di una specie possa cambiare più o meno sensibilmente da una parte all'altra del suo areale, e che questo possa avvenire tanto più probabilmente quando essa si trovi a migliaia di chilometri di distanza, inserita in cenosi completamente diverse ed in differenti condizioni bioclimatiche. Quanto alle variazioni dell'habitat attraverso l'areale ancora LINDROTH (1949) aveva espressamente richiamato l'attenzione su questo argomento affermando che «...ai limiti del suo areale, un animale o una pianta tendono verso la stenotopia che è microclimaticamente determinata».

L'affermazione prefigura una regolarità che resta da provare e che, se esiste, ammette numerose eccezioni in tutte le direzioni; a titolo di esempio si possono citare numerosi casi che riguardano specie presenti e frequenti nei popolamenti di Carabidi italiani: *Notiophilus biguttatus* è una specie che effettivamente si comporta secondo le attese dell'osservazione di Lindroth: silvicola ma senza stretta affinità di habitat in Europa centrale (THIELE, 1977) diviene stenotopa nelle faggete al disopra dei 1000 m in Italia centro meridionale (VIGNA TAGLIANTI e DE FELICI, 1994). *Carabus glabratus* mostra una situazione sorprendentemente opposta: le popolazioni italiane, al limite meridionale dell'areale «molto plastiche riguardo alle scelte ecologiche» (CASALE *et al.*, 1982), pur con determinate preferenze, appaiono sostanzialmente euritope, mentre le popolazioni medioeuropee, al centro dell'areale, sono assai più esigenti tanto da risultare ecologicamente relitte, ristrette attualmente solo ai boschi di più antica origine (ASSMAN, 1998). Sempre dall'Europa centroseptentrionale all'Italia *Synuchus vivalis* tende a cambiare addirittura di habitat: frequente negli ambienti aperti, campi, giardini ed anche radure e margini di bosco in Fennoscandia ed in Germania (THIELE, 1977; KOCH, 1989), diviene «di norma silvicolo» verso sud (AMIET, 1967; DRIOLI, 1987); appare quindi regolarmente in molti tipi di boschi dell'Italia centromeridionale, dove ricompare negli ambienti aperti, limitatamente alla prateria alpina e appenninica (Vigna Taglianti, *in verbis*), probabilmente a segnalare l'antica presenza del bosco. Comportamento opposto mostra *Carabus coriaceus* che, più o meno euritopo, ma con nette preferenze silvicole,

in Europa centrale ed ancora sulle Alpi, diventa specie di ambiente aperto e di macchia in Italia centromeridionale. Infine non mostra variazioni rilevanti dell'habitat *Notiophilus rufipes*, che risulta silvi-termofilo in Europa centrale (THIELE, 1977; KOCH, 1989) e silvi-termofilo resta in Italia centromeridionale (VIGNA TAGLIANTI e DE FELICI, 1994).

Scorrendo questi pochi esempi, più che una regola generale, viene alla mente il commento di KRUMBIEGEL (1932) che, a proposito degli adattamenti fisiologici delle «razze geografiche» di *Carabus nemoralis*, affermava: «Guardando la morfologia delle razze e confrontandola con i risultati fisiologici si può dire che questi ultimi esibiscono una maggiore varietà: fisiologicamente le razze ... possono essere riguardate come specie diverse, benché morfologicamente esse corrispondano tutte alle caratteristiche specifiche...».

Credo che molto ci sarebbe da riflettere sulle profonde implicazioni ecologiche di questa osservazione e degli esempi riportati.

#### ALCUNE PROSPETTIVE

Per coloro che in futuro vorranno occuparsi ancora di ecologia di Carabidi in Italia, in campo come in laboratorio, il lavoro non dovrebbe davvero mancare: l'obiettivo finale, come quello di Lindroth negli anni '40, dovrebbe essere quello di dipanare l'intreccio, molto più complesso in Italia che in Fennoscandia, tra l'articolazione del paesaggio e le cause paleogeografiche, storiche ed ecologiche, antiche ed attuali, che hanno plasmato i popolamenti di Carabidi della penisola. Una tale operazione richiederà certamente uno sviluppo della sinecologia e dell'autoecologia dei Carabidi italiani, a livelli ben più approfonditi di quelli odierni, e certamente non potrà prescindere anche dall'uso di tecniche di indagine avanzate, che servano ad ancorare l'autoecologia e l'etologia dei Carabidi alla morfologia ed alla fisiologia.

Se i popolamenti di Carabidi hanno un significato ecologico che trascende la loro semplice descrizione e la presa d'atto della loro esistenza, pure «certificata» da elaborazioni statistiche, occorre conoscere il significato ecologico effettivo delle specie che li compongono ed ancora una volta il messaggio di LINDROTH (1949) in questo senso è chiarissimo: «It is misleading to wish to establish complex units before their components are sufficiently known. Before one is familiar with the autoecology of the species, synecology is impossible». L'ammonimento vale a maggior ragione in un territorio come quello italiano, dove l'azione antropica continuata per molte migliaia di anni si è sommata pesantemente ai fattori natura-

li, producendo popolamenti la cui interpretazione risulta talvolta difficile o ambigua e che la carenza di dati autoecologici adeguati può rendere enigmatica o fuorviante.

Per parte mia vorrei soltanto rilanciare qui la proposta di una «semplice» operazione che alcuni anni or sono tentai insieme con Augusto Vigna Taglianti e Roberto Pizzolotto. Sull'onda della riuscita del lavoro di tipizzazione delle categorie corologiche della fauna italiana, di iniziative analoghe intraprese in altri paesi europei, ed infine sull'esempio del lavoro di KOCH (1989), tentammo di intraprendere una schedatura dei Carabidi italiani per categorie ecologiche e per aree. Come tutti i progetti anche questo ricevette un nome, o meglio un acronimo (fu battezzato ECOLCARD), ma, forse perchè troppo ambizioso o forse per le difficoltà logistiche, non riuscimmo ad andare oltre ad alcune piacevoli chiacchierate pomeridiane ed abbozzi di schemi.

Mi piacerebbe che, alla luce dei problemi accennati e con quel po' di esperienza in più maturata da tutti noi in questi anni, quest'occasione servisse per ritornare a discutere di quel progetto, perchè sono convinto che, se in futuro si dovrà continuare a redigere cartografie di popolamenti di Carabidi, il problema di un protocollo di raccolta e di una banca dati nella quale collezionare le informazioni sull'ecologia finirà per essere ineludibile.

Una considerevole mole di informazioni, come abbiamo visto, è già disponibile, altri dati ancora sono sparsi qua e là in letteratura o dimenticati sugli scaffali di alcuni ricercatori e potrebbero essere recuperati; un grande patrimonio da valorizzare è sicuramente rappresentato da quei «giacimenti culturali» che sono l'esperienza e le capacità di tutti quanti fino ad ora hanno lavorato in questo settore.

Poiché l'evoluzione dei sistemi informatici permette ormai di gestire grandi masse di dati e di lavorare insieme anche a distanza, credo che per realizzare un progetto di raccolta e schedatura di questo tipo, e farlo diventare occasione e modello di crescita culturale e professionale, occorra soprattutto la convinzione della sua necessità e la voglia di confrontarsi nel costruirlo.

## RIASSUNTO

A partire dall'inizio degli anni settanta lo studio ecologico dei Carabidi in Italia ha riguardato sia aspetti sinecologici sia autoecologici di numerosi taxa. La composizione dei popolamenti forestali in Italia peninsulare, zona a bioclina mediterraneo, ne evidenzia, soprattutto attraverso i numerosi endemismi, la peculiarità e l'antica origine pre-quaternaria; meno caratterizzati appaiono invece i popolamenti di altri ambienti, per i quali comunque i dati sono anco-

ra scarsi. Occorre approfondire le conoscenze sulla biologia e l'ecologia delle specie endemiche e verificare in generale le preferenze di habitat delle specie a più ampia distribuzione, che si spingono lungo la penisola ai limiti del loro areale. Si propone infine di realizzare una schedatura dei Carabidi italiani per ecologia ed area.

## SUMMARY

### ON THE ECOLOGICAL FEATURES OF GROUND BEETLES

Ecological studies on Carabids started in Italy in early seventies and concerned in both synecology and autoecology of several taxa. The high number and the old ages of endemic species highlight the pre-Quaternary origin of the forest assemblages in the peninsular area, under mediterranean bioclimatic influence; assemblages of different habitats are not so sharply characterised but data are less abundant. At the moment, knowledge on biology and ecology of endemics are scarce so they must be increased and also the auto-ecology and habitat preferences of the widespread species which reach their area limits in Italy have to be verified. A proposal for an ecological database of Italian Carabids is suggested.

## BIBLIOGRAFIA

- ADIS J., 1979 – *Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps* – Zoologischer Anzeiger, 202: 177-184.
- AMIET J.L., 1967 – *Les groupement des coleopteres terricoles dela haute vallee de la Vesubie (Alpes Maritimes)* – Mémoires du Musée d'Histoire Naturelle de Paris (Série A: Zoologie), 46: 124-213.
- ASSMANN T., 1998 – *Ancient pupations in ancient woodlands: genetic differentiation, variability and power of dispersal of Carabus glabratus in north-western Germany* – IX th European Carabidologists Meeting, 26-31 July Cosenza, Italy. Abstracts: 2.
- BARBER H.S., 1931 – *Traps for cave hibernating insects* – Journal of Elisha Mitchell Sciences Society, 46: 259-266.
- BIOLIT98 A database system for Biological Literature produced by S. De Felici. (Beta Version); Carabids data include CARLIT by L. Penev, H. Turin, (1990)
- BRANDMAYR P., 1975 – *Note morfologiche sugli stadi preimmaginale di Carabus (Sabienus) calydonius Rossi* – Bollettino della Società Entomologica Italiana, 107: 9-19.
- BRANDMAYR P., 1977 – *Ricerche etologiche e morfofunzionali sulle cure parentali in Carabidi Pterostichini (Coleoptera: Carabidae, Pterostichinae)* – Redia, 60: 275-316.
- BRANDMAYR P., BRUNELLO ZANITTI C., 1982 – *Le comunità a Coleotteri Carabidi di alcuni Quercio-Carpineti della bassa pianura del Friuli* – Collana de Programma Finalizzato «Promozione della Qualità dell' Ambiente». Quaderni sulla struttura delle Zoocenosi terrestri. 4. I boschi della pianura padano-veneta. Pubblicazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/84: 69-124.
- BRANDMAYR P., GORUPPI G., 1985 – *The evolutionary ecology of parental care in a Pterostichine carabid: life cycle, fecundity and low temperature feeding of Molops ovipennis Chaud* – Monitore zoologico italiano (Nuova Serie), 19: 147-148.
- BRANDMAYR P., PIZZOLOTTO R., 1989 – *Aspetti zoocenotici e biogeografici dei popolamenti a Coleotteri Carabidi nella fascia alpina delle Vette di Feltre (Belluno)*. – Biogeographia Lavori della Società Italiana di Biogeografia (Nuova Serie), 13 (1987): 713-743.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1974 – *Sulle cure parentali e su altri aspetti della biologia di Carabus (Sabienus) calydonius Rossi, con alcune considerazioni sui fenomeni di cura della prole sino ad oggi riscontrati in Carabidi (Coleoptera, Carabidae)* – Redia, 55: 143-175.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1988 – *Comunità a coleotteri carabidi delle Dolomiti Sudorientali e delle Prealpi Carniche* – Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica, 64 (1987): 125-250.

- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1987 – *The problem of presocial behaviour in Ditomine Ground beetles – Ethological perspectives in social and presocial arthropods.* – Pubblicazioni dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Pavia, 36: 15-18.
- BRUNELLO ZANITTI C., BRANDMAYR P., 1983 – *Il popolamento a Coleotteri Geoadefagi dei magredi friulani: origine ed affinità.* – Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma (1980), 2: 51-61.
- CASALE A., 1988 – *Revisione degli Sphodrina (Coleoptera, Carabidae, Sphodrini).* – Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, Monografie 5, 1024 pp.
- CASALE A., STURANI M., VIGNA TAGLIANTI A., 1982 – *Fauna d'Italia: Coleoptera Carabidae – I. Introduzione, Pausssinae, Carabidae.* Fauna d'Italia, 18. Edizioni Calderini, Bologna, xii +499 pp.
- COMANDINI F., VIGNA TAGLIANTI A., 1990 – *Ground beetle communities in a Mediterranean area (Tofa Mountains, Central Italy).* In: Stork, N.E. (ed.) *The Role of Ground Beetles in ecological and environmental studies* – Intercept Publishers, Andover, Hampshire pp. 171-179.
- DACCORDI M., ZANETTI A., 1989 – *Carabid and Staphylinid Beetles in two vineyards in the province of Verona (Italy).* – Agriculture ecosystems and environment, 27: 307-313.
- DRIOLI G., 1984 – *Comunità di Coleotteri Geoadefagi in un sistema collinare arenaceo del carso sloveno litorale nord Adriatico – Gortania.* – Atti del Museo Friulano di Storia Naturale, 5: 145-232.
- FOCARILE A., 1975 – *Sulla coleotterofauna alticola di Cima Bonze m 2516 (Valle di Champorcher), del Monte Crabun m 2710 (Valle di Gressoney) e considerazioni sul popolamento prealpino nelle Alpi nord occidentali (versante italiano).* – Revue Valdôtaine d'Histore naturelle, 29: 53-105.
- FOCARILE A., 1981 – *Le cenosi di Coleotteri nelle formazioni forestali a Picea abies (L.) Karst (peccete) della Valle d'Aosta* – Collana de Programma Finalizzato «Promozione della Qualità dell' Ambiente». Quaderni sulla struttura delle Zoocenosi terrestri. 2. La montagna. 1. La pecceta alpina. Pubblicazione del Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/165: 1-114.
- FOCARILE A., 1982 – *La coleotterofauna del monte Generoso (Ticino, Svizzera) nei suoi aspetti ecologici, cenotici e zoogeografici.* – Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali, 70: 15-62.
- FOCARILE A., 1983a – *Contributo alla conoscenza della coleotterofauna alticola del monte Tamaro.* – Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali, 72: 57-77.
- FOCARILE A., 1983b – *Nuove ricerche sul popolamento dei Coleotteri nel Ticino settentrionale – Campagne 1979-1982.* – Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali, 72: 7-55.
- FOCARILE A., 1985a – *Le cenosi di Coleotteri nell'ecosistema delle praterie alpine delle Alpi occidentali.* – Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali, 73: 137-181.
- FOCARILE A., 1985b – *Le cenosi fitosaprobie i Coleotteri in lettiera di Ontano verde (Alnus viridis Chaix) nelle Alpi occidentali* – Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino, 3: 79-126.
- FOCARILE A., 1987 – *Ecologie et Biogeographie des Coléoptères de haute altitude an Vallée d'Aoste.* – Regione Autonoma Valle d'Aosta. Assessorato Agricoltura Foreste e Ambiente naturale, 167 pp.
- JONA LASINIO P., ZAPPAROLI M., 1993 – *First data on soil arthropoda community in an olive grove in Central Italy.* In: Paoletti M., Foissner W., Coleman D. (eds.) *Soil Biota, Nutrient Cycling and Farming Systems.* Lewis Publishers, Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo, pp. 113-121.
- KOCH K., 1989 – *Die Käfer Mitteleuropas.* – Ökologie, Band1. Goecke e Evers, Krefeld, 440 pp.
- KRUMBIEGEL I., 1932 – *Untersuchungen über physiologische Rassenbildung (Ein Beitrag zum Problem der Artbildung und der geographischen Variation).* – Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 63: 183-280.
- LARSSON S.G., 1939 – *Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der daenischen Carabiden.* – Entomologiske meddelelser, 20: 273-562.
- LINDROTH C.H., 1945 – *Die Fennoskandischen Carabidae: Eine Tiergeographische Studie – II. Die karten.* Elanders Boktryckeri, Göteborg, 277 pp.

- LINDROTH C.H., 1945 – *Die Fennoskandischen Carabidae: Eine Tiergeographische Studie* – I. Spezieller Teil. Elanders Boktryckeri, Göteborg, 709 pp.
- LINDROTH C.H., 1949 – *Die Fennoskandischen Carabidae: Eine Tiergeographische Studie* – III. Allgemeiner Teil. Zugleich eine biogeographische Prinzipdiskussion. Bröderna Lagerström Boktryckare, Stockolm, 911 pp.
- MOLINARI F., CRAVEDI P., SPADA G., 1989 – *Studi sulle popolazioni dei Coleotteri Carabidi in pescheti dell' Italia settentrionale* – *Frustula entomologica* (Nuova Serie), 12: 15-32.
- PIZZOLOTTO R., BRANDMAYR P., 1990 – *The carabid groupings of the Nebrodi mountains in Sicily: ecological and historical indicators* – In: Stork, N.E. (eds.) *The Role of Ground Beetles in ecological and environmental studies*. Intercept Publishers, Andover, Hampshire, pp. 201-207.
- RAVIZZA C., 1968 – *I Bembidion popolanti i greti del basso corso aostano della Dora Baltea*. – *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 100: 42-65.
- RAVIZZA C., 1970 – *I Bembidion popolanti i greti del corso submontano della Dora Baltea (Valle d' Aosta) – Studi sui Bembidion. VI contributo (Coleoptera Carabidae)*. – *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, 102: 42-57.
- RAVIZZA C., 1972 – *I Bembidion popolanti gli orizzonti montano, subalpino e alpino della Valle d' Aosta – Studi sui Bembidion. IX contributo (Coleoptera Carabidae)*. – *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 51: 91-122.
- SCIACKY R., TREMATERRA P., 1991 – *Coleotteri Carabidi presenti nei meleti della Valtellina* – *Bollettino di zoologia agraria e bachicoltura*, (2) 23: 95-111.
- SCIACKY R., CAUDA A., LOZZIA G.C., 1993 – *Coleotteri Carabidi in vigneti a diversa conduzione agronomica nella provincia di Brescia* – *Bollettino di zoologia agraria e bachicoltura*. (2) 25: 109-129.
- THIELE H.U., 1977 – *Carabid Beetles in their environments – A study on habitat selection by adaptations in Physiology and behaviour*, 10. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, xvii +369 pp.
- VIGNA TAGLIANTI A., DE FELICI S., 1994 – *Ground beetle communities in Central Apennines beech woods* – In: Desender K., Dufrière M., Loreau M., Luff M.L., Maelfait J.P., (eds.) *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 71-78.
- VIGNA TAGLIANTI A., DE MEI M., DE FELICI S., 1994 – *Comunità di Coleotteri Carabidi di formazioni forestali dell' Appennino tosco emiliano*. – *Atti XVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. Udine, 1994: 451-456.
- VIGNA TAGLIANTI A., COMANDINI F., BONAVITA P., DE FELICI S., CICERONI A., 1988 – *Primi dati sulle comunità di coleotteri carabidi dei Querceta ilicis nel Lazio*. – *Atti XV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia*. L' Aquila, 1988: 415-422.
- ZAPPAROLI M., TESTA G., 1994 – *Data on soil Arthropoda communities in Central Italy chestnut groves* – In: Antognozzi, E. (eds.) *Proceedings of International Congress on Chestnut*, Spoleto Italy, October 20-23, 1993. *Comunità Montana dei monti Martani e Serano di Spoleto*, Istituto Coltivazioni arboree, Università di Perugia, pp. 631-634.
- ZETTO BRANDMAYR T., DE ROSE E., GIGLIO A., PIZZOLOTTO R., 1998 – *Feeding strategy towards myrmecophagy in Siagona europaea Dejean (Coleoptera, Carabidae), pointing out morphological and behavioural aspect favouring it*. – IX th European Carabidologists Meeting, 26-31 July Cosenza, Italy Abstracts: 47.
- ZETTO BRANDMAYR T., BELFIORE T., BONACCI T., GIGLIO A., PERROTTA E., 1998 – *Fine morphology of Chlaenius larvae: a reinforced sensorial set as adaptation to particular lifestyles (Coleoptera, Carabidae)*. – IX th European Carabidologists Meeting, 26-31 July Cosenza, Italy. Abstracts: 44.

**322 - Pagina bianca**

TULLIA ZETTO BRANDMAYR (\*) - PIETRO BRANDMAYR (\*)

## L'EVOLUZIONE DEL COMPORTAMENTO NEI CARABIDI IN RELAZIONE ALL'USO DELLO SPAZIO

### INTRODUZIONE

I Coleotteri Carabidi, nella condizione più generica, sono abitanti del suolo considerato relativamente allo strato superficiale, da cui la diffusa definizione di «epigei». Qui si ritrovano in abbondanza a percorrere la superficie, cercare riparo sotto pietre, muschi, strati di lettiera; similmente sono ben adattati a sfruttare gli interstizi e le porosità naturali del terreno. La loro attività locomotoria rappresenta pertanto un compromesso tra la corsa e la capacità di penetrare nel terreno, mentre per alcune specie diventa particolarmente importante lo scavo e la possibilità di muoversi nella vegetazione. (EVANS, 1990). La più significativa differenza con altri Coleotteri è rappresentata da un'architettura del corpo particolarmente efficiente, che può essere adattata a diversi stili di vita senza richiedere profonde modificazioni (EVANS, 1993). Solo in certi casi di specializzazione estrema la forma e la struttura del corpo vengono visibilmente influenzate da particolari habitat o stili di vita (FORSYTHE, 1987), come appare evidente per gli abitanti di fessure e cavità sotterranee o per quelli che vivono in associazione con le formiche. Sono ben note le linee evolutive che portano da una parte alla vita cavernicola, acquisendo depigmentazione, riduzione nella sclerificazione, adattamenti fisiologici nella riproduzione, o quelle che evolvono verso la vita arboricola, soprattutto nella fauna dei tropici dove raggiungono 1/3 di tutte le specie, acquisendo estremità tozze con unguicoli tarsali fortemente sviluppati, da arrampicatori (generi tropicali *Tricondyla* e *Agra*). Alcune specie rivelano una pronunciata convergenza con i Cerambicidi. Un sensibile appiattimento del corpo è condiviso sia nei generi che eleggono come habitat preferenziale di caccia lo spazio

---

(\*) Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria, 87036 Arcavacata di Rende.  
Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

sotto le cortecce (*Mormolyce*) sia in quelli che vivono tra le guaine foliari delle Bromeliacee (*Colpodes*).

Forma del corpo particolarmente piatta è evidente anche nel genere *Siagona*, rinvenibile sotto cortecce o nelle fessure di vertisuoli argillosi. In *Siagona europaea*, specie largamente diffusa nel bacino del Mediterraneo, una nuova strategia di sfruttamento di spazi particolari, quali i reticoli di fessure in prossimità dei formicai, è stata recentemente descritta. (ZETTO BRANDMAYR e PIZZOLOTTO, 1995; ZETTO BRANDMAYR *et al.*, 1996)

Normalmente anche le larve condividono gli ambienti degli adulti; leggiamo in GRANDI (1951): ...«Le larve dei Carabidi sono, generalmente, insetti vagabondi ed hanno regimi dietetici, o poco diversi, o anche nettamente diversi, da quelli degli adulti.»...

A differenza di quanto si riscontra negli adulti, nelle larve sono maggiormente sensibili le variazioni rispetto alla morfologia tipica «campodeiforme», con urogonfi brevi, non articolati, normalmente descritta per questa famiglia.

Le diversificazioni morfologiche nei carabidi sono state spesso oggetto di tentativi di «classificazione» in forme di vita (*Lebensformen*), compiuti da diversi autori; ricordiamo brevemente THIELE (1977), che riassume anche ipotesi precedenti, attribuendo buona parte delle «macromorphological variations» osservabili a modi specializzati di nutrizione. Seguono poco dopo la classificazione molto complessa di SHAROVA (1981), infine quella eco-etologica molto semplificata, abbozzata da BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR (1980) per le fasce temperate dell'emisfero boreale, che viene ripresa in questa relazione.

Tenteremo quindi di delineare le diverse linee evolutive che hanno portato i Carabidi, tanto allo stato larvale che adulto, a sfruttare nuovi habitat o strati dell'ecosistema partendo dalla condizione primitiva più generale e di individuare le caratteristiche morfologiche in grado di creare modelli morfofunzionali perfettamente adattati alle nuove strutture dello spazio.

#### EVOLUZIONE DEL COMPORTAMENTO DI PREDAZIONE

Di pari passo con le modificazioni morfologiche, anche diversi moduli comportamentali possono evolversi e svilupparsi, che risultino particolarmente vantaggiosi tanto nei confronti della predazione o nella ricerca del cibo che del successo riproduttivo e che rendano nel complesso l'organismo particolarmente adatto al nuovo ambiente.

Delineeremo in questa fase l'evoluzione di particolari comporta-

menti di predazione o di ricerca del cibo, e di alcuni moduli comportamentali piuttosto complessi ad essi connessi, che appaiono altamente vantaggiosi per la sopravvivenza.

È già noto in letteratura che i Carabidi presentano tre principali strategie di ricerca e cattura della preda (o del cibo più genericamente) (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1980, cit.) e precisamente i più primitivi predatori «olfattivi-tattili» dai quali derivano tanto i «predatori ottici» quanto gli «spermofagi», divoratori di semi.

#### PREDATORI «OLFATTIVI-TATTILI»

Sono i più frequenti nella famiglia, con un numero di ommatidi relativamente basso, attività principalmente notturna. Possono avere prede molto generalizzate, ma da essi possono anche evolvere diverse strategie alimentari, con comportamenti di predazione molto specializzati.

1. il «gigantismo», tipico del genere *Procerus*, consistente in un incremento delle dimensioni del corpo, come una probabile risposta adattativa a prede di grandi dimensioni, ad esempio le chiocchie del genere *Helix*. Anche la larva, che condivide le grandi dimensioni dell'adulto, è specializzata nella predazione di questi Gasteropodi (STURANI, 1962), tanto da aver elaborato nei tre stadi un comportamento di mimetizzazione particolare dato da una sequenza di coordinazioni motorie molto caratteristica, stereotipata e ripetibile indefinitamente, in alcune sue sezioni, anche in condizioni sperimentali (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1975), senza che la sequenza dei «fixed motor patterns» ne venga alterata. Tale sequenza predatoria è stata denominata «trapdoor camouflage» e potrebbe essere la specializzazione verso la cattura della preda del comportamento di scavo delle cellette larvali e pupali osservato anche in *Carabus*, che appare altamente stereotipato in quanto permette talora alla larva di riscavare totalmente una nuova celletta, se distrutta, ma non di ripararla (fig.1);
2. la «cicrizzazione», tipica dei Cychrini, ma diffusa anche nei *Carabus*, consistente nell'assottigliamento ed allungamento della parte anteriore del corpo, connessa con l'elicofagia;
3. la «macrocefalia», come crescita allometrica delle proporzioni del capo e delle mandibole; spesso si ritrova assortita al gigantismo (*Carabus irregularis*, *Scarites*, *Anthia*). Questi carabidi possono attaccare grosse prede frantumando gusci o tegumenti;

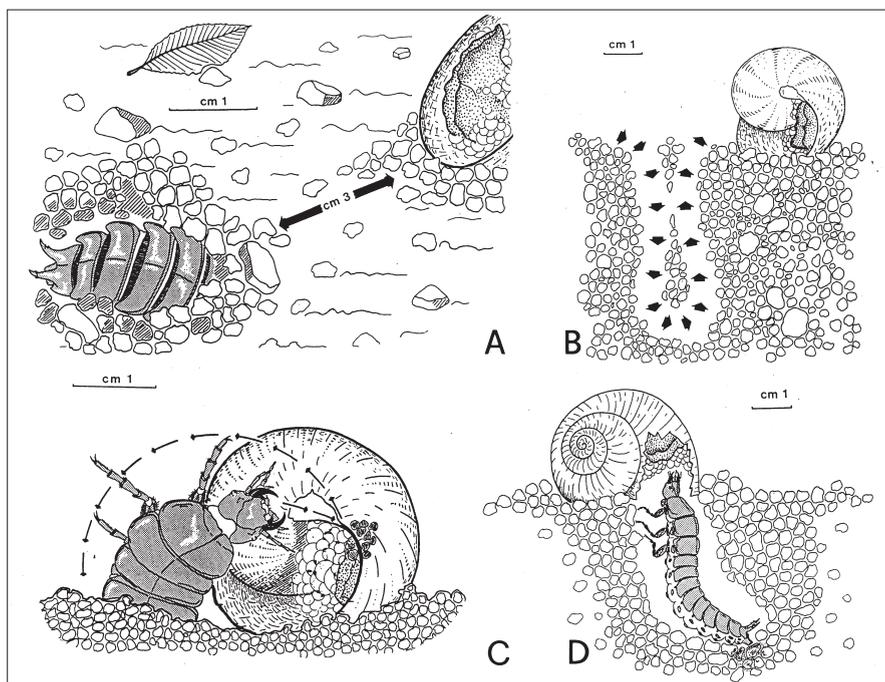


Fig. 1

Fasi principali della sequenza di «trapdoor camouflage» nella larva al terzo stadio di *Procerus gigas* Creutz. A- La larva inizia lo scavo di una galleria subverticale a poca distanza dal guscio della chiocciola da poco immobilizzata. B- Percorso approssimativo sotterraneo della larva, che afferra l'orlo del peristoma mediante un inarcamento all'indietro e successiva ritirata nel cunicolo. C- Riemersione della stessa, che afferra l'orlo del peristoma mediante un inarcamento all'indietro e successiva ritirata nel cunicolo. D- Posizione della larva durante l'atto consumatorio finale. (A- e C- sono tratte da diapositive disponibili nell'archivio degli autori.)

4. la «brachimandibolia» dei Licinini, che accompagnano le mandibole robuste e corte con un *labrum* mobile grazie ad un'articolazione membranosa con il clipeo, asimmetrico e con una profonda insenatura. La sequenza di predazione e la modalità di rottura del guscio della chiocciola sono state descritte per *Licinus italicus* (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1986);
5. la possibilità di selezionare dimensionalmente la preda, grazie ad un arricchimento del numero delle setole tattili sulle antenne e sul capo (Loricerini, *Leistus*);
6. la «caccia all'agguato» che si ritrova in alcuni carabidi sia adulti che larve. Questa strategia è spesso legata ad un'evoluzione verso la mirmecofagia, e all'utilizzo di microhabitat particolari, quali i formicai, nei quali il carabide trova non solo il cibo, ma anche condizioni microclimatiche favorevoli. Sono noti dalla letteratura i comportamenti di pre-

dazione su formiche da parte di larve di *Sphallomorpha colymbetoides* Westwood (MOORE, 1974) e *Graphipterus serrator* Forskål (PAARMANN *et al.*, 1986; ZETTO BRANDMAYR *et al.*, 1993, 1994), che hanno elaborato strategie di caccia convergenti verso quelle di larve di altri taxa anche lontani, ma altamente specializzati verso habitat particolari, come la forma cicindeloides o le mandibole con canale di suzione interno delle larve di Ditiscidi e di Myrmeleonidi, atte ad evitare dispersioni di cibo in ambienti rispettivamente acquatici o sabbiosi. Recentemente è stata osservata la tattica di «caccia all'agguato» anche in adulti di *Siagona europaea*, per i quali è stata accertata la mirmecofagia pressoché esclusiva. Essi vivono normalmente nelle fessure dei suoli argillosi, dalle quali «balzano fuori» al passaggio di una formica, ritraendosi rapidamente nelle stesse a marcia indietro dopo la cattura. L'analisi dell'ultrastruttura del corredo sensoriale ha evidenziato in questi carabidi un incremento dei sensori sia chimici che tattili, che permette di avere informazioni sul passaggio delle formiche ed anche probabilmente sulle dimensioni delle pattuglie. *Siagona europaea* infatti non è indenne dal rischio di attacchi da parte delle formiche, che riesce a rendere inoffensive solo dopo essersi in qualche modo «mimetizzata» da un punto di vista olfattivo (ZETTO BRANDMAYR *et al.* 1994, 1996, 1998a).

Questo tipo di carabidi possono senz'altro essere considerati la specializzazione più estrema del predatore olfattivo-tattile, con un uso dello spazio molto particolare, probabilmente evolutosi sotto la spinta di fattori climatici estremi, con crescente aridità ambientale, con lo sfruttamento di habitat già colonizzati da insetti con gregarismo o vita sociale da parte degli adulti, mentre le loro larve evolvono verso forme parassitoidi o simbiotici con vistosi cambiamenti morfologici e comportamentali (fisogastrici, ipermetamorfosi) (Anthiini, Lebiini, Graphipterini, Pseudomorphini, Ozaenini).

#### «PREDATORI OTTICI»

I carabidi con questo tipo di strategia di cattura della preda sono caratterizzati da un relativo incremento tanto nel numero che nelle dimensioni degli ommatidi (BAUER, 1981, 1985; BAUER e KREDLER, 1992); essi realizzano inoltre un'augmentata acuità visiva ed una visione almeno parzialmente binoculare in grado di fornire una più esatta stima delle distanze, visibile esternamente dagli occhi composti particolarmente voluminosi. Sia l'esplorazione dell'ambiente che la valutazione delle dimen-

sioni della preda sono realizzate per via visiva, ed ovviamente l'attività locomotoria diviene diurna. In taluni casi (*Notiophilus*) la selezione della preda è realizzata con un preciso calcolo della distanza ottimale e da caratteristici «fixed motor patterns» nell'ultima fase di attacco (BAUER e VÖLLENKLE, 1976). Anche taluni generi larvali condividono con gli adulti predatori ottici l'uso dello spazio, frequentando prevalentemente o esclusivamente la superficie del suolo per la cattura della preda. Queste sono larve del II tipo morfoecologico della Sharova, «surface runners» nel senso di Zetto Brandmayr, Giglio, Marano, Brandmayr (1998b), molto mobili, attive cacciatrici, con zampe lunghe, cerci lunghi, spesso articolati, con preda specializzata o no (*Nebria*, *Notiophilus*, *Leistus*, *Abax*, *Loricera*, alcuni *Pterostichus*, *Chlaenius*). Secondo Spence e Sutcliffe (1982) e Bauer (1979), le larve non condividono però con gli adulti la strategia di predatore ottico, elaborando piuttosto delicati e precisi meccanismi di cattura di prede anche specializzate basati soprattutto sulla sensibilità tangocettiva (*Nebria*, *Notiophilus*).

Alcuni di questi taxa sono pressoché caratteristici di suoli alluvionati limosi, privi di vegetazione e inondati; vale la pena a questo punto di paragonare le diverse caratteristiche generali delle forme che vivono in tali habitat, con elevato potere di dispersione degli adulti che sono macroterteri e larve, come detto, superficiali, con quelle delle forme che vivono su suoli montani, non soggetti al ristagno d'acqua. In queste forme gli adulti rivelano un uso dello spazio che non comporta più il volo, realizzato con forme brachittere, mentre nella larva si assiste alla verticalizzazione dei percorsi nel suolo: l'habitat larvale tende a spostarsi nelle fessure del suolo profondo, evitando la superficie (BRANDMAYR, 1991). Ne risulta una dislocazione dei piani di attività di larve e adulti nelle forme di montagna e nelle zone carsiche, che è conseguenza di una variazione comportamentale nella larva.

In un ambiente di superficie come quelli anzidetti, solitamente frequenti in paludi o presso corsi d'acqua, si possono quindi verificare addensamenti di individui momentanei o stagionali, o attorno a risorse alimentari transitorie, legate spesso alla formazione di particolari microambienti come le pozze d'acqua, o semplicemente perché, potendo utilizzare unicamente due dimensioni dello spazio, le popolazioni presentano un'elevata densità. Questa è dovuta anche al fatto che in zone umide si addensano carabidi a riproduzione primaverile, r-selezionati e con crescita rapida degli stadi preimmaginali. Nelle larve, che sono più a rischio degli adulti in quanto caratterizzate da un elevatissimo grado di cannibalismo, diverse strategie vengono adottate per impedire o rendere non pericoloso l'incontro con conspecifici.

È nota, ad esempio, per le larve di *Nebria* (SPENCE e SUTCLIFFE, 1982), la capacità di tenere e manipolare la preda esclusivamente con le parti boccali, molto rinforzate nelle loro morfologie caratteristiche, per garantire alle zampe una completa mobilità, così che la larva è perfettamente mobile anche durante il pasto.

Sono state da noi recentemente studiate (ZETTO BRANDMAYR, BONACCI, DE ROSE, GIGLIO, 1998) le larve di *Chlaenius velutinus* e *C. spoliatus*, comuni in ambienti umidi calabresi, come certe pozze periodiche che si formano lungo le rive del Crati (Tarsia), nei periodi tardo primaverili. Questi habitat temporanei sono in questo periodo pullulanti di larve acquatiche di ditteri o di altri insetti acquatici che costituiscono un *pabulum* abbondante per le larve di *Chlaenius*. Esse hanno un moto molto veloce sulla superficie del suolo con i cerci alzati perpendicolarmente. Questo atteggiamento, osservato sinora solo in larve di *Panagaeus* (LUFF, 1980) ci ha indotto a iniziare in laboratorio l'osservazione completa dei moduli comportamentali delle larve, soprattutto in riferimento al controllo dello spazio ed alla strategia di alimentazione. Nell'arena sperimentale si è potuto osservare che, quando due larve conspecifiche si incontrano, la posizione perpendicolare dei cerci viene modificata, ed essi vengono puntati in avanti grazie ad un forte inarcamento dell'addome, secondo un modulo comportamentale simile al «colpo di coda» dello scorpione. Con questo movimento le larve si toccano e, dopo qualche istante di intense vibrazioni dei cerci, si separano. Si è visto in laboratorio che una fonte sufficientemente grande di cibo può essere anche condivisa, ma che durante il pasto le due larve continuano di tanto in tanto ad intrecciare i cerci come due fioretti in un duello (fig.2). È stata ipotizzata per questo strano comportamento la funzione di «riconoscimento del conspecifico», in grado di deprimere fortemente le reazioni cannibalistiche.

#### SPERMOFAGI

Le forme spermofaghe si ritrovano soprattutto negli Harpalini, ma anche negli Amarini e Zabirini, con qualche passaggio intermedio attraverso i Pterostichini. Questa strategia alimentare può arrivare anche alla spermofagia esclusiva, come nei generi *Ophonus* (BRANDMAYR ZETTO e BRANDMAYR, 1975) e *Carterus* (BRANDMAYR e BRANDMAYR ZETTO, 1974). Il comportamento di ricerca del cibo è in questi casi piuttosto complesso: gli animali compiono migrazioni verticali nella fascia sovrastante la superficie del suolo, risalendo fusti e steli di piante

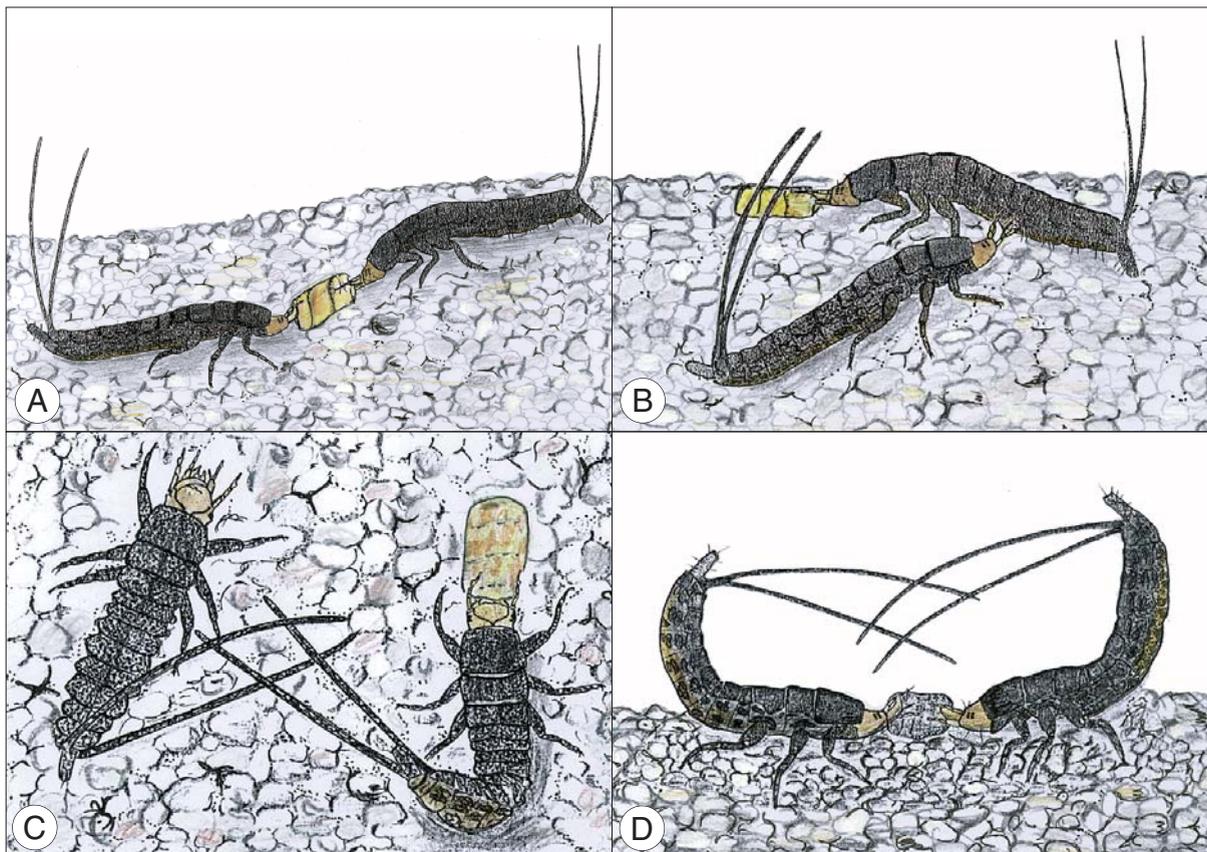


Fig. 2

Comportamento di interazione tra conspecifici in larve di *Cblaenius spoliatus* al terzo stadio.

A- Un individuo si avvicina ad una larva in fase di consumazione del cibo. I cerci sono tenuti perpendicolari. B- Si stabilisce il contatto fisico tra i due individui. C- Scatta il meccanismo del «colpo di coda dello scorpione», mediante forte inarcamento di quasi tutti i segmenti addominali. D- In assenza di contatto le larve continuano a condividere il cibo, roteando i cerci ad addome inarcato e incrociandoli in una sorta di duello orgniqualvolta il contatto fisico viene ripristinato.

nutrici, prevalentemente ombrellifere, per raggiungerne le infiorescenze. Si consolidano meccanismi di raccolta e preparazione del cibo altamente specializzati, come il trasporto di ombrelle secondarie o la manipolazione dei semi, atti ad ottimizzare le risorse trofiche. Date le caratteristiche morfologiche ed etologiche di questa linea evolutiva, lo spazio, concepito come insieme di diversi strati nel suolo deputati alla caccia o al temporaneo rifugio, sotto la pressione di altri fattori, quali per esempio cambiamenti climatici che portano a progressivi inaridimenti, può venir utilizzato dai carabidi per altri fini. Grazie alla natura stessa del cibo, consistente in semi notoriamente poco o per nulla deperibili, può avvenire l'ammassamento degli stessi con costituzione di riserve trofiche sempre disponibili. Le gallerie scavate nel suolo tanto da adulti (*Carturus*) che da larve (*Ophonus*), acquistano quindi la funzione di «magazzino», talvolta con una complessa organizzazione strutturale. Il cammino verso questa linea evolutiva, che vede gli strati inferiori del terreno come rifugio stabile per interi periodi di vita, porta alla costruzione di nidi pedotrofici nei Ditomini, in cui ancora una volta si riconoscono nettamente modificazioni morfologiche (larve cirtosomatiche, fisogastre, inette) e comportamentali (presocialità negli adulti, che in varia maniera contribuiscono allo scavo ed al foraggiamento del cibo).

#### EVOLUZIONE DEL COMPORTAMENTO RIPRODUTTIVO

Proprio nella «life-form» dei Carabidi spermofagi l'evoluzione del comportamento di ricerca del cibo si interseca con la linea evolutiva delle strategie riproduttive. Questa infatti parte dal livello iniziale di «Brutvorsorge», considerata come l'insieme delle cure rivolte alla prole prima della schiusa dell'uovo; essa presenta due strategie: la semplice deposizione dell'uovo in celletta scavata nel suolo e nella più complessa elaborazione di capsule ovigere. Il successivo livello è lo stadio di «Brutfürsorge», che prevede la «veglia» della madre sulle uova fino alla schiusa in cellette simili a quelle di ibernazione o estivazione, senza però particolari azioni dirette sulla prole (BRANDMAYR e ZETTO BRANDMAYR, 1979).

L'ulteriore evoluzione di questa strategia va verso il «nido pedotrofico» dei Ditomini, in cui si raggiunge il culmine della complessità delle azioni rivolte alla cura della prole riscontrabili in carabidi, con eventi di cooperazione tra i genitori ed interrelazioni con la prole. Per tali caratteristiche, il comportamento riproduttivo dei Ditomini può legittimamente essere iscritto tra quelli genericamente definiti come «presociali».

## CONCLUSIONI

È interessante raccordarsi ora con quanto già noto in materia di evoluzione dei Coleotteri Geoadefagi. La maggior parte degli Autori concorda sul fatto che i carabidi ancestrali si siano evoluti in epoche molto antiche, presumibilmente il Permiano e periodi immediatamente successivi, in ambienti ripari o comunque umidi. Valga per tutti lo schema ormai classico di ERWIN (1979), che considera punto di partenza i «waterside generalists» (chiosati come «high vagile dispersants») delle zone umide di latitudini equatoriali. Da qui si sarebbero originati i «taxon pulses» verso le medie latitudini (climate specialists), con le loro branche verso le montagne e le steppe, mentre in loco si sarebbero specializzati soprattutto gli specialisti arboricoli («canopy superspecialists») e del suolo forestale tropicale. Abbiamo tentato, a conclusione di questa disamina del comportamento e dei suoi principali correlati morfologici, sintetizzati nelle tre «Lebensformen» principali, olfattivo-tattile, di predatore visivo (ottico) e di foraggiatore di semi o spermofago, di indagare se anche per queste forme sia possibile individuare un habitat originario, nel quale sia possibile ipotizzare un punto di partenza. Allo scopo si sono attribuite le oltre 300 specie campionate fra il 1971 ed il 1982 in comunità dell'Italia Nordorientale ad una precisa forma biologica, riportando poi i dati ottenuti nella tabella sottostante (tab. 1). Le comunità sono in gran parte pubblicate in diversi lavori, (BRANDMAYR e BRUNELLO ZANITTI, 1982; BRANDMAYR *et al.*, 1988) restano tuttora inedite quelle del bacino dell'Isonzo, che racchiudono dati su oltre 100 specie campionate fra il 1973 ed il 1974 in circa 15 stazioni del Friuli. La tab.1 evidenzia come i predatori olfattivo-tattili siano in larga maggioranza prevalenti in foreste, anche in quelle ripariali, mentre gli spermofagi si addensano in pascoli e formazioni aperte del tipo più diverso, sia nell'ambito (ecotopo) fluviale che in collina e montagna. Proprio le rive dei fiumi mostrano la massima varietà di habitat e di forme biologiche a stretto contatto fra loro. Campionando infatti i diversi habitat di un alveo (ecotopo) fluviale, troviamo una grande varietà di ambienti, dal saliceto ombroso ed umido, dove prevalgono forme olfattivo-tattili, alle rive limose o siltose, dove si addensano cicindele ed altri predatori visivi più o meno specializzati (da noi distinti in OT ed OTi), che ricercano le loro prede utilizzando almeno in parte il corredo ottico (generi *Elaphrus*, *Asaphidion*, *Bembidion* dei sottogeneri *Odontium* ed affini, tutti segnalati per la loro spiccata attività diurna). Invece nei prati umidi e sui greti asciutti troviamo percentuali elevate di carabidi spermofagi, specialmente *Amara* e *Harpalus*, a

*Tabella 1* – Distribuzione delle forme biologiche dei Coleotteri Carabidi in alcune comunità dell'Italia Nordorientale. OLa: forma olfattivo-tattile con rudimentazione degli occhi; OL: forma olfattivo tattile con sviluppo normale del corredo visivo; OTi: predatore ottico «incipiente», solo parzialmente dipendente dal corredo visivo; OT: predatore ottico specializzato; SP: carabide spermofago totalmente o in parte.

Habitat o insieme di h.	OLa	OL	OTi	OT	SP	Tot. specie
Bioma alpino del bacino del Prescudin (Alpi Carniche, 5 stazioni)	2 - 10	15 - 71			4 - 19	<b>21</b>
Prescudin, valori totali del bacino incluse le foreste (21 stazioni)	2 - 4	41 - 76		3 - 5	8 - 15	<b>54</b>
Foreste del Fagion in Slovenia, incl. Abieti-fageteti (11 stazioni)	6 - 8	61 - 84		3 - 4	3 - 4	<b>73</b>
Quercio-Carpineti del basso Friuli, 3 stazioni		22 - 76	2 - 7	2 - 7	3 - 10	<b>29</b>
ISONZO, saliceti ripari di 5 stazioni		22 - 79		2 - 7	4 - 14	<b>28</b>
ISONZO, rive ghiaiose presso al corso d'acqua, 8 stazioni		25 - 86	2 - 7	1 - 3,5	1 - 3,5	<b>29</b>
ISONZO, rive limose o di sabbia fine, acque lente 3 stazioni		7 - 44	8 - 50	1 - 6		<b>16</b>
ISONZO, prati e radure mesofile, greti aridi 6 stazioni		11 - 30	2 - 5		24 - 65	<b>37</b>
ISONZO, tutte le stazioni del bacino campionate		63 - 61	9 - 9	4 - 4	27 - 26	<b>103</b>
Pascoli magri dell'alto Friuli, «magredi» 7 stazioni		37 - 53	3 - 4	2 - 3	28 - 40	<b>70</b>
Pascolo carsico montano dell'Istria (Carici-Centaureetum, 1 stazione)		26 - 51	1 - 2	2 - 4	22 - 43	<b>51</b>

testimonianza che proprio l'ecotopo ripariale, con la sua stretta contiguità fra habitat così profondamente diversi ed evidentemente anche selettivi per i carabidi, potrebbe essere stata la sede primaria del differenziamento evolutivo di queste forme biologiche. L'ambiente fluviale e ripario in genere potrebbe essere stato il crogiolo dove forze evolutive

sempre operanti, come la competizione fra specie molto affini, potrebbero aver generato le prime divergenze fra taxa predanti al buio, alla luce su suoli sgomberati da vegetazione o foraggianti sulle erbe.

In conclusione, riteniamo che l'origine di questa radiazione adattativa sia probabilmente legata al tipo di habitat. I predatori olfattivi-tattili, altamente euritopi, hanno picchi di attività in ambienti forestali o ipogei; i predatori ottici probabilmente si diffondono in un'ampia varietà di ambienti più luminosi o negli strati di superficie; gli spermofagi sono il risultato di pressioni selettive che agiscono nei biomi erbacei, come steppe, praterie e radure. In tutte e tre le linee evolutive livelli molto elevati di correlazione tra morfologia, comportamento ed uso dello spazio possono essere raggiunti per una più elevata possibilità di sopravvivenza.

## RIASSUNTO

I Carabidi, rispetto ad una generica condizione di abitatori del suolo nel senso di «epigei», evolvono un diverso «uso dello spazio» che è strettamente connesso all'elaborazione di diverse strategie di predazione ed anche di riproduzione. In questo lavoro vengono ricapitolate le principali strategie già note dalla letteratura, individuando le correlazioni morfofunzionali che le hanno favorite. Vengono prese in considerazione tanto le forme adulte che larvali, che rispetto ai primi presentano modificazioni morfologiche più sensibili. Nel quadro generale che si delinea, delle tre principali linee evolutive dei predatori olfattivo tattili, ottici e spermofagi, vengono inserite nuove particolari strategie di predazione, quale la mirmecofagia di *Siagona europaea*, che si realizza attraverso un comportamento molto complesso altamente correlato all'uso dello spazio e il meccanismo di riconoscimento intraspecifico delle larve di *Chlaenius spoliatus* e *velutinus*.

## SUMMARY

### THE RELATIONSHIP BETWEEN EVOLUTION OF BEHAVIOUR AND USE OF THE SPACE IN CARABID BEETLES

The three main life forms of Carabid beetles: «olfactory-tactile» predators, «optical» predators and «spermophagous» have been investigated in views of their capability of occupying different spatial confinements. An extreme case of olfactory -tactile strategy may be linked to the capability of ambushing the prey by using burrows or clefts as a means of concealment. This method is applied by both imaginal and larval carabids and requires extreme morphological transformations as a pronounced flattening of the body of adults (*Siagona europaea*) or Cicindelinae features in larvae (*Sphallomorpha* and *Graphipterus*). Nevertheless, sensorial structures are strongly reinforced by long-distance olfactory sensors and above all by mechanoreceptors that are able of perceiving, registering and discriminating each vibratory stimulus.

A quite unusual behavior displayed by *Chlaenius* larvae is the crossing over of their cerci in the form a foil-duelling encounter. In our opinion, this phenomenon may be interpreted as an intraspecific signal to avoid injurious attacks among conspecific larvae.

Moreover there also appears to be a tight connection between development of the different life forms and different climatic and habitat conditions that may play a major role in the use of space by carabids.

BIBLIOGRAFIA

- BAUER TH., 1981 – *Prey capture and structure of the visual space of an insect that hunts by sight on the litter layer (Notiophilus biguttatus F., Carabidae, Coleoptera)*. – Behav. Ecol.Socio-biol., 8:91-97.
- BAUER TH., 1985 – *Different adaptation to visual hunting in three ground beetle species of the same genus*. – J.Insect Physiol., 31(8): 593-601.
- BAUER TH., KREDLER M., 1992 – *Morphology of the compound eyes as an indicator of life-style in carabid beetles*. – Can. J. Zool., 71: 799-810.
- BAUER TH., VÖLLENKLE W., 1976 – *Hochfrequente Filmaufnahmen als Hilfsmittel bei der Analyse von Angriffs- und Fluchtverhalten in einer Räuber-Beute-Beziehung unter bodentiere (Collembolenfang visuell jagender Carabiden)*. – Wiss. Film (Wien) 17:4-11.
- BRANDMAYR P., 1991 – *The reduction of metathoracic alae and of dispersal power of carabid beetles along the evolutionary pathway into the mountains*. In: Lanzavecchia e Valvassori eds., Form and fuction in zoology. Selected Symposia and Monographs U.Z.I., 5, Mucchi, Modena: 363-378.
- BRANDMAYR P., BRANDMAYR ZETTO T., 1974 – *Sulle cure parentali e su altri aspetti della biologia di Carterus (Sabienus) calydonius Rossi, con alcune considerazioni sui fenomeni di cura della prole sino ad oggi riscontrati in Carabidi (Coleoptera, Carabidae)*. – Redia, 55: 143-175.
- BRANDMAYR P., BRUNELLO ZANITTI C., 1982 – *Le comunità a Coleotteri Carabidi di alcuni querco-carpineti della bassa pianura del Friuli*. – Quad. C.N.R. Str. Zool.terr., 4:69-124.
- BRANDMAYR P., PIZZOLOTTO R., 1988 – *Indicatori «storici» ed ecologici nella coleotterofauna terricola delle foreste dell'Appennino*. – Atti XV Congr. Naz. Ital. Ent., L'Aquila: 589-608.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1979 – *The evolution of parental care phenomena in Pterostichine ground beetles, with special reference to the genera Abax and Molops (Coleoptera, Carabidae)*. – Misc. Pap. Landbouwhoges., Wageningen, 18:35-49.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1980 – *«Life forms» in imaginal Carabidae (Coleoptera): a morphofunctional and behavioural synthesis*. – Monitore Zool. Ital. (N.S.) 14:97-99.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1983 – *Preying behaviour and «trapdoor camouflage» of the larvae of Carabus (Procerus) gigas Creutz. (Coleoptera, Carabidae)*. – Monitore Zool. Ital. (N.S.), 18:161-162.
- BRANDMAYR P., ZETTO BRANDMAYR T., 1986 – *Food and feeding behaviour of some Licinus species (Coleoptera, Carabidae, Licinini)*. – Monitore Zool. Ital. (N.S.), 20:171-181.
- BRANDMAYR ZETTO T., BRANDMAYR P., 1975 – *Biologia di Ophonus puncticeps Steph. Cenni sulla fitofagia delle larve e loro etologia (Coleoptera, Carabidae)*. – Ann. Fac. Sc. agr. Univ. Torino, 9: 421-430.
- ERWIN T.L., 1979 – *Thoughts on evolutionary history of Ground Beetles: Hypothesis generated from comparative Faunal Analyses of Lowland Forest Sites in Temperate and tropical Regions*. In: Erwin et al. eds. Carabid beetles – their evolution, natural history and classification. Junk, The Hague: 593-592.
- EVANS, M.E.G., 1990 – *Habits and habitats: do carabid locomotor adaptations reflect habitats or life-styles?* In: N.E. Stork (ed), The role of ground beetles in ecological and environmental studies. – Intercept, Andover: 293-303.
- EVANS, M.E.G., 1994 – *The carabid body plan: a functional interpretation*. In: Desender et al. (eds), Carabid Beetles: Ecology and Evolution, Kluwer Academic Press:25-31.
- FORSYTHE T.G., 1987 – *The relationship between body form and habit in some Carabidae (Coleoptera)*. – Journal of Zoology (London), 223:223-263.
- GRANDI G., 1951 – *Introduzione allo studio dell'entomologia*. Vol.I e II. Edagricole, Bologna
- LUFF M.L., 1980 – *The larvae of the British Carabidae (Coleoptera) VI. Licinini. Panageini, Chlaeniini and Oodini*. – Entomologist's Gazette, 31:177-194.
- MOORE B.P., 1974 – *The larval habits of two species of Sphallomorpha Westwood (Coleoptera, Carabidae, Pseudomorphinae)*. – J. Aust. Ent. Soc., 13: 179-183.
- PAARMANN W., ERBELING L., SPINNLER K., 1986 – *Ant and ant brood preying larvae: an adaptation of carabid beetles to arid environments*. In: Den Boer et al. (eds) Carabid Beetles. Stuttgart, New York: Gustav Fisher: 79-90.

- SHAROVA I.K., 1981 – *Life forms of carabids (Coleoptera, Carabidae)*. Nauka, Mosca (In russo)
- SPENCE J.R., SUTCLIFFE J.F., 1982 – *Structure and fuction of feeding in larvae of Nebria (Coleoptera, Carabidae)*. – Canadian Journal of Zoology, 60 (10): 2382-2394.
- STURANI M., 1962 – *Osservazioni e ricerche biologiche sul genere Carabus Lin. (s.l.)*. – Mem. Soc. Ent.It.. XLI: 85-202.
- THIELE H.U., 1977 – *Carabid beetles in their environments*. Springer Verlag, New York
- ZETTO BRANDMAYR T., BONACCI T., DE ROSE E., GIGLIO A. 1998- *Ultrastruttura del corredo sensoriale in larve del genere Chlaenius Bonelli e correlazioni morfofunzionali con il comportamento larvale (Coleoptera, Carabidae)*. – Atti XVIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Maratea, 21-26 giugno 1998. Atti Acad.Naz. It. Entomol, suppl.:97.
- ZETTO BRANDMAYR T., BRANDMAYR P., MARANO I., PAARMANN W., 1993 – *The larva of Graphipterus serrator (Forskål 1775) (Coleoptera Carabidae Graphipterini): description and functional morphology*. – Tropical Zoology, 6: 299-312.
- ZETTO BRANDMAYR T., DE ROSE E., GIGLIO A., 1996 – *Strategie alimentari e riproduttive in Siagona europaea Dejean (Coleoptera, Carabidae)*. – Atti 17° Convegno S.I.E., S.Miniato 3-5/5/96:109.
- ZETTO BRANDMAYR T., GIGLIO A., DE ROSE E., 1998a – *Feeding behaviour and food preference of Siagona europaea Dejean, a myrmecophilous carabid beetle (Coleoptera, Carabidae)*. – Ins. Soc. Life 2:203-207.
- ZETTO BRANDMAYR T., GIGLIO A., MARANO I., BRANDMAYR P., 1998b – *Morphofunctional and ecological features in Carabid larvae: a contribution to distinguish between affinity and convergence*. – In: Ball et al. (eds.) Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera: Adepaha). Mus. Reg. Sci. Nat. Torino: 449-490.
- ZETTO BRANDMAYR T., MARANO I., PAARMANN W., 1994 – *Hypotheses concerning the preying behaviour of the larvae of Graphipterus serrator Forskål, a myrmecophilous carabid beetle. (Coleoptera, Carabidae)* – Ecology, ethology and evolution, Special Issue 3: 119-124. (Atti del 5° Convegno AISASP, Camigliatello (Sila),11-13/6/92).
- ZETTO BRANDMAYR T., PIZZOLOTTO R., 1994 – *Siagona europea Dejean: first results from field collecting, life cycle and the evidence of a possible myrmecophilous diet. (Coleoptera, Carabidae, Siagonini)*. – The Entomologist, 113 (2):120-125.

FABIO CASSOLA (\*)

LE CICINDELE COME INDICATORI BIOLOGICI  
(COLEOPTERA: CICINDELIDAE)  
(Studi sui Cicindelidi. C)

Le Cicindele (Coleoptera, Cicindelidae) costituiscono una ben nota famiglia di Adefagi predatori, che comprende all'incirca 2300 specie sparse in tutte le regioni del mondo, ad eccezione in pratica solo del continente antartico, delle regioni settentrionali al di sopra del 70° di latitudine Nord (LINDROTH, 1992), della Tasmania, e di alcuni remoti gruppi insulari oceanici come le Hawaii, le Canarie e le Maldive. Diffuse prevalentemente al livello del mare o a basse e medie altitudini, possono tuttavia arrivare con alcune specie, ad esempio sulla catena andina, fin quasi ai 4000 m s.l.m.. La maggiore diversità si riscontra naturalmente nei paesi tropicali, dove il numero di km<sup>2</sup> per specie (rapporto area/numero di specie) può essere inferiore ai 3000 km soltanto (in qualche caso anche meno), mentre man mano che aumenta la latitudine diminuisce progressivamente il numero delle specie, aumenta il rapporto km<sup>2</sup>/specie e si allarga quindi l'areale geografico di ciascuna di esse (PEARSON & CASSOLA, 1992; CASSOLA & PEARSON, 1999). L'elemento limitante in senso latitudinale sembra essere in effetti costituito dall'isoterma che segna il limite del *permafrost* superficiale, il quale ovviamente impedisce l'insediamento e la sopravvivenza degli stadi larvali.

Diverse caratteristiche biologiche (PEARSON, 1988) fanno del gruppo un *taxon* particolarmente indicato e interessante per lo studio dell'integrità dei vari ambienti e del degrado di origine antropica riscontrabile in ciascuno di essi. In quanto piccoli ma feroci predatori («*insectorum tigrides veloces*», le chiamava non a caso Linneo), le Cicindele si situano infatti, innanzitutto, al vertice delle catene alimentari delle biocenosi a microinvertebrati proprie dei loro ambienti, ed inoltre, in quanto ele-

---

(\*) Via F. Tomassucci 12/20, I-00144 Roma. E-mail: [fabiocassola@skynet.it](mailto:fabiocassola@skynet.it).  
Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

menti più o meno strettamente stenoeci, sensibilissimi alle minime variazioni delle condizioni ambientali e al primo manifestarsi di fattori inquinanti (in qualche modo le Cicindele si potrebbero definire addirittura come nettamente «antropofobe»), esse registrano il complessivo stato di salute dell' *habitat*: dimodoché, come la vista di un grande rapace che sorvola il territorio è *a priori* un sicuro indice della sostanziale integrità dell'ambiente e delle biocenosi che lo compongono, così la presenza di una numerosa «stazione» di Cicindele testimonia e garantisce il buono stato di conservazione del biotopo.

Lo stretto infeudamento ad un particolare *habitat* (rive sabbiose marine o fluviali, foci di fiume, laghi salati, ambienti di duna, ma anche, per alcuni generi tropicali, il fogliame degli strati inferiori ed i tronchi degli alberi) che caratterizza la maggior parte delle specie, se da un lato le individua, come sopra detto, come buoni e affidabili bioindicatori di qualità ambientale, dall'altro ne fa degli elementi particolarmente soggetti ad ogni minima variazione, incapaci di adattarsi a mutate condizioni, e quindi in qualche caso più o meno fortemente minacciati nella loro stessa sopravvivenza a causa dell'azione dell'uomo sul territorio. Il fattore maggiormente limitante sembra ancora una volta costituito dalle esigenze ambientali degli stadi larvali (PEARSON & KNISLEY, 1985; KNISLEY & JULIANO, 1988), che in ragione della loro particolare biologia – le larve scavano, come è noto, piccole gallerie verticali nel suolo, alla sommità delle quali attendono pazienti l'eventuale passaggio di piccole prede – sono ristretti di solito in aree ancor più limitate rispetto a quelle poi occupate dagli adulti in attività, spesso non più ampie di qualche diecina di metri quadrati soltanto, dimodoché l'eventuale passaggio, ad esempio, di una ruspa in azione può in pochi minuti spazzare via per sempre un'intera popolazione (CASSOLA, 1974).

Specialmente in regioni temperate e fortemente antropizzate, sono già state segnalate così specie in preoccupante diminuzione, in grave pericolo di estinzione o addirittura localmente estinte a causa della costruzione di dighe artificiali (CUTLER, 1970; BEER, 1971; BENTZIEN, 1979; SHOOK, 1979 e 1981; USDI, 1980; SCHULTZ, 1988), di canalizzazioni, costruzioni o scavi in alveo (CASSOLA, 1974; HOLESKI & GRAVES, 1978; SHOOK, 1979 e 1981; SPOMER & HIGLEY, 1993; KRITSKY *et al.*, 1996), di riversamenti di petrolio (WILSON, 1970), del passaggio di mezzi fuoristrada e *dune-buggies* (GLASER, 1977; SCHULTZ, 1988; SHOOK & CLARK, 1988), del calpestio eccessivo da parte di mandrie erbivore domestiche (BAUER, 1991; RIVERS-MOORE & SAMWAYS, 1996), del cambio d'origine antropica della copertura o della successione vegetali (WILLIS, 1967; CHOATE, 1984; SCHULTZ, 1989; KNISLEY & HILL, 1992), dell'uso intenzionale di insetticidi a scopo di controllo biologico (FRICK 1957), dell'espansione delle aree urbanizzate

(FREITAG *et al.*, 1993), o dell'eccessivo affollamento umano per ragioni di svago, insediamenti abitativi o balneazione (RIVALIER, 1962; WILSON, 1970; STAMATOV, 1972; NAGANO, 1982; KNISLEY *et al.*, 1987, USDI, 1990 e 1995, KNISLEY & HILL, 1992). Negli USA alcune specie già figurano ormai tra gli elementi faunistici minacciati, e ufficialmente da proteggere come tali (TANNER, 1988), indicati nella *U.S. Endangered Species List* o candidati a tale posizione (USDI 1980, 1990, 1995).

«Man has no doubt had a great effect on the distribution and abundance of cicindelids. By altering or destroying habitats – ha scritto ad esempio WILLIS (1967) a proposito di alcune specie americane infeudate a ristretti *habitat* salini (costituenti di solito altrettanti isolati geografici circondati da ambienti non praticabili per questi insetti) – such as cutting forests or plowing prairies, he has restricted the distribution of some species and made it possible for others to expand... On the other hand, increased use of insecticides, housing developments, polluted waterways, and the damming of rivers has undoubtedly adversely affected some species». Anche in Italia, paese quant'altri mai ricco di ambienti naturali diversi ma povero di cultura e sensibilità ecologiche, molte specie, soprattutto quelle delle spiagge marine e delle rive fluviali, sono certamente in forte e rapido regresso («population crash») e in numerosi casi si sono già localmente estinte, scomparendo del tutto da intere regioni (CASSOLA, 1992). La mia esperienza personale – ho cominciato a interessarmi di Cicindele fin dal 1957 – mi conferma che in una quantità di località dove in gioventù riscontravo costantemente la presenza di belle e abbondanti stazioni di alcune specie, invano oggi potremmo ricercarle, giacché il paesaggio è totalmente mutato a causa di invadenti insediamenti abitativi e vacanzieri, di massicce escavazioni e «sistemazioni» di greti e aste fluviali, dell'uso eccessivo e consumistico delle spiagge e delle rive, o di altri fattori pure d'origine antropica (CENCINI & VARANI, 1989). Un caso particolare è ad esempio quello dell'unica stazione continentale di *Cassolaia maura* (Linné) ssp. *cupreothoracica* Korell & Cassola, 1987, specie ibero-maghrebina presente altrimenti in Italia solo in alcune località della Sicilia, che era ubicata all'estremità della penisola calabra nei pressi di Saline di Reggio Calabria (CASSOLA, 1964) ma che è oggi da tempo scomparsa a causa della distruzione radicale del biotopo causata dalla costruzione su di esso di uno stabilimento industriale. Altro caso sfortunato è quello di *Lophyridia lunulata* (Fabricius, 1781), specie nordafricana legata agli ambienti degli *chotts*, la cui unica stazione italiana ed europea, nell'Isola di Lampedusa (KORELL & CASSOLA, 1987), sembra esser stata purtroppo distrutta dalla costruzione di un campo di calcio e non ha più avuto conferme dopo il 1975 (VIGNA TAGLIANTI, 1995).

Già si pone lodevolmente mano, in alcuni paesi europei, alla compilazione di «Liste Rosse», sull'esempio di quelle già note per le piante e gli animali superiori, che cominciano cioè a collocare nelle varie categorie di rischio anche gli elementi della fauna cicindel- e carabidologica. Così per la Germania sono state ad esempio segnalate come minacciate o localmente estinte le specie *Cicindela sylvatica* Linné, 1758, *Cylindera* (*Cylindera*) *germanica* (Linné, 1758), e *Cylindera* (*Eugrapha*) *arenaria* (Fuesslin, 1775) (TRAUTNER, 1992 e 1996; TRAUTNER & DETZEL, 1994; SCHÜLE *et al.*, 1997; TRAUTNER *et al.*, 1997), mentre BRAUNERT (1996) ha indicato *C. (C.) germanica* come già estinta in Lussemburgo. Specie con scarse o basse capacità di dispersione, come sono in genere tutte le Cicindele per la loro spiccata stenoecia e stenotopia, possono risultare particolarmente danneggiate dagli effetti della frammentazione delle popolazioni e degli areali (TURIN & DEN BOER, 1988): tanto è vero che DESENDER & TURIN (1989) hanno potuto documentare che per una quantità di specie di Carabidi l'attuale impoverimento delle faune ha raggiunto in Europa Occidentale proporzioni a volta drammatiche, con almeno 118 specie (ivi comprese appunto le già citate *C. sylvatica* e *C. germanica*) considerate ormai come «minacciate» o «seriamente minacciate» a causa della perdita di *habitat*, soprattutto in ambienti erbosi, prativi e steppici e nelle brughiere. Da noi, per contro, sono stati rilevati invece l'estinzione e il decremento soprattutto di elementi appartenenti alla carabidofauna igrofila, come effetto della riduzione e della manomissione degli ambienti umidi ripariali e dei greti limo-argillosi un tempo presenti perfino all'interno della città di Roma (VIGNA TAGLIANTI & BONAVITA, 1997).

Su un piano più generale, comunque, le Cicindele si sono dimostrate costituire un gruppo in qualche modo ideale al fine di determinare i diversi *patterns* regionali di biodiversità e ricchezza di specie, cioè, appunto, come un appropriato *taxon* indicatore per studi di biodiversità e conservazione (PEARSON & CASSOLA, 1992; CARROLL & PEARSON, 1998; PEARSON & CARROLL, 1998a, b), in particolare sia per lavori di inventario faunistico che per studi di monitoraggio del degrado ambientale, anche e soprattutto in aree tropicali (PEARSON, 1980 e 1992; CLARK & SAMWAYS, 1994; RODRIGUEZ *et al.*, 1998). Si tratta infatti di un gruppo: (1) la cui tassonomia è ormai ben nota e stabilizzata (anche se dissensi permangono ancora circa lo *status* di famiglia che occorre riconoscerli o meno, oppure circa l'ancor da qualche parte contestato *splitting* in molteplici generi diversi dell'unico vecchio genere *Cicindela* Linné s. auct.); (2) la cui biologia e storia naturale sono nell'insieme ben conosciute e comprese; (3) che è distribuito in quasi tutte le regioni del mondo in un ampio spettro di tipi diversi di *habitat*; (4) in cui ciascuna specie tende per converso ad

essere specifica di un ben determinato tipo di ambiente, dimostrandosi spesso capace di conservare popolazioni vitali anche in piccoli frammenti relitti di *habitat* naturale non disturbato; (5) i cui *patterns* di biodiversità mostrano significative correlazioni con quelli di altri gruppi vertebrati o invertebrati; e infine (6) che comprende specie facilmente riconoscibili come appartenenti al gruppo, la cui presenza/assenza da un determinato biotopo è di solito immediatamente accertabile, e i cui individui possono essere con facilità osservati e manipolati sul campo (PEARSON & CASSOLA, 1992; PEARSON, 1994).

A differenza dei grandi vertebrati solitamente utilizzati come *umbrella* o *flag species*, suscettibili di simboleggiare da soli, anche e proprio per il loro spiccato *appeal* sull'opinione pubblica, le necessità di protezione e conservazione del loro ambiente, ma che in genere sono relativamente longevi, possiedono un tasso riproduttivo piuttosto basso, abbisognano di territori notevolmente vasti, e presentano una specificità ambientale relativamente scarsa, i ben più umili Insetti, e in particolare come si è detto sopra le Cicindele, pur dotati indubbiamente di un *appeal* ben altrimenti minore agli occhi del grande pubblico, possiedono in compenso quelle caratteristiche che ne fanno degli indicatori biologici di grande significato e quindi dei protagonisti di rilievo per la biologia della conservazione (SAMWAYS, 1994): successo evolutivo, alta specificità ambientale, infeudamento a biotopi anche ristretti, facilità di osservazione e campionamento, disponibilità di specialisti capaci di identificare le specie a livello mondiale.

Malgrado continuo ogni anno a susseguirsi scoperte e descrizioni di nuove entità, modificando così la consistenza quantitativa delle varie faune regionali – in aggiunta alle 2028 specie riconosciute nell'ultimo compendio della fauna mondiale (PEARSON & CASSOLA, 1992) almeno 290 nuove specie sono venute in evidenza in epoca successiva (CASSOLA & PEARSON, 1999) – le attuali conoscenze consentono la determinazione accurata delle faune a Cicindele di almeno 157 paesi del mondo (CASSOLA & PEARSON, 1999), e conseguentemente la individuazione delle «faune critiche» (ACKERY & VANE-WRIGHT, 1984) sia per quanto riguarda il numero di specie endemiche (COLLINS & MORRIS, 1985; PEARSON & CASSOLA, 1992) che sotto il punto di vista della ricchezza complessiva di specie (CASSOLA & PEARSON, 1999). Per quanto i confini politici degli Stati abbiano normalmente un ben limitato significato biologico, essi aiutano comunque a meglio definire la distribuzione mondiale delle varie specie, ed inoltre il numero di queste e quello delle entità endemiche di ciascun paese possono costituire un importante parametro per meglio indirizzare, argomentare e sostenere i temi e gli sforzi di protezione e conservazione e per concentrare le (normalmente scarse) risorse disponi-

bili. Non può dimenticarsi che le decisioni rilevanti per la conservazione, in ultima analisi, restano sempre di competenza esclusiva delle varie autorità politiche e amministrative.

Nella tabella allegata (tab. 1), frutto del riesame dell'intera letteratu-

Tabella 1 – Elenco dei primi trenta Paesi del mondo con il più alto numero di specie conosciute di Coleotteri Cicindelidi.

N° d'ordine/Paese	Totale numero di specie (*)	Numero di specie endemiche	% di specie endemiche
1. Indonesia	237	125	52,7
2. India (comprese le Isole Andamane e Nicobare)	206	106	51,5
3. Brasile	203	122	60,1
4. Madagascar	176	174	98,9
5. Filippine	130	111	85,4
6. Congo (ex-Zaire)	128	30	23,4
7. Thailandia	123	29	23,6
8. Messico	122	60	49,2
9. U.S.A.	120	50	41,7
10. Australia	116	104	89,7
11. Malaysia	115	39	33,9
12. Vietnam	114	40	35,1
13. Laos	102	19	18,6
14. Bolivia	101	22	21,8
15. Rep. Pop. Cinese	101	21	20,8
16. Birmania (Myanmar)	100	17	17,0
17. Africa del Sud	97	40	41,2
18. Perù	96	20	20,8
19. Ecuador	89	27	30,3
20. Tanzania	85	24	28,2
21. Papua Nuova Guinea	79	46	58,2
22. Colombia	78	10	12,8
23. Angola	73	23	31,5
24. Zimbabwe	67	4	6,0
25. Argentina	65	13	20,0
26. Nepal	64	2	3,1
27. Zambia	63	1	1,6
28. Venezuela	58	11	19,0
29. Sri Lanka	56	35	62,5
30. Etiopia	54	12	22,2

(\*) I *taxa* sottospecifici non sono considerati nel conteggio.

ra sulla famiglia e della considerazione di ogni dato disponibile anche inedito (CASSOLA & PEARSON, 1999), vengono ad esempio riportati i dati relativi ai 30 paesi della Terra che possiedono il più alto numero di specie di Cicindelidi: dall'esame dei quali risulterà ad esempio evidente che se l'Indonesia, con tutto il suo enorme arcipelago, possiede il più elevato numero di specie (237, di cui quasi il 53% endemico del paese), il Madagascar, ben più limitato in estensione, ne alberga non meno di 176 (quasi tutte endemiche); o che le Filippine, con un territorio complessivo inferiore a quello dell'Italia, sono sorprendentemente il quinto paese del mondo per numero di specie (dopo Indonesia, India, Brasile, Madagascar e Messico), o per percentuale di endemicità (dopo Nuova Zelanda, Madagascar, Nuova Caledonia e Australia), e ben il quarto (!) quanto a numero di specie endemiche (dopo Madagascar, Indonesia e Brasile). È appena il caso di notare che ovviamente queste posizioni potrebbero anche modificarsi in futuro in funzione di nuove conoscenze, ma nel complesso è indubbio che il quadro così delineato fornisce una buona idea di quale aree o paesi alberghino il patrimonio genetico maggiormente significativo e le faune scientificamente più rilevanti (SAMWAYS 1994).

Queste prime indicazioni e questi primi tentativi di valutazione a livello globale (COLLINS & MORRIS, 1985; PEARSON & CASSOLA, 1992) sono già stati ampiamente ripresi e utilizzati in lavori di biodiversità e conservazione (PRIMACK, 1993; KREMEN *et al.*, 1993; SAMWAYS, 1994; KITCHING, 1996; EHRLICH, 1996; KELLEY, 1997; MITTERMEIER & MITTERMEIER, 1997; NEW, 1998); e non vi è dubbio che ove altri specialisti, ciascuno per il suo gruppo, tentassero analoghe valutazioni d'insieme, presto verrebbero ad aggiungersi nuove masse preziose di dati che consentirebbero interessanti correlazioni e aiuterebbero, grazie ad una migliore prospettiva globale, a meglio individuare, valutare e indirizzare le necessità e gli sforzi di conservazione sia dei Governi che delle organizzazioni non governative.

#### RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare molto gli amici Prof. Augusto Vigna Taglianti e Prof. Achille Casale, organizzatori di questo Simposio sui Coleotteri Carabidi, per avermi chiesto di contribuire con la presente relazione. Ringrazio anche molto l'amico Silvano Tinelli per la cortese autorizzazione ad utilizzare alcune delle sue bellissime foto in questa pubblicazione.

## Tavola I



Fig. 1

La fauna italiana comprende soltanto 17 specie di Cicindele. Tra queste, *Cicindela gallica* Brullé, 1834 costituisce un tipico elemento eualpino, ristretto alle quote medio-elevate (1500-2700 m) esclusivamente dell'arco alpino occidentale e centrale dalle Alpi Marittime alla Val d'Adige.

[Croce della Roley (piani del Nivolet) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso, Luglio 1985.  
Foto Fabio Cassola, Roma]



Fig. 2

*Cicindela sylvicola* Dejean, 1822 è una specie medio-europea montana e submontana, diffusa in ambienti silvani dall'est della Francia (dalla Lorena al Delfinato) fino ai Balcani. In Italia è nota, sparsamente e mai frequente, di tutta la catena alpina e anche di poche stazioni dell'Appennino toscano-emiliano, mentre alcune popolazioni isolate citate un tempo più a sud (Alto Chianti in Toscana, Monti Simbruini nel Lazio) non sono state più ritrovate e sono probabilmente da considerarsi estinte. Le larve sono infeudate a terreni declivi e scarpate, dove scavano un tunnel sub-orizzontale. La foto fissa un tipico comportamento post-copulatorio di *contact guarding* da parte del maschio, che mantiene la sua presa fino a che la femmina non termina l'ovodeposizione, assicurandosi così la discendenza.

[Madonna dell'Acero presso Lizzano Belvedere, Luglio 1980. Foto Fabio Cassola, Roma]

## Tavola II



Fig. 3

*Cicindela campestris*, descritta da Carlo Linneo nel 1758, è la specie-tipo del genere e dell'intera famiglia dei Cicindelidi. A distribuzione sostanzialmente eurosiberica, essa è tuttavia presente con distinte sottospecie anche nel Maghreb e in Asia minore. La sottospecie *saphyrina* Gené, 1836, costituisce un ben noto e minacciato endemita dell'Isola di San Pietro (estremità sud-occidentale della Sardegna): in questa interessante popolazione una bella colorazione blu-violetta – probabilmente determinata da una casuale deriva genetica, priva di significato adattativo – sostituisce il color verde più o meno vivace proprio di tutte le altre popolazioni (Cassola 1964 e 1972a).  
[Isola di San Pietro (Sardegna), Marzo 1998. Foto Silvano Tinelli, Piacenza]



Fig. 4

Unica specie strettamente endemica italiana, *Cicindela majalis* Mandl, 1935 è un tipico elemento ripariale, proprio un tempo di tutti i greti fluviali delle regioni meridionali della penisola, dal Volturno in giù sul lato tirrenico, fino al Po e ad alcuni dei suoi affluenti di destra su quello adriatico (Cassola 1974). Oggi questa specie è da considerarsi purtroppo come scomparsa o molto rarefatta in quasi tutto il suo passato areale, e può ritrovarsi solo in pochi ristretti biotopi ancora intatti o poco disturbati. Non meno di animali più grandi e noti come la Lontra, dunque, anche la «cicindela di maggio» costituisce un eloquente e allarmante «bioindicatore» dello stato miserevole di quasi tutti i nostri corsi d'acqua (Cassola 1992).  
[Fiume Trigno (confine Molise-Abruzzo), Luglio 1992. Foto Fabio Cassola, Roma]

### Tavola III



Fig. 5

Le Cicinide del genere paleartico *Cephalota* sono tipici elementi alofili, strettamente legati agli ambienti degli stagni salmastri costieri o subcostieri e dei laghi salati che residuano qua e là all'interno. *C. (Taenidia) circumdata* Dejean, 1822 (nella foto) è una specie olomediterranea, nota dal Portogallo alla Turchia, che significativamente fa registrare nella fauna italiana sia la sottospecie tiponominale (est-mediterranea, ma presente anche in alcuni biotopi di Puglia e Basilicata), sia quella occidentale (ssp. *imperialis* Klug, 1834, ritrovabile in Sardegna e forse anche in Sicilia), sia la sottospecie *leonschaeferi* Cassola, 1970 (descritta della Camargue in Francia meridionale, ma poi ritrovata anche a Orbetello sulla costa toscana) (Cassola 1973).

[Oasi WWF di Orbetello (Grosseto), Giugno 1972. Foto Fabio Cassola, Roma]



Fig. 6

*Cephalota (Taenidia) litorea* (Forskål, 1775) è specie nordafricana, presente anche nella penisola iberica meridionale, in Sicilia, in Sardegna, e lungo le coste del Mar Rosso, in molti casi simpatica e sintopica con la congenera *circumdata*. Le due specie mostrano comunque di aver sviluppato alcuni interessanti meccanismi di esclusione (utili a ridurre la competizione interspecifica) che le portano ad occupare nicchie ecologiche coincidenti solo in parte (Cassola 1972a, b).

[Stagno Colostrai presso Muravera (Sardegna), Settembre 1997. Foto Silvano Tinelli, Piacenza]

## Tavola IV



Fig. 7

Tipico elemento psammofilo, *Lophyra flexuosa* (Fabricius, 1787) è una Cicindela a distribuzione prevalentemente atlanto-Wmediterranea, che verso l'est raggiunge però anche l'Egitto, Israele e la Siria. Oltreché in Francia e nella penisola iberica, è presente per l'Italia anche in Sardegna e in Sicilia, mentre alcuni vecchi reperti dei Piani di Creto in Liguria (Magistretti 1968) e di Fiumicino/Maccarese nel Lazio (Cassola 1972a) non sono stati più confermati e devono forse considerarsi errati.

[S. Pere Pescador presso Girona (Catalogna), Luglio 1997. Foto Silvano Tinelli, Piacenza]



Fig. 8

*Lophyridia littoralis* (Fabricius, 1787) è una superspecie a vastissimo areale, cui vengono a vario titolo ricondotte parecchie forme subspecifiche (dal Marocco all'Asia centrale e alla Cina) tra le quali la nostra sottospecie *nemoralis* (Olivier, 1790), cui si riferisce appunto la coppia qui fotografata. Vale la pena di sottolineare come il tipico comportamento di accoppiamento proprio delle Cicindele, con il maschio che afferra con le mandibole la femmina in corrispondenza dei mesepisterni (sui quali nella maggior parte delle specie si riscontra significativamente in questo sesso una tipica fossetta o avvallatura, denominata *coupling sulcus*), è esclusivo della famiglia e non si riscontra invece in nessun gruppo di Carabidi.

[Pinarellu presso Portovecchio (Corsica), Luglio 1974. Foto Fabio Cassola, Roma]

## Tavola V



Fig. 9

Notevolmente diverse da quelle dei Carabidi, le larve di tutti i Cicindelidi (sia terricoli che arboricoli) presentano costantemente un caratteristico aspetto eruciforme, con capo e pronoto fortemente chitinizzati (e conformati in modo da costituire un disco) e quinto segmento addominale fornito di due o tre paia di uncini, ed inoltre tutte costruiscono delle caratteristiche gallerie, nel suolo o nello spessore degli steli vegetali, alla sommità delle quali attendono in agguato le possibili prede. Questa particolare etologia e le molteplici esigenze biologiche che condizionano il loro sviluppo le rendono, più ancora degli adulti, particolarmente vulnerabili ad ogni manomissione del biotopo.

[Pinarellu presso Portovecchio (Corsica), Luglio 1974. Foto Fabio Cassola, Roma]



Fig. 10

Più che nelle regioni temperate, la famiglia dei Cicindelidi, composta in massima parte di specie diurne e termofile, anzi spesso spiccatamente eliofile, presenta il massimo grado di biodiversità nelle fasce tropicali della Terra, dove anche in ambiente di foresta esistono numerosi gruppi che hanno sviluppato maggiori (generi *Pogonostoma*, *Ctenostoma*, *Tricondyla*) o minori (generi *Collyris*, *Therates*) adattamenti alla vita arboricola. Il genere neotropicale *Odontocheila* (nella foto: *O. nicaraguensis* Bates, 1874) mostra invece uno stadio in qualche modo intermedio di adattamento, con gli adulti che cacciano al suolo sui sentieri forestali, ma cercano poi rifugio, nella fuga o di notte, sulle foglie degli strati inferiori della vegetazione.

[La Selva, Costa Rica. Foto D.H. Janzen, Philadelphia]

## RIASSUNTO

La famiglia dei Coleotteri Cicindelidi comprende circa 2300 specie in tutto il mondo, soprattutto nelle regioni tropicali e ad eccezione in pratica solo delle elevate latitudini e di alcuni gruppi insulari oceanici. Questi piccoli predatori presentano alcune caratteristiche biologiche che ne fanno un *taxon* particolarmente indicato e significativo sia per il monitoraggio della integrità ambientale e del degrado indotto dall'uomo in ciascuno dei loro specializzati *habitat* di elezione, sia al fine di determinare i vari *patterns* regionali di biodiversità e ricchezza di specie, quindi le faune e le aree «critiche» utili a meglio indirizzare le decisioni e gli sforzi di protezione e conservazione. Si suggeriscono analoghe metodiche d'indagine anche agli specialisti di altri gruppi faunistici che presentino analoghe caratteristiche.

## SUMMARY

### THE TIGER BEETLES (COLEOPTERA: CICINDELIDAE) AS BIOLOGICAL INDICATORS (STUDIES ON TIGER BEETLES, C)

The family of tiger beetles (Coleoptera Cicindelidae) includes about 2300 species all over the world (except for the high latitude areas and a few oceanic island groups), especially in tropical regions. These beetles show several biological features which make them an appropriate indicator *taxon* for monitoring the biotope quality relative to disturbance and for determining regional patterns of biodiversity («critical faunas») for conservation studies and decisions. Use of similar methods and production of analogous assessments are strongly recommended to specialist students of other insect groups which may show similar biological features and logistical advantages.

## BIBLIOGRAFIA

- ACKERY P.R., VANE-WRIGHT R.I., 1984 – *Milkweed Butterflies*. – British Museum (Natural History), London, IX + 425 pp.
- BAUER K.L., 1991 – *Observations on the developmental biology of Cicindela arenicola Rumpff (Coleoptera: Cicindelidae)*. – Great Basin Naturalist, 51: 226-235.
- BEER F.M., 1971 – *Note on Cicindela columbica Hatch*. – Cicindela, St. Paul, 3: 32.
- BENTZIEN M.M., 1979 – *Columbia tiger beetle Cicindela columbica Hatch*. – U.S. Office of Endangered Species, unpublished status summary, 5 pp.
- BRAUNERT C., 1996 – *Faunistik, Ökologie und Gefährdung der Sandlaufkäfer (Coleoptera, Cicindelidae) Luxemburges*. – Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois, 97: 181-191.
- CARROLL S.S., PEARSON D.L., 1998 – *Spatial modelling of butterfly species richness using tiger beetles (Cicindelidae) as a bioindicator taxon*. – Ecological Applications, 8 (2): 531-543.
- CASSOLA F., 1964 – *Note su alcuni Cicindelidi italiani (Coleoptera, Cicindelidae)*. – Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, Roma, 19: 18-20.
- CASSOLA F., 1972a – *Studi sui Cicindelidi. V. Il popolamento della Sardegna*. – Studi Sassaresi, III, Ann.Fac.Agraria Univ.Sassari, Sassari, 20: 264-302, pls. I-III.
- CASSOLA F., 1972b – *Studi sui Cicindelidi. VIII. Concorrenza ed esclusione in Cicindela (Coleoptera, Cicindelidae)*. – Atti IX Congr. Naz. It. Entom., Roma, 23-37.
- CASSOLA F., 1973 – *Studi sui Cicindelidi. VII. Un interessante reperto nella Laguna di Orbetello: Cephalota (Taenidia) circumdata leonschaeferi Cassola (Coleoptera)*. – Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B, Pisa, 79: 92-96.
- CASSOLA F., 1974 – *Studi sui Cicindelidi. XI. Validità specifica di Cicindela majalis Mandl e problemi di conservazione degli ambienti golenali italiani (Coleoptera)*. – Lavori della Società Italiana di Biogeografia, Forlì, 4 (1973): 57-75.

- CASSOLA F., 1992 – *Endemismi italiani*, 34: Cicindela majalis Mandl, 1935 (Coleoptera, Cicindelidae) (Studi sui Cicindelidi. LXXI). – Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, Roma, 47 (foto di copertina e testo).
- CASSOLA F., PEARSON D.L., 1999 – *Global patterns of tiger beetle species richness (Coleoptera: Cicindelidae): Their use in conservation planning*. – Biological Conservation, Barking (in stampa).
- CENCINI C., VARANI L., 1989 – *Degradation of Coastal Dune Systems Through Anthropogenic Action*. – In: P. Fabri (Ed.), *Coastlines of Italy*. American Society of Civil Engineers, Coastlines of the world series, New York: 55-69.
- CHOATE P.M., 1984 – *A new species of Cicindela Linnaeus (Coleoptera: Cicindelidae) from Florida, and elevation of C. abdominalis scabrosa Schaupp to species level*. Entomological News, Vincentown, 95: 73-82.
- CLARK T.E., SAMWAYS M.J., 1994 – *Ecological landscaping for conservation of macro-arthropod diversity in a southern hemisphere (South African) urban botanic garden*. In: J. Rieley, S. Page (Eds.), *Habitat Creation and Wildlife Conservation in Post-industrial and Urban Habitats*. – Packard, U.K. [citato in Samways 1994].
- COLLINS N.M., MORRIS M.G., 1985 – *Threatened swallowtail butterflies of the world. The IUCN Red Data Book*. – IUCN, Gland (Switzerland), VII + 401 pp., 8 tavv.
- CUTLER B., 1970 – *Urgent notice*. – Cicindela, St. Paul, 2 (2): 10.
- DESENDER K., TURIN H., 1989 – *Loss of Habitats and Changes in the Composition of the Ground and Tiger Beetle Fauna in four West European Countries since 1950 (Coleoptera: Carabidae, Cicindelidae)*. – Biological Conservation, Barking, 48: 277-294.
- EHRlich P.R., 1996 – *Conservation in temperate forests: what do we need to know and do?* – Forest Ecology and Management, 85: 9-16.
- FREITAG R., KAVANAUGH D.H., MORGAN R., 1993 – *A new species of Cicindela (Cicindela) (Coleoptera: Carabidae: Cicindelini) from remnant native grassland in Santa Cruz County, California*. – The Coleopterists Bulletin, 47 (2): 113-120.
- FRICK K.E., 1957 – *Biology and control of tiger beetles in alkali bee nesting sites*. – Journal of Economic Entomology, 50: 503-504.
- GLASER J.D., 1977 – [Letters from our readers]. – Cicindela, St. Paul, 9: 12.
- HOLESKI P.M., GRAVES R.C., 1978 – *An analysis of the shore beetle communities of some channelized streams in north-west Ohio (Coleoptera)*. – Great Lakes Entomologist, 11: 23-36.
- KELLEY K.C., 1997 – *Local diversity of a bioindicator taxon: tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) of the Big Thicket and Pinewoods*. – Texas Journal of Science, 49 (3) (Supplement): 51-66.
- KITCHING I.J., 1996 – *Identifying complementary areas for conservation in Thailand: an example using owls, hawkmoths and tiger beetles*. – Biodiversity and Conservation, 5: 841-858.
- KNISLEY C.B., HILL J.M., 1992 – *Effects of Habitat Change From Ecological Succession and Human Impact on Tiger Beetles*. – Virginia Journal of Science, 43 (1B):133-142.
- KNISKEY C.B., JULIANO S.A., 1988 – *Survival, development, and size of larval tiger beetles: effects of food and water*. – Ecology, 69 (6): 1983-1992.
- KNISLEY C.B., LUEBKE J.I., BEATTY D.R., 1987 – *Natural history and population decline of the coastal tiger beetle, Cicindela dorsalis dorsalis Say (Coleoptera: Cicindelidae)*. – Virginia Journal of Science, 38: 293-303.
- KORELL A., CASSOLA F., 1987 – *Über die Sandlaufkäfer-Arten Tunesiens (Coleoptera, Cicindelidae)*. – Mitt. Münch. ent. Ges., 77: 85-101.
- KREMEN C., COLZELL R.K., ERWIN T.L., MURPHY D.D., NOSS R.F., SANJAYAN M.A., 1993 – *Terrestrial Arthropod Assemblages: Their Use in Conservation Planning*. – Conservation Biology, 7 (4): 796-808.
- KRITSKY G., HORNER L., REIDEL S., SAVAGE A.J., 1996 – *The Status of Some Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae: Cicindela spp.) in Southern Ohio*. – Ohio Journal of Science, 96: 29-30.
- LINDROTH C.H., 1992 – *Ground beetles (Carabidae) of Fenoscandia. A zoogeographic study. Part I. Specific knowledge regarding the species*, pp. XXVIII-630. Part II. Maps, pp. X-271. Part III. General analysis with a discussion on Biogeographic principles, pp. XII-814. Translated from German (Göteborg 1945) for Smithsonian Institution Libraries. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi.

- MAGISTRETTI M., 1968 – *Catalogo topografico dei Coleotteri Cicindelidae e Carabidae d'Italia, I Suppl.* – Memorie della Società entomologica italiana, Genova, 47: 177-217.
- MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., 1997 – *Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations.* – Cemex, Mexico, D.F., 1-503.
- NAGANO C.D., 1982 – *Population status of the tiger beetles of the genus Cicindela (Coleoptera: Cicindelidae) inhabiting the marine shoreline of Southern California.* – Atala, 1980, 8: 33-42.
- NEW T.R., 1998 – *Invertebrate Surveys for Conservation.* – Oxford University Press, New York, XII + 240 pp.
- PEARSON D.L., 1980 – *Patterns of limiting similarity in tropical forest tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae).* – Biotropica, 12: 195-204.
- PEARSON D.L., 1988 – *Biology of Tiger Beetles.* – Annual Review of Entomology, 33: 123-147.
- PEARSON D.L., 1992 – *Tiger Beetles as Indicators for biodiversity Patterns in Amazonia.* – Research & Exploration, 8 (1): 116-117.
- PEARSON D.L., 1994 – *Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity.* – Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 345: 75-79.
- PEARSON D.L., CARROLL S.S., 1998a – *Global Patterns of Species Richness: Spatial Models for Conservation Planning Using Bioindicator and Precipitation Data.* – Conservation Biology, 12 (4): 809-821.
- PEARSON D.L., CARROLL S.S., 1998b – *The effects of scale and sample size on the accuracy of spatial predictions of tiger beetles (Cicindelidae) species richness.* – Ecography, Copenhagen, 21: 401-414.
- PEARSON D.L., CASSOLA F., 1992 – *World-Wide Species Richness Patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator Taxon for Biodiversity and Conservation Studies.* – Conservation Biology, 6 (3): 376-391.
- PEARSON D.L., KNISLEY C.B., 1985 – *Evidence for food as a limiting resource in the life cycle of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae).* – Oikos, 45: 161-168.
- PRIMACK R.B., 1993 – *Essentials of conservation biology.* – Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass., USA.
- RIVALIER É., 1962 – *Les races françaises de Cylindera (Eugrapha) trisignata Latr. et Dej.* – L'Entomologiste, 18: 19-22.
- RIVERS-MOORE N.A., SAMWAYS M.J., 1996 – *Game and cattle trampling, and impacts of human dwellings on arthropods at a game park boundary.* – Biodiversity and Conservation, 5: 1545-1556.
- RODRIGUEZ J.P., PEARSON D.L., BARRERA R.R., 1998 – *A test for the adequacy of bioindicator taxa: are tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae) appropriate indicators for monitoring the degradation of tropical forests in Venezuela?* – Biological Conservation, Barking, 83: 69-76.
- SAMWAYS M.J., 1994 – *Insect Conservation Biology.* – Chapman & Hall, London, XIII + 358 pp.
- SCHÜLE P. et al., 1997 – *Rote Liste der in Rheinland-Pfalz und im Saarland gefabrdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae).* – Decheniana Beihefte, 255-278.
- SCHULTZ T.D., 1988 – *Destructive effects of off-road vehicles on tiger beetle habitat in central Arizona.* – Cicindela, Prairie Village, 20: 25-29.
- SCHULTZ T.D., 1989 – *Habitat preferences and seasonal abundances of eight sympatric tiger beetle species of the genus Cicindela (Coleoptera: Cicindelidae) in Bastrop State Park, Texas.* – Southwestern Naturalist, 34: 468-477.
- SHOOK G., 1979 – *Unpublished petition to list Cicindela columbica as a Federally Endangered Species.* – U.S. Office of Endangered Species, 6 pp.
- SHOOK G., 1981 – *The status of the Columbia Tiger Beetle (Cicindela columbica Hatch) in Idaho (Coleoptera: Cicindelidae).* – Pan-Pacific Entomologist, 57: 359-363.
- SHOOK G.A., CLARK W.H., 1988 – *Status of the Idaho Dunes Tiger Beetle, Cicindela arenicola Rumpff (Coleoptera: Cicindelidae).* – Journal of the Idaho Academy of Sciences, 24: 38-42.
- SPOMER S.M., HIGLEY L.G., 1993 – *Population Status and Distribution of the Salt Creek Tiger Beetle, Cicindela nevadica lincolniana Casey (Coleoptera: Cicindelidae).* – Journal of the Kansas Entomological Society, 66: 392-398.
- STAMATOV J., 1972 – *Cicindela dorsalis Say endangered on northern Atlantic coast.* – Cicindela, St. Paul, 4: 78.

- TANNER O., 1988 – *Of tiger beetles and wedge mussels: protecting Connecticut River riches.* – Nature Conservancy Magazine, 38 (5): 4-11.
- TRAUTNER J., 1992 – *Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Laufkäfer (Col., Carabidae s. lat.).* – Ökologie und Naturschutz, 4, 1-72.
- TRAUTNER J., 1996 – *Historische und aktuelle Bestandssituation des Sandlaufkäfers Cicindela arenaria Fuesslin, 1775 in Deutschland (Col., Cicindelidae s. lat.).* – Entomologische Nachrichten und Berichte, 40: 83-88.
- TRAUTNER J., DETZEL P., 1994 – *Die Sandlaufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Cicindelidae).* – Ökologie und Naturschutz, 5, 1-60.
- TRAUTNER J., MÜLLER-MOTZFELD G., BRÄUNICKE M., 1997 – *Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae).* – 2.Fassung, Stand Dezember 1996. – Naturschutz und Landschaftsplanung, 29: 261-272.
- TURIN H., DEN BOER P.J., 1988 – *Changes in the distribution of carabid beetles in The Netherlands since 1880, II. Isolation of habitats and long-term time trends in the occurrence of carabid species with different powers of dispersal (Coleoptera, Carabidae).* – Biological Conservation, Barking, 44: 179-200.
- USDI (U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service), 1980 – *Review of status of the Columbia tiger beetle.* – Federal Register, 45 (43): 13786-13787.
- USDI (U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service), 1990 – *Endangered and threatened wildlife and plants: determination of threatened status for the puritan tiger beetle and the northeastern beach tiger beetle.* – Federal Register, 55: 32088-32094.
- USDI (U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service), 1995 – *Endangered and threatened wildlife and plants: reviews of plant and animal taxa candidates for listing as endangered or threatened species.* – Federal Register, 61: 7596-7602.
- VIGNA TAGLIANTI A., 1995 – *Arthropoda di Lampedusa, Linosa e Pantelleria (Canale di Sicilia, Mar Mediterraneo). Coleoptera Carabidae.* – Il Naturalista Siciliano, Palermo, 19 (Suppl.): 357-421.
- VIGNA TAGLIANTI A., BONAVITA P., 1997 – *Coleoptera Carabidae.* – In: M. Zapparoli (a cura di), *Gli Insetti di Roma.* – Comune di Roma/associazione Romana di Entomologia, Quaderni dell'Ambiente n. 6, Roma, 115-130.
- WILLIS H.L., 1967 – *Bionomics and zoogeography of tiger beetles of saline habitats in the Central United States (Coleoptera: Cicindelidae).* – The University of Kansas Science Bulletin, 47: 145-313.
- WILSON D.A., 1970 – *Three subspecies of cicindelids threatened with extermination.* – Cicindela, St. Paul, 2 (2): 18-20.

ROBERTO PIZZOLOTTO (\*) - PIETRO BRANDMAYR (\*)

## COLEOTTERI CARABIDI E COMUNITÀ ANIMALI: DUE DIREZIONI PER LA GESTIONE DELLE RISORSE NATURALI

### STRATEGIE DI ADATTAMENTO E VALUTAZIONE DEL PREGIO FAUNISTICO

I Coleotteri Carabidi sono un gruppo di insetti che vive a livello del suolo, per la maggior parte predatori e con ciclo vitale annuale. È ampiamente documentata (THIELE, 1977) la correlazione tra i loro raggruppamenti di specie ed i principali fattori biotici ed abiotici che caratterizzano gli ambienti in cui vivono. Negli ultimi anni sono andati sempre più sviluppandosi lavori in cui si fa uso di questi animali per la valutazione e la pianificazione ambientale (STORK, 1990; DESENDER, 1994). Le caratteristiche che ne fanno un buon soggetto di studio per fini non solo per la ricerca di base, ma anche per fini applicativi possono essere riassunte (DEN BOER, 1977) nei seguenti punti:

- 1) sono organismi che possono essere campionati con continuità, in modo automatico, e permettono di ottenere dati di tipo quantitativo sulla presenza delle specie;
- 2) sono facilmente manipolabili sia in fase di determinazione, che nelle esigenze di esperimenti di laboratorio;
- 3) presentano attività vitali abbastanza uniformi per la maggioranza delle specie. Sono predatori polifagi nella maggior parte dei casi, vivono a livello della superficie ed entro i primi centimetri di spessore del suolo, producono (con alcune eccezioni) una generazione all'anno;
- 4) sono un gruppo di artropodi ben conosciuto dal punto di vista tassonomico, biologico e autoecologico;
- 5) rappresentano un elemento importante nella rete alimentare, essendo predatori di piccoli invertebrati, e facendo parte della dieta di anfibi, rettili, uccelli e piccoli mammiferi;

---

(\*) Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria, 87036 Rende CS.  
Lettura tenuta durante la Giornata di studio su: Filogenesi e sistematica dei Carabidi.  
Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 27 novembre 1998.

6) si distribuiscono nell'ambiente secondo chiare preferenze di habitat, tali da permettere l'identificazione di carabidocenosi, intese come raggruppamenti di specie definibili su base faunistico-statistica, tipici di biomi, ecosistemi, o unità ecologiche inferiori.

Va ricordato inoltre che i Carabidi sono uno dei pochi gruppi di artropodi per i quali esistono diverse ricerche di ecologia quantitativa condotte con simile metodologia, in numerose località europee. Questo li rende ancor più interessanti in quanto permette comparazioni fra cenosi di ecosistemi molto differenti tra loro, con la possibilità di ricostruire successioni ecologiche su ampi gradienti bioclimatici.

La possibilità di effettuare campionamenti in modo automatico, cioè tramite trappole a caduta permette di ricavare da un'indagine condotta sia a livello «puntiforme» di biotopo, sia su scala ecologica più ampia (ecosistema; gradiente bioclimatico), informazioni di tipo qualitativo e quantitativo, che contribuiscono assieme a chiarire gli aspetti storici ed attuali dei popolamenti a geoadefagi (BRANDMAYR, 1980).

L'aspetto qualitativo dei dati raccolti non si riferisce solamente alla diversità delle specie raccolte (quali specie sono presenti, e perché alcune sono assenti), ma soprattutto alla valutazione di quelle che chiameremo le caratteristiche biologiche delle specie, che vanno ad identificare la «qualità» delle specie. Per qualità si intende semplicemente la abilità di una specie a vincere nel «gioco» dell'evoluzione, cioè la sua capacità ad adattarsi a particolari condizioni ambientali per il tempo necessario a superare la selezione naturale. In questo senso, la qualità intesa in termini evolutivo-adattativi permette di essere valutata e rappresentata numericamente come stima del pregio naturalistico di una specie o di un gruppo di specie caratterizzanti un determinato ambiente (PIZZOLOTTO, 1994a, 1994b).

Per quanto riguarda i Coleotteri Carabidi, le principali caratteristiche biologiche a cui fare riferimento sono il potere di dispersione, il tipo di endemismo, la posizione al limite dell'areale, il tipo di dieta, e, per i raggruppamenti di specie, la diversità.

Il calcolo del pregio faunistico avviene tramite semplici operazioni matematiche, e fornisce un criterio di aiuto per dare una risposta alla domanda «quali tra questi ambienti/comunità/biotopi necessita di essere conservato/valorizzato/modificato?». È da tener sempre presente che anche tramite il semplice calcolo numerico il significato biologico di partenza dei numeri utilizzati non viene perduto. Ad esempio il calcolo del rapporto fra numero di specie endemiche e numero totale di specie catturate in un sito di campionamento può essere interpretato come un elemento informativo (espresso come numero) sull'origine della fauna

del biotopo campionato. Oppure, il rapporto fra specie endemiche di un biotopo e numero totale di specie endemiche raccolte in tutti i biotopi campionati acquista il significato di indicatore del ruolo di quella tipologia ambientale riguardo al fenomeno dell'endemismo.

L'insieme di questi semplici calcoli portano alla valutazione complessiva del pregio faunistico rivestito da una specie o da un gruppo di specie (Pizzolotto, 1994b), così che i risultati numerici diventano una combinazione, tramite operatori matematici (ad esempio, la divisione), dei significati evolutivo-adattativi delle caratteristiche biologiche. Questo metodo di valutazione risulta utile per trasformare in strumenti operativi le conoscenze acquisite in tanti anni di ricerche sul campo che in molti casi rimangono sepolte in archivi o musei, in quanto può essere applicato anche solamente ai censimenti della fauna di determinate regioni.

Gli indici di pregio faunistico così ottenuti possono essere applicati direttamente come scala ordinale di riferimento per la valutazione ai fini della conservazione, oppure possono essere trasferiti a livello cartografico in relazione alle preferenze ambientali mostrate da raggruppamenti di specie di Coleotteri Carabidi.

#### SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI E PREGIO FAUNISTICO

Un utilizzo con fini applicativi delle relazioni tra fauna a Coleotteri Carabidi ed ecosistemi naturali consiste nella trasposizione su carta geografica delle informazioni ricavate dalla ricerca sul campo. Tale operazione deve essere effettuata tramite un Sistema Informativo Territoriale (SIT) e non tramite un semplice sistema di disegno (CAD). Si tratta, in pratica, di costruire un archivio in cui non vada persa la cosiddetta informazione contestuale, derivante dalla posizione che un elemento occupa nello spazio geografico e dai rapporti di connessione che esso ha con gli altri elementi.

Nella figura 1 viene sintetizzato il «percorso» dell'informazione che a partire dalla ricerca sul campo fornisce le basi per la costruzione degli archivi georeferenziati, i quali tradotti in modelli geografici rappresentano uno strumento di aiuto ai fini decisionali.

È da sottolineare la differenza fondamentale esistente fra la classica carta geografica ed i prodotti di un SIT, per i quali sembra più adeguato il termine di modello geografico. La carta geografica classica cerca di rappresentare una serie di temi geografici e topografici utilizzando una simbologia standardizzata che non rispetta i rapporti dimensionali fra gli elementi territoriali. Questo si traduce, ad esempio, nell'impossibilità di ottenere una rappresentazione fedele alla realtà tramite semplice passag-

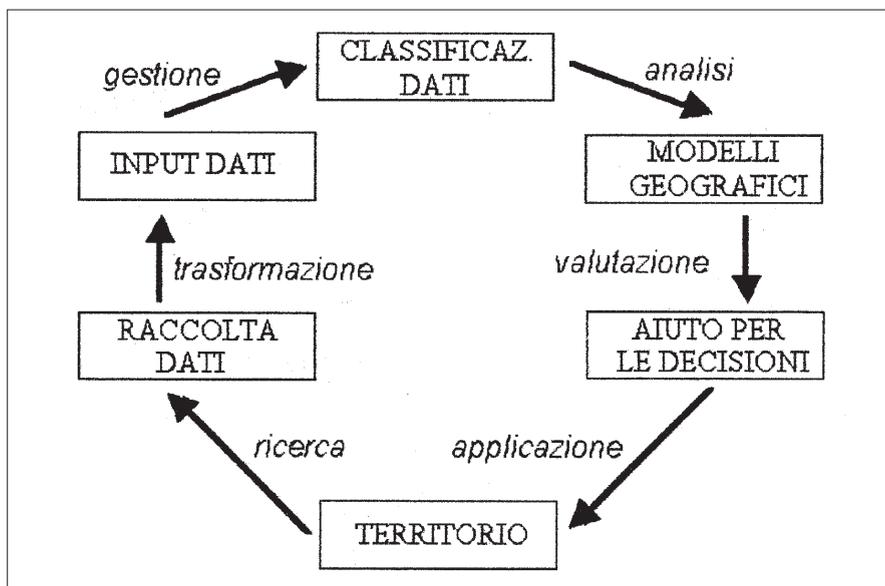


Fig. 1

Modificazioni ed uso, tramite un Sistema Informativo Territoriale, dell'informazione derivante dalla ricerca di campagna.

gio allo scanner di una carta stradale, in quanto la simbologia utilizzata per le strade ne aumenta enormemente la superficie in scala.

Un sistema informativo territoriale permette di registrare i dati geografici con particolare attenzione alla realtà sul terreno, in quanto permette di decidere l'errore rispetto al suolo in funzione sia del supporto da cui ricavare i dati, sia del grado di accuratezza richiesto dalla ricerca. Si ottengono in questo modo degli archivi di dati che oltre ad essere riferibili ad un sistema di coordinate ufficiali (UTM, Gauss-Boaga, latitudine-longitudine), hanno anche un grado di attendibilità espresso come errore medio (scarto quadratico medio, o RMS) rispetto al posizionamento reale del dato. Sotto questo aspetto un SIT rappresenta una sorta di contenitore che può essere progressivamente aggiornato con dati provenienti da diverse fonti o fornitori, fatte salve le condizioni di georeferenziazione ed accuratezza.

Il trattamento dell'informazione all'interno di un SIT può raggiungere diversi gradi di elaborazione, e la potenza di questo strumento ai fini applicativi consiste nella produzione di modelli geografici in cui viene rappresentato uno scenario non vincolato a variabili misurabili direttamente sul terreno.

Nello schema della figura 2 è stato sintetizzato un piano di lavoro

	<b>Digitalizzazioni di base</b>	<b>Carte derivate</b>	<b>Modelli geografici derivati</b>
<b>Componente abiotica</b>	isoipse (DEM) idrografia geologia suoli	pendenze esposizione bacini idrografici substrati Ca o Si	modello termoudogeografico
<b>Componente biotica</b>	fisionomia vegetazione areali di specie "importanti"	distribuz. faunistica potenziale faunazione potenziale rarefazione superf. forestale concentrazione endemismi	fasce bioclimatiche potenziali indice del pregio naturalistico
<b>Componente antropica</b>	uso del suolo rimboschimenti edificato strade		stato di conservazione del paesaggio indice di conservaz. del paesaggio

Fig. 2

Schema teorico della struttura di un Sistema Informativo Territoriale per la gestione a più livelli di complessità dei dati geografici ed ecologici.

che, a partire dall'acquisizione dei dati di base (digitalizzazioni di base), conduce per gradi progressivi di complessità, attraverso la riclassificazione dei dati (carte derivate), alla produzione di strumenti gestionali (modelli geografici derivati). I dati da trattare sono stati suddivisi in tre grandi tipologie che caratterizzano il territorio da un punto di vista ecologico: la componente abiotica, nella quale rientrano variabili non solo geologiche, ma anche topografiche (isoipse) e climatiche; la componente biotica, che è legata all'analisi di flora e fauna e della loro sinecologia; la componente antropica, che comprende variabili rientranti nelle due precedenti tipologie, ma la cui rilevanza a livello ecologico dipende fondamentalmente dall'intervento antropico (rimboschimenti, denudamento del suolo).

I Coleotteri Carabidi mostrano una chiara preferenza di habitat, come documentato da numerosi studi (THIELE, 1977; DEN BOER *et al.*, 1986, 1987; STORK, 1990; DESENDER, 1994), così che l'operazione di rappresentazione cartografica delle cenosi risulta semplificata. Il modo più semplice per ottenere una rappresentazione cartografica della distribuzione territoriale delle comunità di Carabidi si basa sulla disponibilità di dati cartografici della vegetazione. È possibile in questo caso modificare la carta della vegetazione secondo unità ecologiche più ampie rispetto alle singole associazioni vegetali, classificando gli elementi che la compongono in relazione alle fasce bioclimatiche oppure in relazione a tipologie di ecosistema. In seguito a tale generalizzazione, è possibile far corrispondere direttamente alle nuove tipologie cartografate le cenosi a Carabidi individuate dalle indagini condotte in biotopi rappresentativi del paesaggio ecologico studiato.

Un'applicazione che sfrutta alcune caratteristiche proprie dei SIT consiste nella produzione di indici legati alla estensione nello spazio di determinate caratteristiche ambientali.

Nel caso particolare dei Coleotteri Carabidi è possibile sfruttare la loro validità come indicatori biologici per ottenere una classificazione degli ambienti in relazione ad una scala di naturalità (o stato di conservazione) crescente. Le caratteristiche biologiche di cui si è parlato in precedenza caratterizzano una comunità riflettendo il grado di naturalità/degrado dell'ambiente a cui è legata. È possibile in questo modo trasformare una carta tematica, ad esempio, dell'uso del suolo in un modello geografico dello stato di conservazione del paesaggio naturale. Una volta stabilita l'area geografica di riferimento sarà facile valutare l'importanza relativa di ciascuna categoria di naturalità in termini di superficie occupata, e calcolare una curva cumulativa delle diverse categorie di naturalità che rappresenta così un modello grafico dello stato di conser-

vazione del paesaggio naturale. In relazione al modello grafico si possono proporre diverse funzioni che portano alla espressione di un indice numerico (cfr. PIZZOLOTTO, 1997).

In questo modo la rappresentazione cartografica diventa un passo intermedio grazie al quale si trasferiscono le conoscenze faunistiche ed ecologiche, acquisite con metodologie standardizzate, in un indice sintetico (un numero puro) ad elevato contenuto informativo.

#### SULL'USO DEL CONCETTO DI COMUNITÀ IN RAPPORTO ALLA VALUTAZIONE

È possibile individuare una sorta di doppia via lungo la quale l'informazione contenuta nei dati di campionamento viene analizzata e sintetizzata in indici e modelli geografici.

L'uso del concetto di comunità si è rivelato infatti un importante strumento per la individuazione di eterogeneità nella distribuzione della fauna a Coleotteri Carabidi, e quindi per una rappresentazione tramite modelli geografici delle relazioni esistenti fra tipologie ambientali e censi di Carabidi. Dal punto di vista valutativo-applicato hanno maggiore importanza le caratteristiche biologiche in quanto espressione di forme di adattamento, e quindi riferimento più oggettivo per l'espressione quantitativa del pregio faunistico tramite numeri puri.

Sulla base dei numerosi studi condotti, e del diffuso dibattito che coinvolge numerosi carabidologi europei, ci sembra opportuno manifestare in questa sede delle perplessità in relazione all'uso del concetto di comunità, che sembra mostrare dei limiti per quanto riguarda gli aspetti quantitativi della ricerca sui Coleotteri Carabidi. Forse tale concetto non è più valido, o applicabile, per studi sinecologici su scala globale, che necessitano di un diverso punto di vista.

Risulta evidente che le caratteristiche biologiche si sono rivelate di maggior validità sia per la facilità con cui possono venire applicati i calcoli matematici, sia per la semplificazione che introducono nell'analisi dei dati. È infatti noto che la tabella riassuntiva dei campionamenti, organizzata con le specie in testa alle righe e i siti di campionamento in testa alle colonne, rappresenta uno spazio ecologico ad  $n$  dimensioni, dove  $n$  è uguale al numero delle specie raccolte. Il calcolo dell'importanza delle caratteristiche biologiche permette di passare ad uno spazio di dimensioni ridotte, e pari al numero di caratteristiche biologiche considerate; interpretando così le eterogeneità presenti nella nuova tabella in termini di gruppi di adattamenti.

Vi sono inoltre delle difficoltà ad utilizzare il concetto operativo di

comunità per indagini su vaste aree geografiche. Basti pensare ad esempio al caso in cui due specie vicarianti geograficamente mostrino simile preferenza ambientale. Situazione questa ben rappresentata dalle specie *Pterostichus ruffoi*, che caratterizza le faggete montane della Calabria, e *Pt. micans*, che caratterizza simili faggete presenti sul Monte Pollino e sui massicci appenninici posti più a Nord.

Il concetto di comunità ha avuto la sua origine probabilmente con Möbius nel 1877, che ha semplicemente introdotto il nuovo termine di «biocenosi». Successivamente, il grande lavoro dei botanici è approdato al congresso di Bruxelles nel 1910 con la definizione di associazione, che è stata perfezionata negli anni successivi da Braun-Blanquet con l'introduzione delle specie «fedeli». Sulla scia fitoecologica, la cosiddetta Scuola di Chicago, durante gli anni '20, contribuisce alla definizione di comunità con gli studi sulle relazioni trofiche, a cui si aggiungeranno i lavori di Elton di Gause negli anni '30 sulle nicchie ecologiche. I fratelli Odum negli anni '50 scriveranno la sintesi di quelle idee a partire dalle quali si è sviluppata l'ecologia attuale.

Da un punto di vista descrittivo possiamo definire una comunità come un raggruppamento di organismi con una determinata composizione tassonomica, individuabile tramite specie caratteristiche, in cui le relazioni tra le nicchie stabiliscono l'unità della comunità. Mentre da un punto di vista operativo possiamo definire una comunità come un insieme di specie correlato a determinati fattori bioclimatici, e riconoscibile su base tassonomica (insieme delle specie) e statistica (frequenza ed abbondanza delle specie).

Risulta problematico documentare l'esistenza di relazioni tra specie di Carabidi che permettano di individuare un sistema definibile come comunità. Tutto ciò che risulta evidente da un campionamento di un ecosistema, o lungo un gradiente bioclimatico, sono i rapporti numerici ordinali fra le abbondanze delle diverse specie; ma la stessa definizione operativa, necessaria per poter usare il concetto di comunità come strumento di lavoro e non solo come strumento di interpretazione, porta a considerare la comunità come una realtà statistica, come dei raggruppamenti di specie e non come dei sistemi connessi da una unità funzionale (la relazione fra le nicchie).

È molto probabile che i Coleotteri Carabidi non formino delle comunità nel senso classico, e comunque anche queste entità statistiche (i raggruppamenti di specie) non rappresentano un elemento unitario di riferimento per studi su vasta scala ambientale, in quanto sono sempre limitati dalla identificazione della specie come elemento costituente (ma non elemento funzionale del raggruppamento).

La via delle «strategie adattative» sembra invece fornire un elemento di riferimento che, partendo dal riconoscimento delle singole specie su scala locale, si pone come unitario e comune per gli studi su scala globale, dal momento che tutte le specie di Carabidi possono essere valutate in modo binario (sì / no) nei confronti della stessa strategia adattativa, se non altro per la somiglianza o analogia dei comportamenti trofici, tipica di una «guild».

Anche da un punto di vista strettamente biologico ha forse maggior significato affrontare la valutazione quantitativa dei dati ecologici da una diversa prospettiva, che può trarre spunto dalle seguenti domande: sono le specie che formano delle comunità, oppure le specie sono solo il «mezzo» utilizzato dalle strategie evolutive per raggrupparsi in comunità? Lo stesso ambiente presente in più regioni è caratterizzato da diverse comunità di specie, oppure da un unico insieme di strategie di vita che risultano vincenti per quelle condizioni?

#### RIASSUNTO

I Coleotteri Carabidi sono un gruppo di invertebrati del suolo che si presta molto bene al ruolo di indicatori biologici. In questo lavoro viene discusso un metodo per valutare le strategie adattative delle diverse specie ai fini della ricerca applicata. Vengono proposti esempi per la produzione di modelli geografici basati sul pregio faunistico dei Carabidi. Viene proposta una discussione sull'uso del concetto di comunità.

#### SUMMARY

##### *CARABID BEETLES AND ANIMAL COMMUNITIES: TWO WAYS TOWARDS MANAGEMENT OF NATURAL RESOURCES*

The role of Carabid beetles as biological indicators is widely documented. A method, aimed to the applied research, to evaluate the life strategies of the species is discussed in this paper. Examples of geographical patterns based on the Carabid faunistic value are proposed. The reliability of the community concept as an operative tool is discussed.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOER P.J. DEN, 1977 – *Dispersal Power and Survival. Carabids in a cultivated countryside.* – Miscellaneous Papers, 14. Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands.
- BOER P.J. DEN, LOEVEI G.L., STORK N.E., SUNDERLAND K.D. (eds.) 1987 – *Proceedings of the 6th European Carabidologist's Meeting.* – Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 22. Akademiai Kiado, Budapest.
- BOER P.J. DEN, LUFF M.L., MOSSAKOWSKI D., WEBER F. (eds.) 1986 – *Carabids Beetles, Their Adaptations and Dynamics.* Gustav Fischer, Stuttgart, New York.

- BRANDMAYR P., 1980 – *Entomocenosi come indicatori delle modificazioni antropiche del paesaggio e pianificazione del territorio: esempi basati sullo studio di popolamenti a Coleotteri Carabidi*. – Atti XII Congr. Naz. Ital. Entomol., Roma: 263-283.
- DESENDER K. (ed.), 1994 – *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. – Kluwer Academic Publishers.
- PIZZOLOTTO R., 1994a – Censimenti di Coleotteri Carabidi lungo un transetto costa tirrenica-costa ionica in Calabria: cambiamenti della diversità di specie. – Atti XVII Congr. Naz. It. Ent., Udine: 445-450.
- PIZZOLOTTO R., 1994b – Soil arthropods for faunal indices in assessing changes in natural value resulting from human disturbances. In: T. Boyle & C.E.B. Boyle (eds.) «*Biodiversity, Temperate Ecosystems and Global Change*», pp. 291-314. Springer Verlag.
- PIZZOLOTTO R., 1997 – Un Indice dello Stato di Conservazione del Paesaggio Applicato alle Tipologie Corine. S.It.E. Atti, 18: 587-589.
- STORK N.E. (ed.), 1990 – *The role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*. – Intercept, Andover-Hampshire.
- THIELE H.U., 1977 – *Carabid Beetles in their environments*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.