

Sul riconoscimento esterno del sesso negli stadi preimmaginali degli Insetti.

(Ricerche eseguite col contributo del C.N.R.)

Mentre è di solito facile distinguere in vivo i maschi dalle femmine negli Insetti adulti, semplicemente in base ai caratteri sessuali secondari (spesso assai vistosi oltre che molteplici) ovvero, in ultima analisi, esaminandone i genitali esterni, negli stadi giovanili, invece, tale distinzione risulta poco agevole. Le difficoltà aumentano poi enormemente salendo dagli Apterigoti ed Esopterigoti agli Endopterigoti, vale a dire passando dagli Insetti che compiono metamorfosi incomplete o graduali a quelli che soggiacciono a profonde trasformazioni per raggiungere lo stato di immagine.

Accanto alla semplice curiosità di conoscere subito il sesso di un dato insetto in stadi preimmaginali, senza dover attendere, talora per eventuali diapause, anche tempi lunghissimi, lo sfarfallamento degli adulti, si pone inderogabile, nel corso di certe ricerche, la necessità di effettuare tale riconoscimento sull'esapodo vivo, e quindi condotto puramente sull'esame di caratteri esterni, senza ricorrere al controllo delle gonadi, che, differenziandosi assai precocemente nel corso dell'ontogenesi, potrebbero fornire alla dissezione, da un certo momento in poi, un validissimo elemento di giudizio.

Ad esempio nell'applicazione di quel modernissimo metodo biologico di lotta contro gli Insetti nocivi, conosciuto come « tecnica del maschio sterile », il lavoro di allevamento degli individui da liberare, poi, come adulti in campagna, potrebbe essere, al limite, pressochè dimezzato, qualora disponessimo di sicuri e pratici caratteri distintivi per riconoscere il sesso fino dai primi stadi dello sviluppo; in tal caso sarebbe infatti possibile eliminare gli individui di sesso femminile, i quali, oltre che inutili ai fini della lotta, possono, una volta immessi in natura, rivelarsi addirittura dannosi ⁽¹⁾. Del pari sarebbe auspicabile il riconoscimento precoce del sesso in un altro nuovo settore della lotta biologica e precisamente in quello che si avvale dei feromoni di attrazione sessuale; in questo caso, all'opposto della tecnica precedente, ci interessa di conservare le femmine, e per di più non fecondate, cessando, dopo la copula, la formazione e l'emissione del suddetto feromone; non conoscendo

(1) O perchè pungono con l'ovopositore di sostituzione sclerificato i frutti, come certi Tripetidi, o perchè trasmettono o diffondono germi patogeni come certi Culicidi e Muscidi.

il sesso degli stadi preimmaginali, ci si troverebbe costretti ad isolare gli individui uno ad uno prima dello sfarfallamento degli adulti, onde evitare gli accoppiamenti.

Questi ed altri recenti orientamenti della ricerca scientifica specie nel campo della fisiologia ⁽¹⁾ hanno condotto in primo piano il problema dell'identificazione del sesso degli Insetti fino dagli stadi più precoci dello sviluppo, problema che nel passato aveva solo marginalmente sfiorato qualche studioso e in genere limitatamente a Esapodi di laboratorio.

Per tale riconoscimento ci si potrebbe valere, oltre che di caratteri morfologici esterni, o comunque visibili esternamente, di differenze di ordine etologico ed ecologico tra maschi e femmine; ma tali differenze non sono, tra i giovani, molto comuni e per di più non di rilievo così immediato come le morfologiche, che pertanto restano quelle che forniscono i caratteri distintivi di gran lunga più importanti.

È opportuno ora precisare che col presente saggio non si è voluto, nè si sarebbe potuto, passare in rassegna tutti i reperti su questo interessante e pur tuttavia poco noto argomento, bensì fornire un panorama abbastanza ampio e documentato tale da servire come orientamento nella risoluzione di casi particolari.

POSSIBILITÀ DI DISCRIMINAZIONE TRA UOVA MASCHILI E UOVA FEMMINILI.

Spesso sarebbe desiderabile che il riconoscimento del sesso fosse effettuato molto precocemente nell'ontogenesi dell'insetto. Il primo stadio dello sviluppo è rappresentato dall'uovo, ebbene, per quanto in casi del tutto particolari, si sono potute indicare con sicurezza quelle che avrebbero dato origine a maschi e quelle che avrebbero lasciato sgusciare femmine.

Fra gli Insetti eterometabolici si conosce il caso della *Diaspis pentagona* Targ.; la femmina di questo ben noto Rincoto omottero emette dapprima una serie di uova di color arancio contenenti embrioni diploidi di sesso femminile, e subito dopo un altro gruppo di uova di colore crema, talora leggermente rosato, contenenti embrioni aploidi di maschi (Monti, 1955; Seuge e Vuillaume, 1970). In questa specie, dunque, la semplice colorazione dell'uovo costituisce un valido elemento diagnostico per la discriminazione del sesso fin dallo stadio di uovo (dicromismo sessuale).

Fra gli olometaboli ricorderò, a mo' di esempio, l'Imenottero Calcidoideo *Coccophagus bivittatus* Comp. la cui femmina depone uova sessualmente dimorfiche; quelle peduncolate (partenogenetiche) da cui sortiranno maschi e quelle prive di peduncolo (fecondate) proprie delle femmine (Zinna, 1961).

È comprensibile come le possibilità di discernimento del sesso allo stadio

⁽¹⁾ Sovente i due sessi danno una risposta alquanto diversa a stimoli uguali, dimostrando differenze fisiologiche non trascurabili. I tossicologi, ad esempio, hanno rilevato differenze significative tra la sensibilità dei maschi e quella delle femmine a certi insetticidi.

di uovo, che è quello morfologicamente meno differenziato, siano assai limitate; pure in Insetti molto studiati anche sotto questo profilo non si è riusciti a mettere in evidenza caratteri distintivi sicuri. Così in *Bombyx mori* L., secondo certi Autori, vi sarebbero differenze a livello della microscultura del corion; secondo altri esisterebbero differenze di ordine ponderale, visto che le uova più piccole danno origine prevalentemente a maschi e quelle più grandi in maggioranza a femmine (Foà e Romeo, 1925). Pare che tale « dimorfismo » sessuale dell'uovo si verifichi anche in altre specie di Lepidotteri, sempre però con una parziale sovrapposizione delle due classi di grandezza. In ogni caso eventuali differenze nella microscultura del corion e nel peso delle uova sono caratteri di non facile rilievo, oltre che inquinati da un certo margine di incertezza, e quindi scarsamente, o niente affatto, utilizzabili nella normale routine di laboratorio.

Altrettanto dicasi per differenze di ordine fisiologico quali la schiusura delle uova che nelle femminili è anticipato rispetto a quelle maschili (per il Lepidottero *Porthetria dispar* L. e pochi altri Insetti, cfr. Leonard, 1968).

Infruttuosi sono stati anche i tentativi di separare i sessi, nel Dittero Tripetide *Ceratitis capitata* Wied., sulla base di eventuali differenze nella densità delle uova, mediante immersione in acqua glicerinata (cfr. Feron e Serment, 1963).

Con opportune, per quanto semplici, preparazioni che però coinvolgono la morte dell'uovo (colorazione, schiacciamento ed esame del vetrino al microscopio), è possibile procedere al riconoscimento del sesso nei Lepidotteri in genere, quando lo sviluppo embrionale volga al termine; fin da questo momento sono infatti riconoscibili testicoli e ovari, i primi già chiaramente definiti, i secondi ancora indifferenziati (Levesque, 1963).

RICONOSCIMENTO DEL SESSO NELLE NEANIDI E NELLE NINFE.

È opportuno, come si è accennato all'inizio, trattare separatamente gli stadi postembrionali degli Insetti eterometabolici da quelli degli olometabolici. Considerato che i primi, a differenza dei secondi, sgusciano dall'uovo in uno stadio più o meno simile all'adulto, è intuitivo che in essi sarà più agevole una precoce discriminazione dei sessi. Limitiamo il nostro discorso agli ordini di maggiore comprensione.

O r t o t t e r i . In certe specie il sesso è stato identificato fin dallo stadio di neanide di I età, vale a dire appena l'insetto è sgusciato dall'uovo (fig. I), perchè gli individui di sesso femminile mostrano già nel IX urosterno, chiaramente visibile sia pure con l'ausilio di mezzi ottici, i rudimenti del II paio di valve dell'ovopositore morfologico, mentre gli abbozzi del I paio di valve, che sono assai più piccoli, possono comparire in quella stessa età (cfr. Janzone, 1940) ovvero nella successiva (cfr. Michelmores e Allan, 1934). Man mano l'accrescimento procede, tali caratteri si fanno viepiù evidenti talchè il sesso dell'insetto può essere rilevato anche ad occhio nudo.

In altre specie, a quanto pare (forse anche perchè insufficientemente esaminate sotto questo profilo), il sesso sembra rendersi manifesto solo in fasi più avanzate dello sviluppo, sempre, quanto meno, allo stadio di ninfa, e sempre a livello dei genitali esterni organizzati nella femmina a costituire un ovopositore morfologico, particolarmente vistoso, poi, nel sottordine degli Ensiferi.

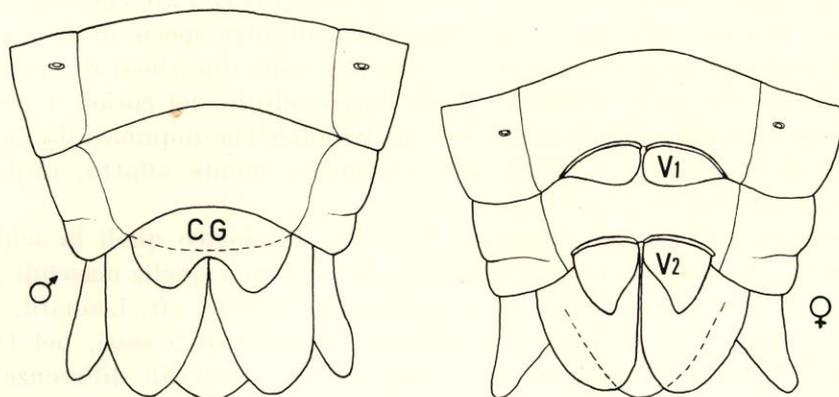


FIG. I.

Dociostaurus maroccanus (Thunb.). — Neanidi della I età: ultimi uriti veduti dal ventre per mostrare le differenze tra il maschio (a sinistra) e la femmina (a destra): CG, abbozzo del cappuccio genitale; V₁, abbozzo del primo paio di valve; V₂, abbozzo del secondo paio di valve (da Jannone, 1940).

Fuori dalla « sfera genitale » il riconoscimento è possibile negli ultimi stadi ninfali attraverso una laboriosa analisi biometrica di caratteri morfologici, generalmente suscettibili di essere misurati con la necessaria precisione solo in individui inerti (cfr. Blackith e Blackith, 1969).

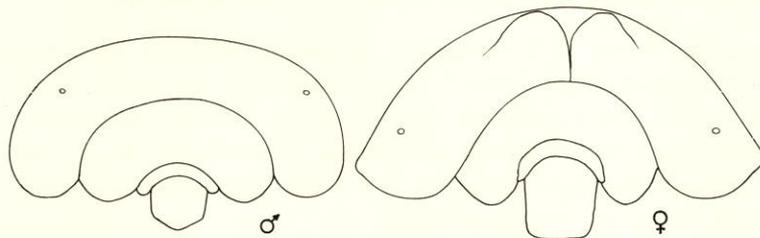


FIG. II.

Eurydema ornatum L. — Ninfe dell'ultima età: ultimi urosterni del maschio (a sinistra) e della femmina (a destra) caratterizzata dalla presenza di un paio di lobi nell'VIII segmento (da Servadei, 1935).

Rincoti. Anche in questo grande ordine di esopterigoti è possibile discernere il sesso abbastanza precocemente, anche se solo eccezionalmente in stadi così giovanili come negli Ortotteri.

In varie famiglie del sottordine degli Eterotteri (ma vi è motivo di ritenere che il fenomeno sia generale) il sesso (fig. II) si rende manifesto a comin-

ciare dall'ultimo (cfr. Servadei, 1951) o dal penultimo stadio ninfale⁽¹⁾ (cfr. Dupuis, 1947), quando cominciano ad apparire evidenti gli abbozzi dei genitali esterni: sovente 2 lobi al margine posteriore del IX urosterno nei maschi e 4 lobi nella femmina, un paio all'VIII urosterno ed un paio al nono.

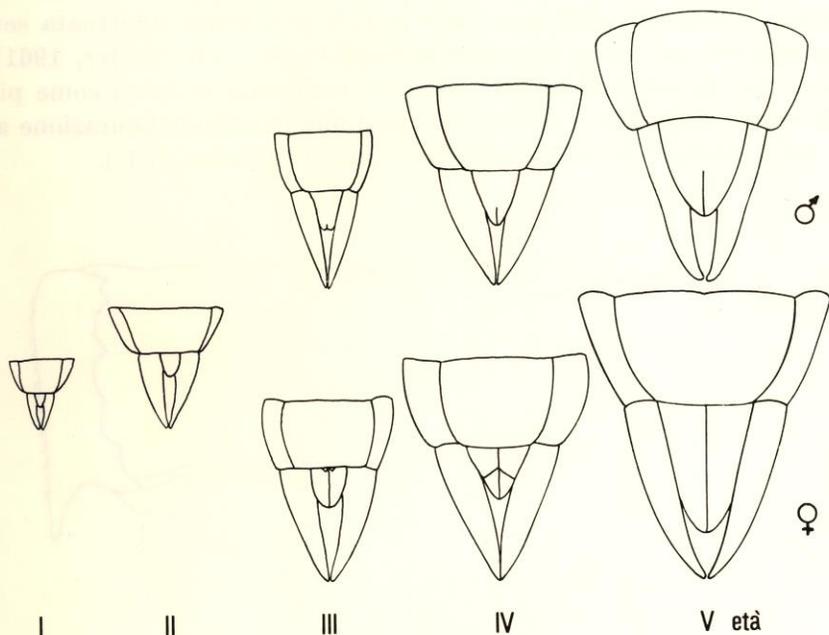


FIG. III.

Nephroleptis cinclipes Uhler. — Urosterni genitali nei vari stadi preimmaginali per mostrare la crescente diversificazione (dalla III età in poi) tra maschi (in alto) e femmine (in basso) (da Mochida, 1970).

Nella ninfa dell'ultima età tali abbozzi risultano ulteriormente evoluti: in alcune specie il maschio, sempre nel IX urosterno, presenta 2 lobi laterali che costituiranno i parameri e un lobo mediano più voluminoso che rappresenta l'edeago, mentre nella femmina compare, a livello del IX urosterno, un terzo paio di lobi che costituiscono gli abbozzi del terzo paio di valve dell'ovopositore dell'adulto (cfr. Rawat, 1939).

Per certe specie, tuttavia, il riconoscimento può essere effettuato anche in stadi precedenti (addirittura fin dal primo) sempre in base alle caratteristiche degli uriti genitali, però con qualche difficoltà, in particolare nell'insetto vivo (cfr. Rawat, 1939).

Nel sottordine degli Omotteri il riconoscimento del sesso in stadi giovanili è altrettanto agevole. In base ai caratteri esterni degli uriti genitali è

(¹) Per il ben noto *Rhodnius prolixus* Stål cfr. Gillett, 1935.

sempre possibile nell'ultimo stadio preimmaginale nell'insetto vivo e talora anche nel penultimo e terzultimo ⁽¹⁾; in preparati dell'esoscheletro dell'VIII e del IX urosterno, visti al microscopio, la discriminazione dei sessi può essere effettuata in stadi precedenti (per gli Psillidi cfr. Nguyen, 1969; Ball e Jensen, 1966), e alla dissezione addirittura fin dalla I età, risultando le gonadi già sufficientemente differenziate. Quando i tegumenti dell'insetto sono trasparenti la diagnosi sulla base delle gonadi può essere effettuata semplicemente dall'esterno, come ad esempio negli Psillidi (cfr. Carter, 1961) ove i testicoli, non mascherati da altri organi, traspaiono al dorso come piccole masse di colore giallastro, « unite » dal micetoma in una configurazione ad H, mentre nelle femmine è visibile solo il micetoma (a forma di U).

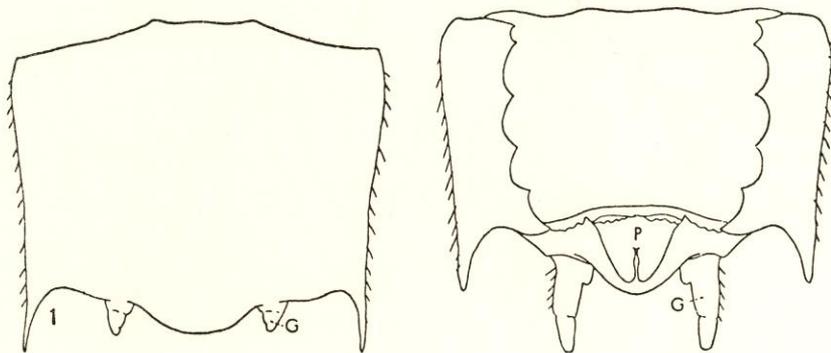


FIG. IV.

Siphonurus lacustris Etn. — Nono urosterno di una ninfa maschile giovane (a sinistra) e di una ninfa maschile all'ultima età (a destra) per mostrare lo sviluppo progressivo dei genitali esterni (mancanti nelle ninfe femminili): G, gonostili; P, pene (da Grandi M., 1964).

In certi Sternorinchi, poi, come nella famiglia dei Coccidi, dato il forte dimorfismo sessuale, il riconoscimento è facile precocemente in base ai caratteri sessuali secondari, cioè senza ricorrere all'esame degli abbozzi degli organi genitali esterni o a quello delle gonadi.

Il sesso degli stadi giovanili è stato riconosciuto anche in alcuni ordini « minori » di Esopterigoti, quali Efemeroidei e Blattodei, e sempre in base alle caratteristiche degli urosterni genitali.

Così negli E f e m e r o i d e i il sesso diviene identificabile, sovente fin dai primi stadi ninfali, se non altro per la presenza nel maschio, al margine posteriore del IX urosterno (fig. IV), di 2 prominenze coniche (i gonostili) che

⁽¹⁾ Le possibilità variano anche nell'ambito della stessa famiglia; ad esempio in certi Cicadellidi la diagnosi può essere fatta solo nell'ultima età (cfr. Pollard, 1962) mentre in altri si può anticipare fino alla terz'ultima (cfr. Mochida, 1970).

nel corso dell'accrescimento postembrionale si segmenteranno sviluppandosi vistosamente (cfr. Grandi, 1964). Sono stati tuttavia messi in evidenza anche caratteri sessuali secondari, quali la presenza di un secondo paio di occhi nelle ninfe maschili, le quali inoltre presentano cerco e paracerco assai più robusti e contigui alla base, come ha visto Thibault, 1970.

Nei Blattodei il riconoscimento è parimenti tanto più semplice quanto più lo stadio di sviluppo è avanzato; comunque in *Blatta* e in *Periplaneta* è possibile, sia pure con difficoltà, fin dalla neanide di I età, presentando la femmina, a differenza del maschio, in questo e negli stadi successivi, un marcato incavo (fig. V) al margine posteriore del IX urosterno (cfr. Lawson e

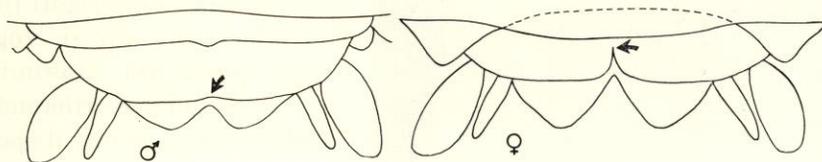


FIG. V.

Blatta orientalis L. - Neanidi della I età: ultimi uriti visti ventralmente, a sinistra del maschio e a destra della femmina, contraddistinti in quest'ultima da una profonda incisura nel IX urosterno (da Lawson e Lawson, 1965).

Lawson, 1965). In *Blattella* il suddetto carattere serve nelle prime età; per le ninfe si ricorre al conteggio degli urosterni visibili: 9 nel maschio e solo 7 nella femmina, essendo gli ultimi 2 ricoperti dal VII urosterno (cfr. Ross e Cochran, 1960).

In conclusione, dunque, i più evidenti caratteri distintivi del sesso negli stadi giovanili degli Eterometaboli in genere, si riscontrano a livello degli uriti genitali; tuttavia date le modalità di sviluppo postembrionale seguite da questi Insetti, si possono utilizzare, almeno negli ultimi stadi ninfali, allorchè il dimorfismo sessuale degli adulti è pronunciato, anche i caratteri sessuali secondari.

RICONOSCIMENTO DEL SESSO DELLE LARVE E DELLE PUPE.

Le larve sono organismi profondamente diversi dai rispettivi adulti; loro funzione è quella di crescere e pertanto di accumulare le sostanze necessarie alla costruzione dell'immagine. Già da ciò si comprende come un dimorfismo sessuale in siffatti esseri sia di solito ben poco o per niente affatto delineato.

Nelle pupe, invece, che rappresentano una sorta di modello dell'adulto, rispecchiandone le caratteristiche morfologiche esterne, il sesso può essere identificato con facilità non soltanto in base a caratteri sessuali primari, ma anche sulla scorta di quelli secondari, quando gli adulti, come spesso ac-

cade, differiscano tra loro più o meno fortemente in questo o quel carattere morfologico.

Oltre a peculiarità morfologiche vengono non di rado segnalate negli stadi preimmaginali dei due sessi diversità di ordine fisiologico, quale la durata dello sviluppo (di solito più lungo per la femmina), ma esse risultano di scarso o nullo valore per una pratica discriminazione. Per quanto meno comunemente si possono riscontrare anche differenze etologiche; queste ultime per

il loro valore pratico in campo diagnostico sono da considerarsi in una posizione intermedia.

Vediamo ora nei principali ordini di endopterigoti (od olo-metaboli che dir si vogliano) quali possibilità discriminative ci siano offerte, riferendoci ai pochi reperti finora disponibili.

Lepidotteri.

LARVE. — Considerato che per specie sottoposte, per una ragione o per l'altra, a minuziose ricerche, si sono potute evidenziare caratteri diagnostici di più o meno facile rilievo, si è autorizzati a ritenere che la distinzione dei sessi nelle larve dei Lepidotteri sia possibile in molti casi, qualora le stesse siano attentamente esaminate a questo scopo.

In forme di piccola taglia [ad esempio in Gelechiidi (cfr. Mills, 1964), Tortricidi e Piralidi] la larva maschile, specialmente nell'ultima età, si distingue da quella femminile per



FIG. VI.

Ephestia kuehniella Zell. — Larve dell'ultima età dal dorso: maschile a sinistra (con macchia scura a livello del IV-V urotergo), femminile a destra.

presentare al dorso, a livello del IV-V urite, una vistosa macchia mediana generalmente di colore rosso cupo, corrispondente alle masse testicolari che traspaiono all'esterno (fig. VI).

In larve di cospicue dimensioni si può ricorrere a caratteri presenti nell'VIII-IX urosterno. Nel Baco da seta la larva femminile mostra verso il margine posteriore dei suddetti segmenti, a differenza di quella maschile, 4 piccole areole grigiastre (dischi di Ishiwata) corrispondenti ai dischi immaginali dai quali trarrà origine la componente ectodermica dell'apparato geni-

tale femminile (1). In certi Sfingidi (cfr. Stewart et alii, 1970) a cominciare dalla II età compare, sia nelle larve maschili che in quelle femminili, verso il margine anteriore del IX urosterno, una netta depressione mediale, alquanto depigmentata, che nei maschi risulta contrassegnata, verso il margine posteriore, da una piccola macchia nera; tale carattere, visibile nel IV e V stadio ad occhio nudo, è, secondo i suddetti Autori, probabilmente rilevabile anche in altre larve di Lepidotteri.

Elementi diagnostici talora utili, sia pure con riserva, sono rappresentati da differenze di peso, quando di notevole entità e riferite a stadi precisi, nonché differenze di livrea come ad esempio quelle riscontrabili in certi Limantridi (cfr. Bourgogne, 1951).

In casi speciali, come succede per certi Psichidi, risultano utilissime, per la diagnosi del sesso, differenze di forma e struttura degli astucci larvali. In *Pachytelia villosella* Ochsh., ad esempio (cfr. Fiori, 1957), i sacculi dei due sessi sono nettamente diversi, essendo quelli femminili formati da pezzetti brevi e sottili di steli di Graminacee disposti parallelamente, mentre quelli maschili sono costituiti da pezzetti più lunghi e più grossi divaricati all'indietro; tali diversità, già chiaramente percepibili nelle larve di I età, diventano sempre più evidenti nelle età successive (2).

Altre differenze riscontrabili nei Lepidotteri ed anche in altri gruppi, però di ordine fisiologico, e come tali di scarsa utilità pratica, sono date dal numero degli stadi larvali che, ad esempio, in *Porthetria dispar* L. assommano a 5 per i maschi e a 6 per le femmine (cfr. Leonard, 1968) e da particolari proprietà chimiche del sangue (cfr. Bourgogne, 1951).

PUPE. — È senz'altro sulle crisalidi dei Lepidotteri che si ha, di gran lunga, la maggiore massa di dati in riguardo alla caratterizzazione sessuale; si tratta in genere di reperti isolati (fanno eccezione quelli di Butt e Cantu, 1962) e per di più, a quanto pare, manca un consistente lavoro di insieme nonostante l'importanza conclamata dell'argomento.

Sovente si verifica un marcato dimezzamento sessuale nel senso che le crisalidi maschili sono in genere più piccole di quelle femminili e talora in misura notevole come ad esempio nei Lasiocampidi. Tuttavia, come succede in generale per tali caratteri, la loro utilizzazione è valida soltanto verso le frange estreme, verificandosi sempre, o quasi sempre, una sovrapposizione più o meno ampia dei valori megetici dei due sessi. In certi casi però [cfr. Waller, 1967, per l'Epialide *Wiseana cervinata* (Walk.)], si può giungere a discriminare con sicurezza, in base al peso, fino al 90% della popolazione e talora (cfr. Cartier, 1957, per il Galleriide *Galleria mellonella* L.) fino al 98-100%.

(1) Il riconoscimento del sesso delle larve ha importanza notevole per la preparazione del « seme » mediante incroci; così di tali caratteri ci si è valse in pratica in bachicoltura.

(2) Merita ricordare che il dietismo sessuale investe anche l'ancoramento delle larve mature; quelle maschili, infatti, fissano i loro astucci di solito ad un'altezza da terra variante dai 20 ai 30 cm, mentre quelle femminili salgono assai più in alto (60-150 cm).

Parimenti utili, sia pure con le limitazioni sopraccennate, possono essere le differenze cromatiche talora rilevabili tra i due sessi, e magari sommantisi a quelle megetiche, come ad esempio nel Geometride *Ennomos subsignarius* Hb. avente le crisalidi maschili molto più scure, oltre che più piccole, di quelle femminili (cfr. Solomon, 1962).

Non va poi dimenticato che dimensioni e colori sono caratteri estremamente variabili anche in funzione di numerosi altri fattori, quali la quantità e la qualità del pabulum di cui hanno potuto disporre le larve, nonché



FIG. VII.

Ephestia kuehniella Zell. — Crisalidi vedute dal dorso: maschile a sinistra, femminile a destra.

condizioni atmosferiche cui hanno soggiaciuto le crisalidi, loro età ed eventuale parassitismo. Quando le crisalidi sono di taglia minuta e con tegumenti poco pigmentati, possono essere distinte, come si è già detto per le larve, in base alla presenza, nei maschi, della macchia dorsale addominale corrispondente ai testicoli, in questo stadio meno evidenti, oltre che per lo strato di corpo adiposo che li ricopre, per la minore trasparenza della cuticola che nella pupa è alquanto sclerificata (fig. VII).

Tali strisce, site al margine caudale degli uriti e derivate dalla parziale invaginazione del segmento posteriore in quello anteriore (e quindi dalla sovrapposizione di tre strati tegumentali), sono (in relazione alla localizzazione delle aperture genitali nei due sessi) in numero di 4 nei maschi e di 3 nelle femmine (ad esempio in riguardo ai Tortricidi, cfr. Peterson, 1965, per *Carpocapsa pomonella* (L.); George, 1965, per *Grapholita molesta* (Busck); Yates, 1969, per alcune specie di *Rhyacionia* Hb.).

Ma i caratteri morfologici distintivi di valore generale e più sicuri risiedono a livello degli uriti genitali. Infatti nei Dittrisi, che racchiudono la stragrande maggioranza dei Lepidotteri, mentre nel maschio la fessura virtuale corrispondente al gonotrema è breve e localizzata nel IX urosterno, nella femmina invece, comprendendo sia il gonotrema vero e proprio che l'ostio di

condizioni atmosferiche cui hanno soggiaciuto le crisalidi, loro età ed eventuale parassitismo.

Quando le crisalidi sono di taglia minuta e con tegumenti poco pigmentati, possono essere distinte, come si è già detto per le larve, in base alla presenza, nei maschi, della macchia dorsale addominale corrispondente ai testicoli, in questo stadio meno evidenti, oltre che per lo strato di corpo adiposo che li ricopre, per la minore trasparenza della cuticola che nella pupa è alquanto sclerificata (fig. VII).

In vari casi, specialmente nei Microlepidotteri, un carattere di facile riferimento è dato dal numero di fasce trasversali scure reperibili al ventre posteriormente all'apice delle pteroteche.

Tali strisce, site al margine cau-

copulazione, tale fessura è lunga e in vari casi si estende non solo per tutto il IX urosterno ma giunge fino ad intersecare il margine caudale dell'VIII (fig. VIII), ovvero interessa in prevalenza questo segmento, per cui in pratica si suole indicare l'apertura genitale del maschio come presente nel IX urosterno e quella della femmina come localizzata nell'VIII. Oltre a ciò i due ultimi solchi intersegmentali descrivono al ventre una grande ansa mediale che si spinge notevolmente in avanti fin quasi a dividere l'VIII urosterno della femmina, mentre nel maschio tali solchi hanno un decorso normale (fig. VIII).

In certe specie sono inoltre presenti negli urosterni genitali e postgenitale, coppie di lobi contigui abbastanza evidenti, in numero variabile secondo il sesso. Così, ad esempio, le crisalidi maschili dei Citeroniidi del gen. *Anisota* e del Notodontide *Datana ministra* Drury ne presentano un paio al IX urosterno mentre quelle femminili ne sono sprovviste (cfr. Ehrlich et alii, 1969); alcuni Nottuidi come *Euxoa messoria* (Harris) ne mostrano 2 paia nella serie maschile, limitanti rispettivamente l'apertura genitale nel IX urosterno e quella anale nel X, un solo paio nella serie femminile e precisamente quello del X urite (cfr. Cheng, 1970).

Un altro carattere morfologico utile, per quanto non di valore altrettanto generale, può essere fornito dalle cheratoteche. In certe specie queste si presentano assai più prominenti nelle crisalidi maschili in relazione al maggior sviluppo delle antenne in questo sesso (cfr., ad es., Solomon, 1962). In altre specie invece, pur avendo la femmina adulta antenne molto più piccole del maschio, le cheratoteche nella relativa crisalide sono uguali a quelle maschili (ad esempio in certi Saturnidi, Geometridi, Notodontidi e Limantridi; cfr. Bourgogne, 1951); ciò a conferma che il dimorfismo sessuale delle pupe è meno accentuato che negli adulti, sebbene le prime rappresentino una sorta di calco dei secondi.

Laddove il dimorfismo sessuale è fortissimo e accompagnato da dimetabolia, come succede tra gli Psichidi a femmine catametaboliche, il riconosci-

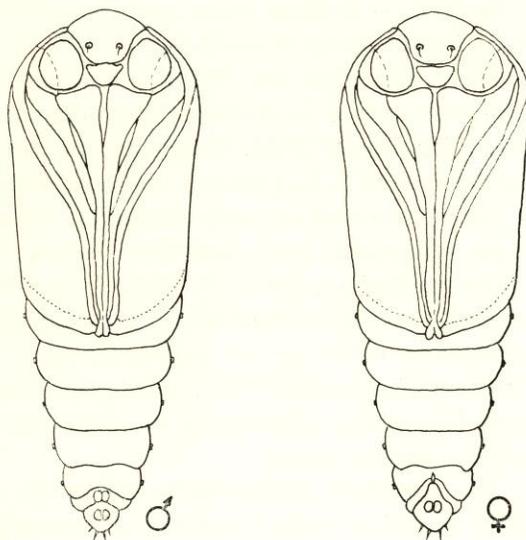


FIG. VIII.

Euxoa messoria (Harris). — Crisalidi vedute dal ventre per mostrare la diversa conformazione degli uriti genitali nel maschio (a sinistra) e nella femmina (a destra) (da Cheng, 1970).

mento del sesso delle crisalidi è immediato, essendo quelle femminili prive di pteroteche e con cherato- e podoteche molto ridotte (1).

Da ultimo, per quanto di portata pratica assai limitata, accenniamo a differenze di ordine, per così dire, etologico. In qualche caso si è constatato (ad esempio per *Ennomos subsignarius* Hb., cfr. Solomon, 1962) che le crisalidi maschili mostrano una spiccata tendenza a compiere movimenti con l'addome mentre le femminili appaiono generalmente inattive.

D i t t e r i .

LARVE. — Notizie sulla caratterizzazione sessuale delle larve di questi Insetti sono estremamente rare.

Nel sottordine dei Nematoceri, che hanno un cranio ben sviluppato, sono state messe in evidenza differenze a questo livello. In alcune specie del gen. *Chironomus* Meig. il dimorfismo sessuale investe la lunghezza di tale tagma nonché la larghezza e l'altezza del dente labiale, misure, in particolare la prima, più elevate nella femmina, e forse da porre in relazione con differenze ecologiche tra i due sessi durante questi stadi (cfr. Atchley, 1971; Atchley e Martin, 1971) (2). Come si può facilmente comprendere, si tratta di caratteri sessuali secondari di non comodo rilievo, e comunque non o scarsamente proficui per un esame in vivo. In altre specie di Chironomidi (la *Syndiamesia branickii* Now.) le branchie anali che sono tubolari, appaiono nella larva femminile, a differenza di quella maschile, segnate da una serie di strozzature (Séguy, 1951).

Un carattere agevolmente rilevabile, come le dimensioni del corpo, di solito maggiori nella femmina, dà purtroppo, per le ragioni esposte in precedenza, poco affidamento (per taluni *Chironomus*, cfr. Martin, 1963). Un carattere valido, ma utilizzabile solo per certe forme e solo per larve dell'ultima età, è offerto dagli abbozzi degli organi genitali (cfr. Atchley, 1971). Più in generale si può concludere che nelle larve dei Nematoceri la discriminazione dei sessi è spesso difficile e comunque possibile solo in certi gruppi, sebbene, come si è appena visto, sia stata dimostrata l'esistenza di un vero e proprio dimorfismo sessuale.

(1) Per questi Lepidotteri, poi, può essere sufficiente l'esame dell'astuccio in cui impupano, viste le possibilità di forte diversificazione di tale ricovero secondo il sesso.

Per i bozzoli in generale si possono forse cogliere differenze ad un livello più spinto, rilevandone ad esempio le proprietà ottiche (come hanno fatto Ninokata e Miyazato, 1968, per *Bombyx mori* L.).

(2) Gli Autori avevano preso in considerazione ben 17 caratteri della capsula cefalica; di questi solo 3 si sono dimostrati validi e per di più non in misura pienamente soddisfacente per tutte e 5 le specie esaminate. Ciò a riprova delle grandi difficoltà che si incontrano nel sessare le larve dei Ditteri, anche su materiale inerte. D'altronde il fatto che le larve mostrino un definito dimorfismo sessuale deve essere tenuto ben presente nella loro identificazione tassinomica.

Nei Brachiceri poi, e in particolare nei Ciclorrafi, contraddistinti da una notevole « semplificazione » morfologica, le difficoltà certamente aumentano. Sta di fatto che in bibliografia non mi è stato possibile trovare dati sulla caratterizzazione sessuale delle larve di questo sottordine. Tentativi da me condotti su larve di Larvevoridi, utilizzando lo scheletro cefalo-faringeo, che è la struttura cuticolare più differenziata, sono stati infruttuosi (dati non pubblicati).

PUPE. — In questo stadio, per i motivi già esposti, le possibilità discriminative aumentano e correlativamente i dati reperibili in bibliografia si fanno più numerosi.

Per quanto riguarda i Nematoceri, che hanno pupe quasi sempre libere (raramente protette dall'ultima esuvia larvale), il riconoscimento sarà, in generale, tanto più facile quanto più vistoso è il dimorfismo sessuale degli adulti. In ogni caso, e in particolare quando i due sessi sono omeomorfi o pressochè tali, risulta di grande aiuto, come già si è veduto per le crisalidi dei Lepidotteri, l'esame degli ultimi uriti che mostrano, generalmente, in relazione con la presenza dello sbocco esterno dell'apparato genitale, una conformazione sensibilmente diversa nel maschio e nella femmina (vedansi al riguardo le nitide illustrazioni di Brauns, 1954, relative a numerose famiglie). Tale metodo, se ha il pregio della precisione assoluta, presenta però l'inconveniente di essere lento e quindi non pratico nel campo delle applicazioni di lotta biologica con la tecnica del maschio sterile. Nel caso dei Culicidi del gen. *Aedes* Meig. si è potuto invece approntare un mezzo meccanico che, sfruttando le differenze di diametro tra le pupe dei due sessi, le separa, mediante un filtro opportunamente calibrato posto in acqua corrente, in quantità enormi nell'unità di tempo e con una sicurezza del 98-100% (cfr. Mc Cray, 1961).

Per quanto concerne il sottordine dei Brachiceri, se la pupa è libera, come accade nella generalità degli Ortorrafi, valgono le stesse considerazioni già prospettate per i Nematoceri (cfr. la iconografia del sopracitato volume di Brauns, 1954), se invece la pupa è coarctata, vale a dire è racchiusa nell'esuvia della larva dell'ultima età opportunamente modellata e sclerificata a costituire il pupario, come si verifica nei Ciclorrafi, il riconoscimento del sesso in base alle caratteristiche del pupario è attualmente impossibile, come lo era del resto per le relative larve.

Salvo casi eccezionali di netto dicromismo sessuale, come quello riscontrato in alcuni ceppi del Calliforide *Lucilia cuprina* Wied. in cui i pupari maschili sono bruni e quelli femminili neri (cfr. Whitten, 1969) ⁽¹⁾, per sessare

(1) Le « pupe » oltre che per il colore possono essere discriminate in base alla proprietà, limitatamente a quelle maschili, di essere attraversate dalla luce; è così consentito l'allestimento di semplici apparecchi a luce trasmessa che permettono di analizzare e smistare ben 7.000 pupe all'ora, alleggerendo enormemente il lavoro di laboratorio per le applicazioni di lotta basata sulla tecnica del maschio sterile.

le pupe dei Ciclorrafi si seguono due vie: la prima consiste nell'indagare se vi siano nette differenze ponderali ovvero megetiche tra maschi e femmine, con la seconda si tenta, con o senza l'uso di sostanze atte a schiarire le pareti del pupario, di scorgere la pupa exarata che sta all'interno e che sovente mostra chiari caratteri distintivi.

Il confronto ponderale mette sempre, o quasi sempre, in rilievo una differenza anche notevole tra il peso medio dei « pupari » dei due sessi, ma raramente essa è tale (come in *Drosophila melanogaster* Meig. ove le femmine pesano il doppio dei maschi, cfr. Henneberry et alii, 1964) da consentire in tutti i casi una sicura identificazione del sesso, verificandosi, di solito, una sovrapposizione più o meno marcata tra le curve dei pesi dei maschi, che di norma sono più leggeri, e quelle delle femmine (cfr. Feron e Serment, 1963, per *Ceratitis capitata* Wied.; Thomou e Tzanakakis, 1964, per *Dacus oleae* Gmel.; Crystal, 1970, per *Cochliomyia hominivorax* Coq.).

L'esame delle pupe attraverso le pareti dei pupari viene effettuato negli ultimi 2 giorni di vita pupale, quando oramai l'adulto ha raggiunto la conformazione definitiva e le setole nere spiccano bene sul suo corpo ancora depigmentato ⁽¹⁾. Se il pupario non consente l'osservazione al suo interno si può, in certi casi, farlo diventare sufficientemente trasparente con un opportuno trattamento chimico, tale da non danneggiare la pupa e da renderla sessualmente identificabile anche ad occhio nudo (cfr. ad es. Tung et alii, 1969, per *Musca autumnalis* De Geer). In ogni caso l'esame viene effettuato mediante un microscopio stereoscopico, con l'ausilio di una luce molto forte, e i caratteri cui di solito si ricorre per la diagnosi del sesso sono la larghezza della fronte, di regola più stretta nei maschi per il maggior sviluppo degli occhi (cfr. Witherspoon e Burns, 1967, per *Haematobia irritans* L.), e la chetotassi, generalmente del capo (cfr. Cunningham, 1966, per vari Tripetidi).

Coleotteri.

LARVE. — I dati relativi a questi stadi sono assai scarsi e comunque sembrano indicare l'assenza di caratteri sessuali secondari. In varie specie di Scarabeoidei (Scarabeidi, Passalidi e Lucanidi) che sono a questo riguardo i più studiati, la larva maschile, particolarmente all'ultima età ma anche nelle precedenti, fin dalla prima, si distingue da quella femminile per la presenza, a livello del IX urosterno, di una macchia scura a forma di Y o di V, corrispondente a due masse ghiandolari collegate con l'apparato riproduttore (si tratta degli abbozzi delle future ghiandole accessorie del maschio adulto) e che traspaiono esternamente. Altro organulo caratterizzante il maschio, per quanto non sempre visibile, è una placchetta sclerificata interna,

⁽¹⁾ Il vantaggio di sessare l'insetto soltanto 1-2 giorni prima dello sfarfallamento se può apparire modesto in termini temporali è purtuttavia importantissimo permettendo di isolare maschi e femmine prima che inizi la loro attività riproduttiva.

spesso di forma subtriangolare, localizzata medialmente alla confluenza delle suddette ghiandole e quindi pure nel IX urosterno, la cui punta può sporgere leggermente all'esterno in prossimità del solco tra il IX e il X urite (cfr. Hurpin, 1953; Menees, 1957 e Elliot, 1964). Tali strutture (fig. IX), che nell'insieme formano il cosiddetto organo di Herold, sono state primieramente trovate e descritte nelle larve maschili di alcuni Lepidotteri e di poi riscontrate in talune famiglie di Coleotteri (oltre che negli Scarabeoidei, anche nei Carabidi e nei Crisomelidi); in genere però non sono visibili dall'esterno in misura sufficiente da consentire l'identificazione del sesso senza ricorrere alla dissezione.

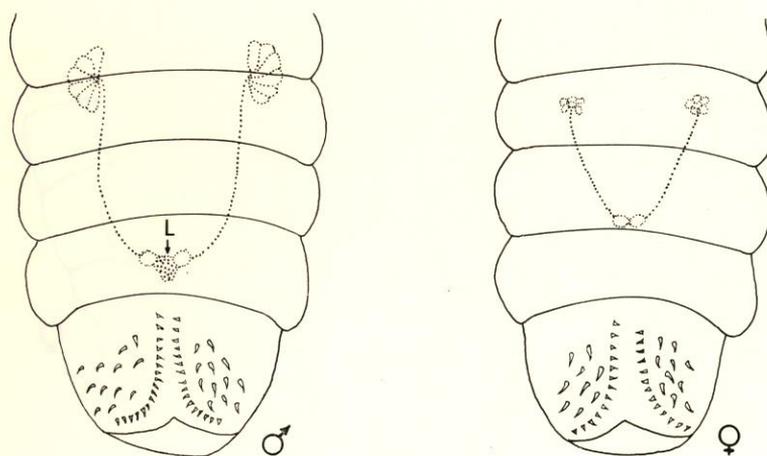


FIG. IX.

Ultimi uriti (schematizzati) di larve di Scarabeidi: maschile a sinistra, femminile a destra. È delineato l'apparato genitale, distinto nel maschio da una lamina sclerificata subtegumentale (L) a livello del IX urosterno (da Menees, 1957).

In alcuni Meloidi sono stati rilevati caratteri distintivi esterni a carico delle cosiddette larve coarctate, che nello sviluppo ipermetabolico di questi Coleotteri rappresentano il penultimo stadio larvale; le larve maschili infatti, a differenza delle femminili, mostrano, in corrispondenza del IX urosterno, una distinta fossetta mediana che corrisponde internamente al punto di attacco dell'abbozzo del canale eiaculatore al tegumento (cfr. Berrios-Ortiz e Selander, 1972).

Nelle larve dei Coleotteri le più cospicue differenze tra i due sessi vanno dunque, con tutta probabilità, ricercate a livello degli urosterni genitali. Certo è che tentativi di sessare le larve con caratteri al di fuori della sfera genitale sono stati vani; ad esempio in larve di Curculionidi accurate misure della capsula cranica non hanno mostrato differenze significative (cfr. Harman, 1970).

PUPE. — Al solito la diagnosi del sesso in questo stadio è abbastanza facile, potendosi sfruttare spesso i caratteri sessuali secondari e sempre quelli primari relativi ai genitali esterni. I dati reperibili in bibliografia sono pertanto numerosi e riguardano varie famiglie. Ricordiamo, a titolo esemplificativo, gli Edemeridi nei quali sia le pupe maschili che quelle femminili mostrano un paio di lobi al margine posteriore del IX urosterno, però piccoli nel maschio, notevolmente sviluppati nella femmina (Rozen, 1959).

In certi Meliridi del gen. *Psilothrix* Redt. la pupa maschile possiede 2 deboli prominenze al margine posteriore del VII urotergo (presenti anche nell'adulto ma molto più vistose) mentre la pupa femminile possiede un paio di stili biarticolati nel IX urosterno al pari della femmina adulta (cfr. Fiori, 1971).

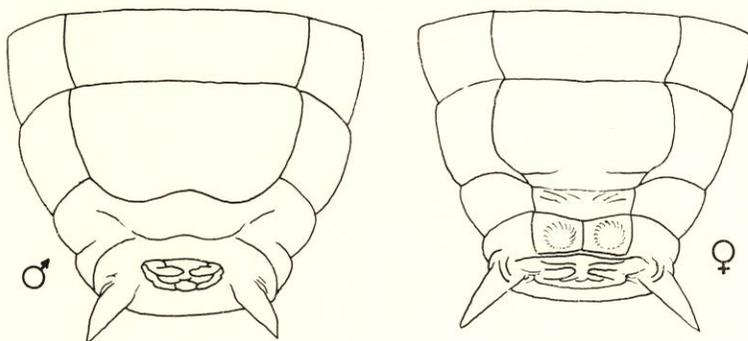


FIG. X.

Hylobius pales (Herbst). — Pupa: ultimi segmenti addominali del maschio (a sinistra) e della femmina (a destra), per indicare le differenze in corrispondenza dell'VIII e del IX urosterno (da Thomas, 1968).

Nelle pupe di certi Buprestidi (ad esempio in *Agrilus suvorovi populneus* Schaefer, cfr. Arru, 1962) si è potuto individuare il maschio scorgendo per trasparenza, a livello degli uriti VIII-IX, la estremità dell'edeago.

Negli Elateridi il riconoscimento del sesso è addirittura più facile nelle pupe che negli adulti, in base alla disposizione dei lobi presenti nell'urosterno genitale (in *Conoderus falli* Lane sono 3, allineati sulla stessa riga nel maschio, il mediano più piccolo è spostato in avanti nella femmina (cfr. Day e Cuthbert, 1971). Parimenti dicasi per certi Tenebrionidi coi due sessi omeomorfi; nei *Tribolium* Mc Leay ad esempio, il segmento genitale della pupa maschile mostra al ventre una depressione discoidale, mentre il corrispondente della femmina è fornito di 2 processi coniformi simili agli urogonfi, ma più brevi e relativamente più grossi (Good, 1936).

Nei Cerambicidi invece, caratterizzati allo stato adulto da un maggior sviluppo delle antenne nella serie maschile, si può ricorrere alla disposizione e alle dimensioni delle cheratoteche, oltre che alle strutture dell'urosterno

genitale rappresentate da una larga prominenza trasversa a contorno subrettangolare nel maschio, e da due lobi rotondeggianti subcontigui, spesso forniti di uno o più paia di setole, nella femmina (cfr. Duffy, 1953; Benham, 1969). Similmente nei Meloidi, sovente contraddistinti da un sensibile dimorfismo sessuale nelle antenne, nelle zampe, ecc., si possono utilizzare cheratoteche, podoteche, ecc., ovvero in ultima analisi i lobi del IX urosterno che, almeno in certe specie, sono contigui nel maschio e largamente separati nelle femmine (cfr. Berrios-Ortiz e Selander, 1972).

Nei Curculionidi si sfruttano i caratteri degli uriti genitali; in molte specie il IX urosterno è piatto ovvero convesso ma indiviso nei maschi, mentre è prominente e diviso, da un solco o una fossa, in 2 lobi arrotondati (fig. X) nelle femmine (cfr. Thomas, 1968; Anderson, 1968). Pure negli Scolitidi si ricorre agli urosterni genitali: nelle pupe femminili (del gen. *Dendroctonus* Er. ma molto probabilmente anche di altri) si vede sporgere fra l'VIII e il IX segmento un discreto lobo che invece manca in quelle maschili (cfr. Schofer e Lanier, 1970); in *Phloeotribus scaraboeoides* Bern. sono state messe in rilievo (cfr. Russo, 1937) differenze di lunghezza dell'VIII urotergo, che nel maschio è lungo quanto il VII mentre nella femmina è pari a soltanto 1/3 del VII urotergo.

I m e n o t t e r i .

LARVE. — In quelle dei Sinfiti si è dimostrato utile, sebbene alquanto macchinoso, il metodo basato sulla osservazione al microscopio stereoscopico dei dischi immaginali dei genitali esterni. Iniettando nelle larve dell'ultima età una soluzione acquosa al 2% di blu di metilene a livello degli ultimi uriti, tali abbozzi assumono una intensa colorazione per cui si rendono evidenti attraverso il tegumento, specialmente se la larva viene esaminata in acqua. In *Cephus cinctus* Nort., ad esempio (cfr. Holmes, 1970), si nota un disco impari in corrispondenza del solco intersegmentale tra il IX e il X urosterno nel maschio, mentre nella femmina si osservano 2 paia di dischi immaginali, uno a livello dell'VIII urosterno (che originerà il I paio di valve dell'ovopositore) l'altro nel IX (da cui si formeranno il II e III paio di valve).

Per certe forme minatrici si possono sfruttare differenze di ordine etologico; così nel Tentredinide *Heterarthrus ochropodus* (Klug) minatore delle foglie di Pioppo, si è osservato che le mine dei maschi raggiungono una superficie media (cm² 4,77) pari a meno della metà di quelle delle femmine (cm² 11,82), senza che si verifichi alcuna sovrapposizione tra le due serie; inoltre le prime sono scavate in foglie piccole e le seconde in foglie grandi (cfr. Arru, 1963).

Pure tra le larve degli Apocriti, che sotto vari aspetti sono più « semplificate », si è, in qualche gruppo, riconosciuto il sesso. In certi Terebranti della famiglia degli Afelinidi, come i *Coccophagus* Westw., che presentano una diversificazione nella ontogenesi dei due sessi (le femmine si sviluppano come parassiti endofagi di Coccidi, mentre i maschi sono ectofagi ovvero iperparassiti),

le larve della I e II età sono, correlativamente alla loro etologia, apneustiche nel senso femminile e pneustiche in quello maschile (Zinna, 1961).

In alcuni Aculeati della famiglia dei Megachilidi (gen. *Coelioxys* Latr.) si sono trovati (cfr. Baker, 1971) caratteri differenziali fin dalla III età (maschi con mandibole notevolmente più brevi di quelle delle femmine) (fig. XI) oltre che nella IV età (maschi con prominenza al margine esterno della mandibola assai meno pronunciata) e nella V età (maschi più piccoli e forniti di una stretta fessura trasversa nel IX urosterno, peraltro già rilevabile nell'età precedente).

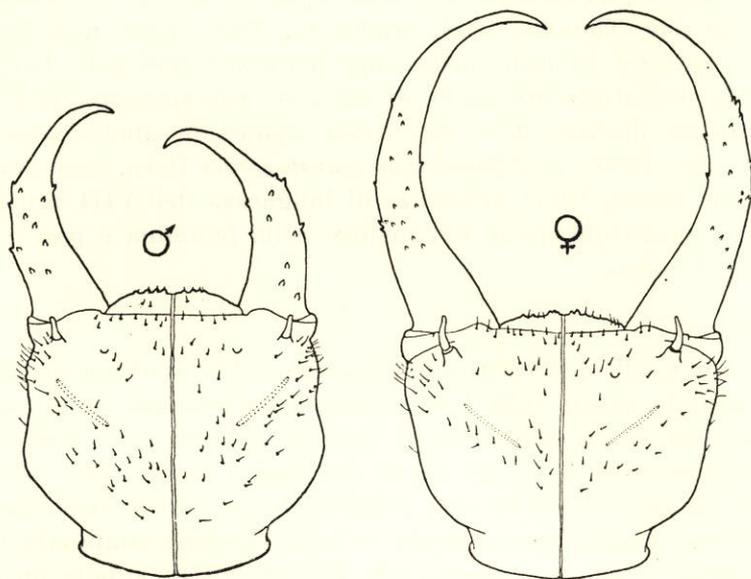


FIG. XI.

Coelioxys sayi Robert. — Larve di III età: cranio, a sinistra di maschio e a destra di femmina, per mostrare il diverso sviluppo delle mandibole (Baker, 1971).

Comunque il carattere di valore più generale per la diagnosi del sesso nella superfamiglia degli Apoidei è dato dalla presenza nel maschio, al ventre del IX urite, dell'anzidetta piccola fessura ⁽¹⁾ cui corrisponde internamente una più o meno profonda invaginazione tegumentale; tale sorta di tasca genitale avendo in vari casi i margini dell'apertura alquanto sclerificati e pigmentati, rende possibile il riconoscimento sul vivo anche ad occhio nudo. In talune specie poi (quali *Apis mellifera* L. e *Bombus griseocollis* De Geer) si è notato che la fenditura compare fin dalla I età, mentre in altre è presente

(¹) Nella larva femminile manca ovvero è appena accennata e visibile solo previa colorazione con Trypan blue; in ogni caso è localizzata nella metà anteriore del IX urosterno, anziché in quella posteriore come si verifica nel maschio.

dalla seconda in poi. Nielsen e Bohart, 1967, che hanno effettuato queste ricerche, ritengono che la suddetta formazione rappresenti probabilmente un carattere valido per diagnosticare il sesso delle larve in tutti i gruppi di Imenotteri. Nel caso dell'Ape si è anche ricorsi alla fluorescenza differenziale dei dischi immaginali (Woyke, 1963, citato da Nielsen e Bohart, 1967).

PUPE. — Il riconoscimento è di solito abbastanza agevole se non altro in base alle gonoteche delle pupe femminili, visto che questo sesso è negli Imenotteri tipicamente provvisto di ovopositore morfologico. Per di più essendo la pupa generalmente di tipo exarato, ed avendo quindi cuticola molto sottile, sarà possibile scorgere con facilità tutti i caratteri dell'adulto in formazione (ivi comprese le livree); così se la specie è contraddistinta da un dimorfismo sessuale anche modesto si potranno sessare le pupe tanto più facilmente quanto più è avanzato il loro sviluppo.

Concludendo, negli stadi preimmaginali degli Insetti olometabolici, la diagnosi del sesso viene condotta, analogamente a quanto si è veduto per gli Eterometaboli, in gran parte, se non quasi esclusivamente, su caratteri legati all'apparato genitale nei primi stadi (larve), su tali caratteri nonchè su quelli sessuali secondari nell'ultimo stadio (pupa).

RIASSUNTO

Nel presente saggio vengono riunite e discusse le sparse notizie bibliografiche sulla diagnosi del sesso, *in vivo*, negli stadi giovanili di isolate specie di Insetti.

Questo argomento riveste oggi una grande importanza sia nel campo della fisiologia che in quello applicativo, in riguardo ad alcuni moderni orientamenti nella lotta biologica.

Oltre ai caratteri morfologici, che restano quelli di gran lunga più importanti e pratici, possono essere utilizzate, secondo i casi, anche peculiari caratteristiche etologiche e fisiologiche.

In casi eccezionali la discriminazione viene effettuata con sicurezza fin dallo stadio di uovo, il quale può presentare vistose differenze cromatiche e ponderali legate al sesso.

Nelle neanidi e nelle ninfe degli Insetti eterometabolici il riconoscimento è abbastanza facile, talora fin dallo sgusciamiento dall'uovo, in base ai caratteri degli urosterni genitali, e, in stadi più avanzati, anche in base al dimorfismo sessuale che va progressivamente accentuandosi nel corso dell'ontogenesi.

Per quanto concerne gli stadi postembrionali degli Insetti olometabolici la discriminazione dei sessi è agevole nelle pupe (ad eccezione di quelle coarctate), che costituendo una sorta di modello dell'adulto ne rispecchiano le differenze ad ogni livello. Più o meno difficile è invece nelle larve, le quali, tuttavia, contrariamente a quanto di solito si ritiene, possono sovente venire sessate pur essendo mantenute in vita. I caratteri morfologici cui si ricorre sono, in ordine di frequenza, gli urosterni genitali per le eventuali vestigia delle aperture genitali (in relazione all'avanzato sviluppo delle gonadi e dei gonodotti), e, se visibili esternamente, le gonadi ovvero i dischi immaginali dei genitali esterni. L'analisi biometrica di caratteri esterni alla « sfera genitale », pur indicandoci l'esistenza di un più o meno netto dimorfismo sessuale nelle larve, è laboriosa e non sempre compatibile con la conservazione in vita dell'insetto.

External sexing in the early stages of Insects.

SUMMARY

The various bibliographical data concerning the sexing of isolated insect species, *in vivo*, during the early stages, are collected and discussed in this article.

This field of study is very important today both for physiological and applicative purposes because of the various trends of modern biological control.

Although the morphological features are the most important and also the most practical characters for identification, several particular ethological and physiological characteristics can also be used depending on the cases.

In exceptional cases definite identification can be made at the egg stage, since this latter sometimes reveal colour and weight differences, which are related to the sex.

In the neanids and nymphs of heterometabolic insects, sexing is fairly simple, sometimes even as the insect emerges from the egg, on the basis of the genital urosterna, and, in following stages, on the basis of sexual dimorphism which becomes progressively accentuated during the ontogenesis.

With regard to postembryonic stages of the holometabolic insects the sexual identification is simple for the pupae (except for those coarctate), which are like a model of the adult insect and therefore reflect the sexual differentiations at every level. Sexing the larva is more or less difficult; however, contrary to common belief, often they can be sexed alive. The morphological characteristics which are usually observed are, in order of frequency, genital urosterna for any possible traces of genital openings (in relation to the advanced development of the gonads and gonoducts), and, if externally visible, the gonads, or the imaginal discs of the external genitalia. The biometrical analysis of the characteristics outside of the genital sphere, even though it indicates the existence of a sexual dimorphism which is more or less distinct, is difficult and does not always allow us to keep the insect alive.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ANDERSON D. M., 1968. — Observations on the pupae of *Anthonomus grandis grandis* Boheman and *A. grandis thurberiae* Pierce (Coleoptera: Curculionidae). - *Ann. ent. Soc. America*, 61: 125-129, 9 figg.
- ARRU G. M., 1962. — *Agrilus suvorovi populneus* Schaefer (Coleoptera Buprestidae) dannoso ai Pioppi nell'Italia settentrionale. - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 4: 159-286, 61 figg.
- ARRU G. M., 1963. — *Heterarthrus* (= *Phyllotoma*) *ochropodus* (Klug) (Hymenoptera Tenthredinidae) minatore delle foglie di Pioppo. - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 5: 107-186, 41 figg., 1 tav.
- ATCHLEY W. R., 1971. — Components of sexual dimorphism in *Chironomus* larvae (Dipt. Chironomidae). - *Am. Natur.*, 105: 455-466.
- ATCHLEY W. R., MARTIN J., 1971. — A morphometric analysis of differential sexual dimorphism in larvae of *Chironomus* (Diptera). - *Can. Ent.*, 103: 319-327, 11 figg.
- BAKER J. R., 1971. — Développement and sexual dimorphism of larvae of the bee genus *Coelioxys*. - *J. Kansas ent. Soc.*, 44: 225-235, 40 figg.
- BALL J. C., JENSEN D. D., 1966. — Sexual dimorphism in nymphs of *Psylla pyricola* (Hemiptera: Psyllidae). - *Ann. ent. Soc. America*, 59: 1292-1294, 1 fig.

- BENHAM G. S., 1969. — The pupa of *Prionus laticollis* (Coleoptera: Cerambycidae). - *Ann. ent. Soc. America*, 62: 1331-1335, 4 figg.
- BERRIOS-ORTIZ A., SELANDER R. B., 1972. — Sexing immature blister beetles. - *J. Kansas ent. Soc.*, 45: 376-380, 6 figg.
- BLACKITH R. E., BLACKITH R. M., 1969. — Variation of shape and of discrete anatomical characters on the morabine grasshoppers. - *Austr. J. Zool.*, 17: 696-718, 4 figg.
- BOURGOGNE J., 1951. — Ordre des Lépidoptères. - In Grassé P. P. - *Traité de Zoologie*, T. X, fasc. I; cfr. pp. 298-299.
- BRAUNS A., 1954. — Puppen terricoler Dipterenlarven. - Musterschmidt, Wissenschaft. Verlag, Göttingen, 156 pp., 75 figg.
- BUTT B. A.; CANTU E., 1962. — Sex determination of lepidopterous pupae. - *U. S. Dep. Agric.*, *ARS*, 33-75, 7 pp., 8 figg.
- CARTER R. D., 1961. — Distinguishing sexes in nymphs of the tomato psyllid *Paratrioza cockerelli*. - *Ann. ent. Soc. America*, 54: 464-465, 1 fig.
- CARTIER J. J., 1957. — Methode biométrique pour l'identification des sexes des chrysalides de *Galleria mellonella* L. (Lepid. Pyralidae). - *Ann. ent. Soc. Quebec*, 3: 43-45.
- CHENG H. H., 1970. — Characters for distinguishing the sex of pupae of the dark-sided cutworm, *Euxoa messoria* (Harris) (Lepidoptera: Noctuidae). - *Can. J. Zool.*, 48: 587-588, 1 fig.
- CRYSTAL M. M., 1970. — Size and weight of pupae and adults of laboratory-reared screw-worm flies. - *J. econ. Ent.*, 63: 551-554, 2 figg.
- CUNNINGHAM R. T., 1966. — Sex identification of pupae of three species of fruit flies (Diptera: Tephritidae). - *Ann. ent. Soc. America*, 59: 864-865, 2 figg.
- DAY A., CUTHBERT E. R. J., 1971. — Pupal sex identification and occurrence of spermatophores in southern potato wireworm. - *Ann. ent. Soc. America*, 64: 299-300, 3 figg.
- DUFFY E. A. J., 1953. — A monograph of the immature stages of british and imported timber beetles (Cerambycidae). - British Mus., London, 350 pp., 291 figg., 8 tavv.
- DUPUIS C., 1947. — Caractères sexuelles des larves et nymphes des Hémiptères Hétéroptères. - *Feuille Natural.*, N. S., 2: 33-37, 2 figg.
- EHRlich F. T., FRANKLIN R. T., COULSON R. N., 1969. — Characters for determining sex of pupae of the Oakworms *Anisota senatoria*, *A. stigma*, *A. virginiana* and the yellow-necked caterpillar *Datana ministra*. - *Ann. ent. Soc. America*, 62: 931-932, 4 figg.
- ELLIOTT R., 1964. — Recognition of the sexes in some Scarabaeid larvae. - *New Zealand J. Sci.*, 7: 181-187, 14 figg.
- FERON M., SERMENT M. M., 1963. — Differentiation sexuelle aux stades oeuf et pupa chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. - *Rev. Pathol. vég. Ent. agr. France*, 42: 239-244, 2 figg.
- FIORI G., 1957. — Ricerche sulla « *Pachytelia villosella* » Ochsh. e sulla « *Fumea crassiorella* » Bruand (Lepidoptera Psychidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 22: 277-303, 21 figg.
- FIORI G., 1971. — Contributo alla conoscenza morfologica ed etologica dei Coleotteri. IX. *Psilothrix viridicaeruleus* (Geoffr.) (Melyridae Dasytinae). - *Studi Sassaresi*, 19: 3-70, 40 figg.
- FOÀ A., ROMEO A., 1925. — La variabilità nelle uova del baco da seta studiata in rapporto alla produzione del sesso. - *Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici*, 18: 130-249, 2 figg.

- GEORGE J. A., 1965. — Sex pheromone of the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). - *Can. Ent.*, 97: 1002-1007, 2 figg.
- GILLETT J. D., 1935. — The genital sterna of the immature stages of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera). - *Trans. R. ent. Soc. London*, 83: 1-5, 2 figg.
- GOOD N. E., 1936. — The flour beetles of the genus *Tribolium*. - *U.S.D.A. Techn. Bull.*, 498: 1-57, 22 figg.
- GRANDI M., 1964. — Contributo allo studio degli Efemerotteri italiani. XXV. Gli organi genitali esterni maschili nelle forme preimmaginali degli Efemerotteri. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 27: 77-117, 17 figg.
- HARMAN D. M., 1970. — Determination of larval instar of the white-pine weevil by head-capsule measurements. - *Ann. ent. Soc. America*, 63: 1573-1575.
- HENNEBERY T. J., MCGOVERN W. L., YEOMANS A. H., MASON H. C., 1964. — Sexing large numbers of *Drosophila melanogaster* adults by a size differential. - *J. econ. Ent.*, 57: 769-770, 3 figg.
- HOLMES N. D., 1970. — Sexing larvae of the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* (Hymenoptera: Cephidae). - *Can. Ent.*, 102: 713-715, 1 fig.
- HURPIN B., 1953. — Reconnaissance des sexes chez les larves de Coléoptères Scarabaeidae. - *Bull. Soc. ent. France*, 58: 104-107, 4 figg.
- JANNONE G., 1940. — Studio morfologico, anatomico e istologico del *Dociostaurus maroccanus* (Thunb.) nelle sue fasi transiens congregans, gregaria e solitaria. - *Boll. R. Lab. Ent. agr. Portici*, 4: 3-443, 150 figg.
- LAWSON F. A., LAWSON E. Q., 1965. — Sexing first instar cockroaches (Orthoptera: Blattidae). - *J. Kansas ent. Soc.*, 38: 408-410, 1 fig.
- LEONARD D. E., 1968. — Sexual differential in time of hatch of eggs of the gypsy moth. - *J. econ. Ent.*, 61: 698-700, 1 fig.
- LEVESQUE G., 1963. — A technique for sexing fully developed embryos and early-instar larvae of the gypsy moth. - *U. S. Forest Service Res. Note NE-2*, 3 pp.
- MARTIN J., 1963. — The cytology and larval morphology of the Victorian representatives of the subgenus *Kiefferulus* of the genus *Chironomus* (Diptera: Nematocera). - *Austr. J. Zool.*, 11: 301-322, 6 figg., 3 tavv.
- MCCRAY E. M. Jr., 1961. — A mechanical device for the rapid sexing of *Aedes aegypti* pupae. - *J. econ. Ent.*, 54: 819.
- MENEES J. H., 1957. — Sex identification in some larvae of Scarabaeoidea. - *Bull. Brookl. ent. Soc.*, 52: 97-110, 4 figg.
- MICHELMORE A. P. G., ALLAN W., 1934. — Observations on phases of the red-winged locust in northern Rhodesia. - *Bull. Ent. Res.*, 25: 101-128, 5 figg.
- MILLS R. B., 1964. — A color character to distinguish sexes of mature larvae and pupae of angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella*. - *J. econ. Ent.*, 57: 780-781, 1 fig.
- MONTI L., 1955. — Ricerche etologiche su due Coccidi Diaspini: *Diaspis pentagona* Targ. e *Mytilococcus ulmi* L. nella regione romagnola. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 21: 141-165, 12 figg.
- MOCHIDA O., 1970. — Discrimination of stadium and sex of nymphs in *Nephotettix cinctipes* Uhler (Hem., Hom., Cicadellidae). - *Appl. Ent. Zool.*, 5: 44-47, 2 figg.
- NGUYEN T. X., 1969. — Determination of sexual dimorfism in Psyllid larvae (Hem., Hom.). - *Bull. Soc. ent. France*, 74: 110-116, 13 figg.
- NIELSEN R. A., BOHART G. E., 1967. — Sex characters of larval bees (Hymenoptera: Apoidea). - *Ann. ent. Soc. America*, 60: 414-419, 18 figg.
- NINOKATA K., MIYAZATO M., 1968. — The sexual difference in the silk worm cocoons relative to the optical properties. 2. Fluorescent spectro-characteristic of cocoons. - *Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ.*, 18: 199-205, 5 figg.

- PETERSON D. M., 1965. — A quick method for sex determination of codling moth pupae. - *J. econ. Ent.*, 58: 576.
- POLLARD H. N., 1962. — Sex determination of fifth-instar nymphs of leaf-hoppers (Cicadellidae, Proconiini). - *Ann. ent. Soc. America*, 55: 141, 1 fig.
- RAWAT B. L., 1939. — On the habits, metamorphosis and reproductive organs of *Naucoris cimicoides* L. (Hemiptera-Heteroptera). - *Trans. R. ent. Soc. London*, 88: 119-138, 8 figg.
- ROZEN J. G. Jr., 1959. — Systematic study of the pupae of the Oedemeridae (Coleoptera). - *Ann. ent. Soc. America*, 52: 299-303, 34 figg.
- ROSS M. H., COCHRAN D. G., 1960. — A simple method for sexing nymphal German cockroaches. - *Ann. ent. Soc. America*, 53: 550-551, 1 fig.
- RUSO G., 1937. — V contributo alla conoscenza dei Coleotteri Scolitidi. Fleotribo: *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) Fauv. - *Boll. R. Lab. Ent. agr. Portici*, 1: 3-260, 126 figg., 2 tavv.
- SCHOEFER G. A., LANIER G. N., 1970. — A sexual character in pupae of *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae). - *Can. Ent.*, 102: 1487-1488, 2 figg.
- SEGUY E., 1951. — Ordre des Diptères. - In Grassé P. P. - *Traité de Zoologie*, T. X, fasc. I; cfr. p. 527.
- SERVADEI A., 1935. — Appunti biologici e morfologici sull'*Eurydema ornatum* L. (Hemiptera - Heteroptera). - *Boll. Lab. Ent. Ist. sup. agr. Bologna*, 7: 303-337, 15 figg., 1 tav.
- SERVADEI A., 1951. — Nota sull'*Heterogaster urticae* F., e sul genere *Heterogaster* Schill. (Hemiptera, Heteroptera, Myodoichidae). - *Redia*, 36: 171-220, 27 figg., 2 tavv.
- SEUGE J., VUILLAUME M., 1970. — Détermination du sexe chez *Pseudaulacapsis pentagona* (Homoptères, Coccidées, Diaspines): isolement et étude du pigment orangé caractéristique du mâle adulte. - *C. R. séances Soc. Biol.*, 164: 525-527.
- SOLOMON J. D., 1962. — Characters for determining sex in elm spanworm (*Ennomos subsignarius* Hb.) pupae. - *J. econ. Ent.*, 55: 269-270.
- STEWART P. A., BAUMHOVER A. H., BENNETT L. S., HOBGOOD J. M., 1970. — A method of sexing larvae of tobacco and tomato hornworms. - *J. econ. Ent.* 63: 994-995, 2 figg.
- THIBAUT M., 1970. — Mise en évidence d'un caractère sexuel secondaire chez les larves de *Caenis* (Ephem., Caenidae). - *Bull. Soc. ent. France*, 75: 229-231, 1 fig.
- THOMAS H. A., 1968. — A description of pupa of the pales weevil, *Hylobius pales*, and a method for identifying its sex. - *Can. Ent.*, 100: 434-437, 2 figg.
- THOMOU H., TZANAKAKIS M. E., 1964. — The possibility of separating the sexes of the olive fruit fly *Dacus oleae* (Gmel.) in the pupal stage by weight. - *Z. angew. Ent.*, 55: 153-159, 4 figg.
- TUNG S. C., CHENG T. H., YENDOL W. G., 1969. — A method of clearing face fly puparia for sex determination without affecting survival and development. - *J. econ. Ent.*, 62: 1412-1417, 3 figg.
- WALLER J. B., 1966. — Sexing of pupae of *Wiseana cervinata* (Walker) Hepialidae. - *New Zealand Ent.*, 3, n. 5, p. 5, 1 fig.
- WHITTEN M. J., 1969. — Automated sexing of pupae and its usefulness in control by sterile Insects. - *J. econ. Ent.*, 62: 272-273.
- WITHERSPOON B., BURNS E. C., 1967. — Methods for sexing adults and pupae of the horn fly. - *J. econ. Ent.*, 60: 884, 3 figg.
- YATES H. O., 1969. — Characters for determining the sex of *Rhyacionia* pupae (Lepidoptera: Olethreutidae). - *J. Georgia ent. Soc.*, 4: 75-76, 1 fig.
- ZINNA G., 1961. — Ricerche sugli insetti entomofagi. II. Specializzazione entomoparassitica negli Aphelinidae: studio morfologico, etologico e fisiologico del *Coccophagus bivittatus* Compere, nuovo parassita del *Coccus hesperidum* L. per l'Italia. - *Boll. Lab. Ent. agr. Portici*, 19: 301-358, 17 figg.