

EUSTACHIO TARASCO

Istituto di Entomologia Agraria, Università degli Studi di Bari

Morfologia larvale e biologia di *Coelichneumon rudis* (Boyer de Fonscolombe) (Hymenoptera: Ichneumonidae), endoparassitoide delle crisalidi della *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae)*

ABSTRACT

LARVAL MORPHOLOGY AND BIOLOGY OF *COELICHNEUMON RUDIS* (BOYER DE FONSCOLOMBE) (HYMENOPTERA: ICHNEUMONIDAE), ENDOPARASITOID OF *THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* (DENIS ET SCHIFFERMÜLLER) PUPAE

During 1992-1994 a morphological and bioethological study on *Coelichneumon rudis* (Boyer de Fonscolombe) (Hymenoptera: Ichneumonidae), an endophagous parasitoid of *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) pupae, was carried out.

The egg and the 5 larval instars, with a particular regard to the head sclerotizations, were described and illustrated.

Observations effected in pine woods and in laboratory showed that *Coelichneumon rudis* is a monovoltine species characterized by arrhenotokous parthenogenesis and protandry.

At room temperature the eggs hatch after 24-36 hours and the larva reaches the fifth and last instar after 7-10 days. The ichneumonid spends summer and winter as larva in the last instar and emerges in the following spring.

Other biological informations are reported about sex ratio, prolificity, longevity, superparasitism, multiparasitism and natural enemies of *C. rudis*.

Ethological observations searched into mating behaviour, without any courtship, and oviposition behaviour, with a particular regard to the host selection.

Furthermore, the parasitization percentages of *T. pityocampa* pupae by *C. rudis* in the 4 investigated biotopes are reported.

Finally, the results of the research have been compared with the bibliographic available knowledges about other Ichneumonids.

Key words: Ichneumoninae, Pine Processionary, natural enemies, ethology, mating behaviour, host selection, Apulia (Southern Italy).

* Ricerca parzialmente finanziata con contributo M.U.R.S.T. 60% e Convenzione con la Regione Puglia, svolta nell'ambito delle attività del dottorato di ricerca presso l'Istituto di Entomologia Agraria di Bari (sede consorziata con l'Università di Napoli "Federico II").

INTRODUZIONE

Durante una serie di ricerche condotte a partire dal 1990 nelle pinete pugliesi sul complesso dei nemici naturali del Lepidottero *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) (TRIGGIANI *et al.*, 1992/93; TARASCO & TRIGGIANI, 1994), appartenente alla famiglia Thaumetopoeidae, è stato rinvenuto frequentemente l'Imenottero Icneumonide *Coelichneumon rudis* (Boyer de Fonscolombe), endoparassitoide delle crisalidi della Processionaria del Pino.

Il *C. rudis* appartiene alla sottofamiglia Ichneumoninae, la più numerosa nell'ambito degli Icneumonidi, che comprende circa 15-20.000 specie (RASNITSYN, 1978) tutte viventi esclusivamente quali endoparassitoidi di larve o pupe di Lepidotteri (HEINRICH, 1960).

I primi dati relativi al *C. rudis* risalgono al 1847, anno in cui veniva edito "Ichneumonologie provençale" di BOYER DE FONSCOLOMBE, nel quale si riportava un elenco degli Icneumonidi presenti nei dintorni di Aquisgrana, nella Provenza francese. In tale catalogo venivano descritte per la prima volta, tra le altre, due nuove specie, *Ichneumon rudis* e *Ichneumon vicinus*, in realtà la femmina ed il maschio della stessa specie, che l'Autore, pur supponendo l'esistenza di una qualche relazione tra i due sessi, considerò come specie diverse a causa delle vistose differenze cromatiche. Dieci anni più tardi il belga C. WESMAEL (1857), prendendo in considerazione anche i caratteri morfologici, quali la struttura del propodeo, descrisse l'unica specie come *Ichneumon rudis*. In seguito la specie fu descritta da TASCHEBERG nel 1871 come *Ichneumon kastneri* e successivamente, nel 1888 da RUDOW, il quale, al pari di Boyer de Fonscolombe, riportò il maschio e la femmina come specie separate ascrivendole al genere *Amblyteles* e denominandole rispettivamente *Amblyteles dromedarius* e *Amblyteles rufipes* (HORSTMANN, 1993).

Nel 1893 THOMSON, nella sua revisione del gruppo, suddivise il genere *Ichneumon* in alcuni sottogeneri tra i quali il "Subgenus" *Coelichneumon*. Agli inizi del nuovo secolo tale sottogenere fu elevato da MORLEY (1903) al rango di genere e nel 1915, in una tabella delle specie paleartiche del genere *Coelichneumon*, lo stesso Morley riportava proprio il *Coelichneumon rudis* Fonsc.

La validità del nome del genere *Coelichneumon* è ancora controversa; TOWNES (1969), revisionando i generi della famiglia Ichneumonidae, ha inglobato il genere *Coelichneumon* al genere *Ichneumon* ma non tutti gli Autori concordano con questa soluzione; cito, tra gli altri, G.H. HEINRICH (1960, 1977), uno degli studiosi che si è occupato maggiormente della sottofamiglia

Ichneumoninae, il quale ha optato per mantenere i due generi distinti. HORSTMANN, in due recenti lavori di revisione relativi agli Ichneumonidi descritti da Boyer de Fonscolombe (1980) e da Ferdinand Rudow (1993) ha riportato la specie con il nome valido di *Coelichneumon rudis* (Boyer de Fonscolombe, 1847) ed in questa sede ci si atterrà a questa denominazione.

A riguardo della sua distribuzione geografica, dopo la prima segnalazione di BOYER DE FONSCOLOMBE per la Provenza Francese (1847), la presenza del *C. rudis* è stata riscontrata in quasi tutta l'Europa centro-meridionale ed in alcuni Paesi Africani e Mediorientali che si affacciano sul Mediterraneo. In particolare BERTHOUMIEU (1894, 1925) e SCHMIEDEKNECHT (1928) lo hanno segnalato per la Francia, la Germania e l'Algeria; DU MERLE per la Francia (1969) e per la Spagna (1970); PIC (1902) per la Grecia; SMITS VAN BURGST (1918) per la Tunisia; CEBALLOS (1924, 1934) per la Spagna ed il Marocco; KISS VON ZILAH (1915) per l'Ungheria; ANDROIC (1956) per la allora Jugoslavia; NOSKIEWICZ (1948) per la Polonia; DE ASSUNÇÃO DINIZ (1959) per il Portogallo; CONSTANTINEANU (1959) per la Romania; RASNITSYN & SIJMAN (1981) per la ex Unione Sovietica; AUBERT *et al.* (1984) per Israele. Per quanto riguarda la situazione italiana questo Ichneumonide è stato ritrovato da BATTISTI (1985/86) nell'areale delle prealpi orientali, da TRIGGIANI *et al.* (1992/93) e TARASCO & TRIGGIANI (1994) in Puglia.

Il *C. rudis*, pur rivestendo un ruolo di primo piano nel controllo della Processionaria del Pino, risulta a tutt'oggi poco studiato; su di esso infatti le informazioni sono piuttosto scarse, per la maggior parte tutt'altro che recenti e in ogni caso riguardano sempre la descrizione della forma adulta. I dati sulla biologia della specie (DU MERLE, 1969; ZAMOUM, 1992) sono alquanto incompleti e, inoltre, per quel che concerne lo sviluppo postembrionale, non è stato trovato alcun riferimento specifico.

Si è ritenuto opportuno, pertanto, eseguire uno studio particolare sulla morfologia degli stadi preimmaginali dell'Ichneumonide e sulla sua bioetologia, ponendo i risultati a confronto con quanto descritto ed illustrato per altri Ichneumonidi.

MATERIALI E METODI

Crisalidi di *T. pityocampa* sono state raccolte nelle pinete pugliesi di Pietra Montecorvino (Foggia) (in località "I Monti"), Gravina in Puglia (Bari) (in località "Pulicchie" ed "Ovile del Castello") e Minervino Murge (Bari) (in località "Acquatetta") con campionamenti effettuati nel triennio 1992-94, da ottobre a giugno (fig. 1).

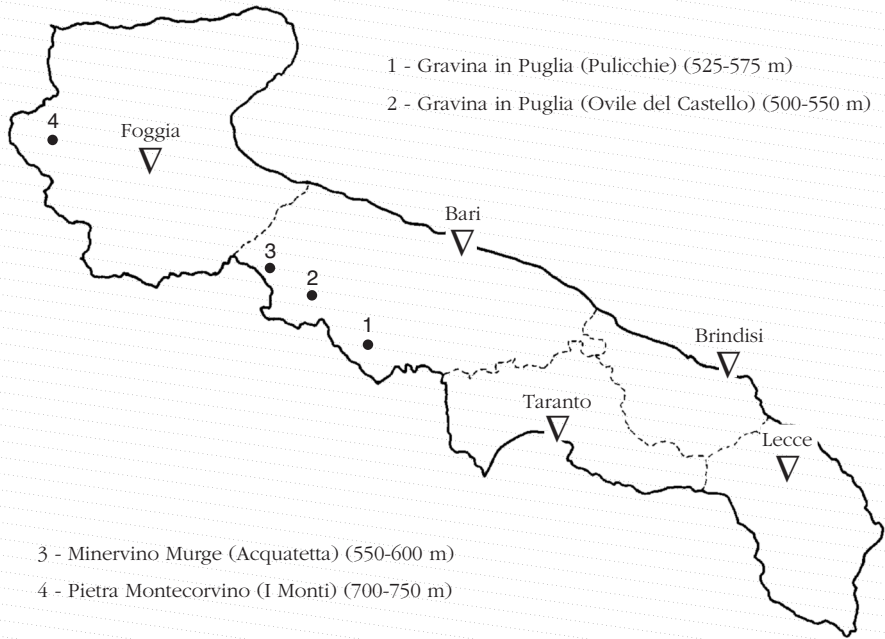


Fig. 1 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): località della Puglia in cui sono state eseguite le ricerche durante il triennio 1992-94.

Le crisalidi con il bozzolo caratterizzato da un foro di 3-4 mm a margine sfilacciato sono risultate generalmente parassitizzate; tali crisalidi sono state in parte poste in allevamento ed in parte dissecate per ottenere larve del parassitoide nei vari stadi di sviluppo.

Una volta sfarfallati gli adulti del *Coelichneumon rudis* (Fonsc.) dall'allevamento sono state effettuate parassitizzazioni in laboratorio su crisalidi di Processionaria perfettamente integre.

Per l'estrazione delle esuvie larvali dalle crisalidi da cui sono sfarfallati gli adulti dell'Icneumonide è stato seguito il metodo utilizzato da SHORT (1959).

La descrizione degli stadi preimmaginali è stata eseguita osservando circa 30 esemplari per ciascuna età larvale.

Le osservazioni al microscopio ottico (un Leitz Dialux) sono state effettuate con preparati allestiti in liquido del Faure, come suggerito da SHORT (1959) e da GILLESPIE & FINLAYSON (1983), e in terpinolo secondo questo procedimento: 1) passaggio in lattofenolo (a freddo per alcuni giorni) sino ad ottenere la diafanizzazione del pezzo; 2) colorazione con passaggio in Double Stain

(composizione: 10 ml di rosa lignina, 5 ml di fucsina acida, 100 ml di liquido Essig's per afidi); 3) disidratazione con due passaggi in alcool etilico (70° e 95°); 4) graduale inclusione in terpinolo (prodotto tecnico al 98%).

Per le osservazioni al microscopio elettronico a scansione (Stereoscan S100 della Cambridge Instruments), gli esemplari appena uccisi, senza alcuna preparazione preliminare, sono stati osservati ad un potenziale di accelerazione di 5 kV e fotografati.

La terminologia utilizzata per la descrizione morfologica è quella proposta per le larve mature da SHORT (1952) e da GILLESPIE & FINLAYSON (1983). Tale terminologia viene qui utilizzata anche per descrivere parti morfologiche analoghe riscontrabili nel capo delle larve di età precedenti alla V.

Gli studi bioetologici sono stati condotti, nell'arco del triennio 1992-94, su alcune centinaia di individui provenienti da materiale raccolto in pineta e da allevamenti eseguiti in insettario.

Gli adulti ottenuti sono stati allevati in una cella climatica, ad una temperatura di 24 °C e con una U.R. del 75%; ogni individuo è stato posto in una capsula Petri del diametro di 10 cm e nutrito con un liquido a base di acqua e miele.

Le rilevazioni e le osservazioni sulla biologia del parassitoide sono state effettuate in laboratorio ad una temperatura media di 25 °C utilizzando delle arene circolari aventi un diametro di 15 cm. In particolare, al fine di seguire lo sviluppo postembrionale, 120 crisalidi sono state offerte a 5 femmine del parassitoide perché ovideponessero e successivamente sono state aperte ad intervalli regolari. Per uno studio più accurato sono state eseguite anche riprese filmate.

I dati di sfarfallamento sono stati raccolti sia in pineta che negli allevamenti allestiti in insettario; per i rilevamenti in pineta sono state posizionate delle trappole per la cattura degli adulti nelle 4 località prese in esame per due anni di seguito (1993 e 1994).

Sono state usate "trap-test" aventi, al posto del feromone, un piccolo astuccio di rete metallica, leggero e flessibile, contenente 10-15 bozzoli dell'anno precedente. Sono state posizionate 6 trappole per ogni pineta ad una altezza dal suolo di circa 50 cm e distanti tra loro 50-70 m.

Sia il primo anno che il secondo le trappole sono state sistemate agli inizi di aprile ed i controlli sono stati effettuati settimanalmente fino alla fine di giugno.

Il comportamento del parassitoide durante la ricerca dell'ospite è stato studiato inizialmente utilizzando arene rettangolari larghe 15 cm, lunghe 20 e profonde 5 nelle quali, una volta poste le crisalidi ricoperte di terra, sono state rilasciate alcune femmine dell'Incneumonide; in un secondo tempo, per

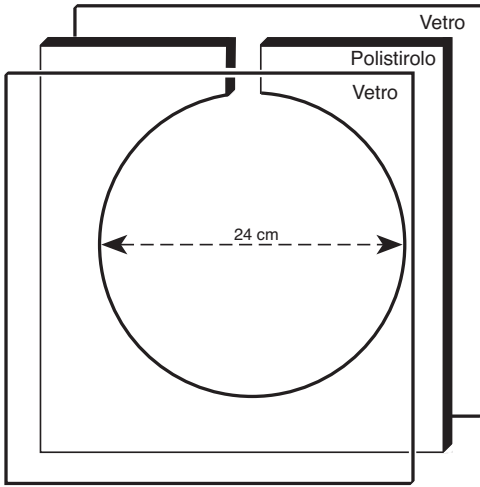


Fig. 2 - Schema delle parti componenti l'arena allestita per lo studio del comportamento del *C. rudis* durante la ricerca delle crisalidi di Processionaria.

poter osservare il parassitoide durante la penetrazione nel terreno, è stata allestita una particolare camera circolare, con un diametro di 24 cm, ricavata frapponendo fra due lastre di vetro un foglio di polistirolo dello spessore di 1 cm, svuotato nella parte centrale in modo tale da poter effettuare le osservazioni da ambo i lati (Fig. 2); in questa camera sono state poste 30 crisalidi per volta ricoperte di terra e distribuite fino ad una profondità di 8-10 cm. La terra usata per coprire le crisalidi è stata raccolta negli stessi luoghi di provenienza delle stesse.

Per quanto riguarda la valutazione della volatilità delle sostanze presenti nel bozzolo e le reazioni dell'Inceumonide a tali sostanze, 150 crisalidi imbozzolate di Processionaria sono state sottoposte ad alcuni procedimenti di estrazione: le prime 50 mediante un sistema a flusso d'aria continua (con un filtro adatto a trattenere le sostanze volatili eventualmente presenti) per due giorni; le altre 100, una volta separati i bozzoli dalle crisalidi, hanno subito una estrazione differenziata alcune con esano, altre con etere e altre ancora con cloroformio.

Con le sostanze estratte sono stati effettuati biosaggi in capsule Petri di vetro dal diametro di 8,5 cm, nelle quali sono stati posti due batuffolini di ovatta in posizione diametralmente opposta; su uno dei batuffolini sono stati iniettati 50 mg della sostanza da saggiare mentre la femmina del *Coelichneumon* è stata posta al centro dell'arena. Per ciascuna delle sostanze esaminate sono state utilizzate 4 femmine diverse: vergini, vergini che avevano ovideposto, accoppiate ed accoppiate che avevano ovideposto. Il tempo di riferimento per ogni prova è stato di 10 minuti. I biosaggi sono stati ripetuti successivamente, seguendo lo stesso schema, miscelando le sostanze tra loro.

La verifica della stimolazione-risposta di queste sostanze è stata effettuata per mezzo dell'elettro-antennogramma.

Per stabilire fino a quale distanza sono attivi questi composti è stata eseguita una serie di 30 prove con la galleria del vento, costituita da un contenitore

cilindrico, lungo 1,20 m e con un diametro di 9,5 cm, isolato dagli odori e dalle correnti d'aria dell'ambiente esterno; ad una estremità è stata posta una ventola ($V=0,5$ m/sec) e sotto il flusso d'aria da questa prodotta sono stati posizionati 10 bozzoli. Gli esperimenti sono stati effettuati con un tempo di riferimento di circa 30 minuti e utilizzando 5 femmine dell'Icneumonide.

MORFOLOGIA

UOVO

L'uovo ovarico del *C. rudis* misura 1,7-1,8 mm in lunghezza e 0,4-0,5 mm in larghezza; è di tipo imenotteriforme (CLAUSEN, 1940), subcilindrico, leggermente arcuato, con i poli arrotondati, di colore giallognolo.

L'uovo appena deposto (fig. 3A) è ialino, misura 1,9-2,0 mm in lunghezza e 0,4-0,6 mm in larghezza e presenta un'estremità più ingrossata rispetto all'altra; sul corion, privo di qualunque processo o appendice, sono evidenti le impronte delle cellule follicolari; l'area micropilare si trova all'apice del polo di dimensioni maggiori ed è formata da piccole areole crateriformi distribuite ad anello (figg. 3B, 3C).

LARVA DI PRIMA ETA'

La larva neonata misura 2,8-3,0 mm in lunghezza e 0,8-1,0 mm in larghezza, è di colore bianchiccio ed ha una forma subconica con un restringimento verso l'estremità caudale.

Dopo 12-24 ore dallo sgusciamiento, la larva (fig. 4A) misura da 4,8 a 5,1 mm in lunghezza e da 1,3 a 1,4 mm in larghezza; il corpo si presenta subcilindrico, debolmente arcuato, con i segmenti addominali dal III al V più larghi rispetto agli altri che sono di dimensioni gradatamente più ridotte. Si nota chiaramente, per trasparenza del tegumento, l'apparato digerente.

Il *capo* è grande, subprognato, poco più lungo che largo, sclerotizzato, di colore isabellino; spesso può apparire ipognato a causa di un inarcamento dei segmenti toracici. Visto dal dorso (fig. 4B) mostra i margini laterali convergenti all'innanzi e la volta cranica percorsa da una sutura che, poco dopo la sua origine dal margine occipitale, si biforca in due rami divergenti; tali suture (sutura metopica più due suture frontali) sarebbero linee di rottura esuviale. Anteriormente le suture frontali giungono a livello delle due invaginazioni tentoriali anteriori, le quali si presentano come due piccole fossette subcircolari e sclerotizzate. Le gene sono fornite di 4-7 sensilli per lato disposti senza un ordine apparente. La fronte è provvista di 6-8 sensilli.

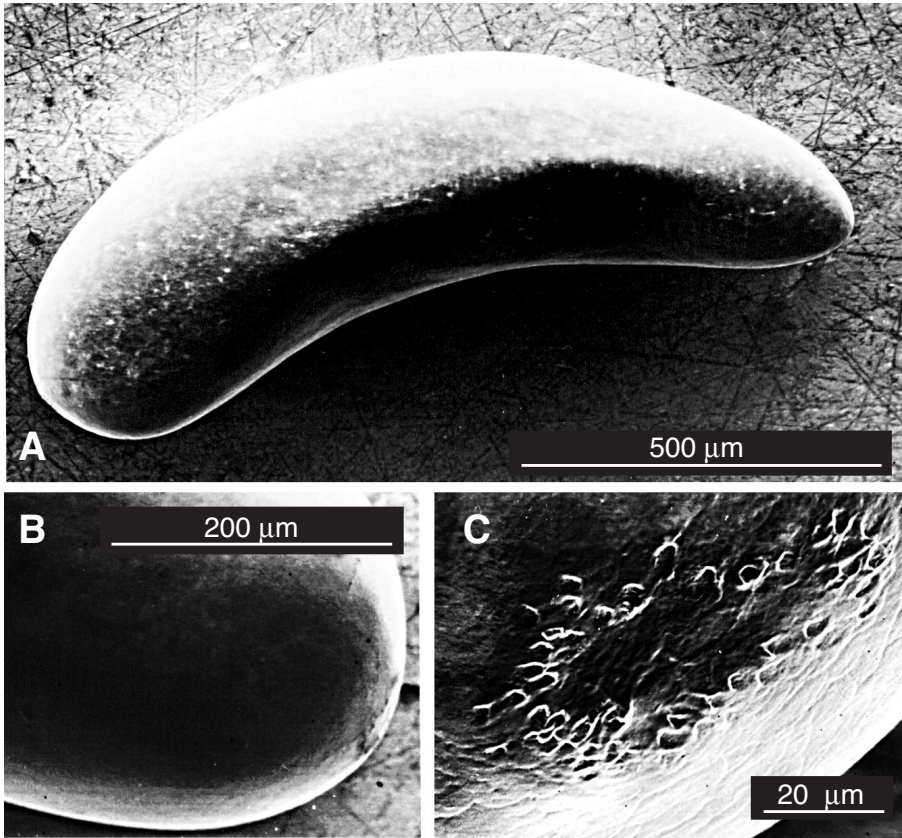


Fig. 3 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), uovo: A) vista d'insieme; B) polo micropilare; C) area micropilare.

Le *antenne* sono rudimentali, rappresentate da piccole aree circolari situate nella regione dorsale mediana leggermente rialzate rispetto alla rimanente superficie del capo; lateralmente, vicino a ciascuna di esse, si trova un sensillo (raramente due).

Ventralmente (fig. 4D) il capo mostra una linea mediana di minor resistenza che prende origine dal margine occipitale per poi diramarsi, in prossimità degli gnatiti mascellari, in due banderelle divergenti che giungono ai processi pleurostomali posteriori.

Il *labbro superiore* (fig. 4C) presenta distalmente due lobi sporgenti e sclerotizzati nella parte dorsale, su ciascuno dei quali si trovano da 7 a 9 sensilli.

L'*ipostoma* è formato da due segmenti sclerotizzati che decorrono quasi paralleli ai lati della sutura ventrale, prendendo origine in prossimità dei pro-

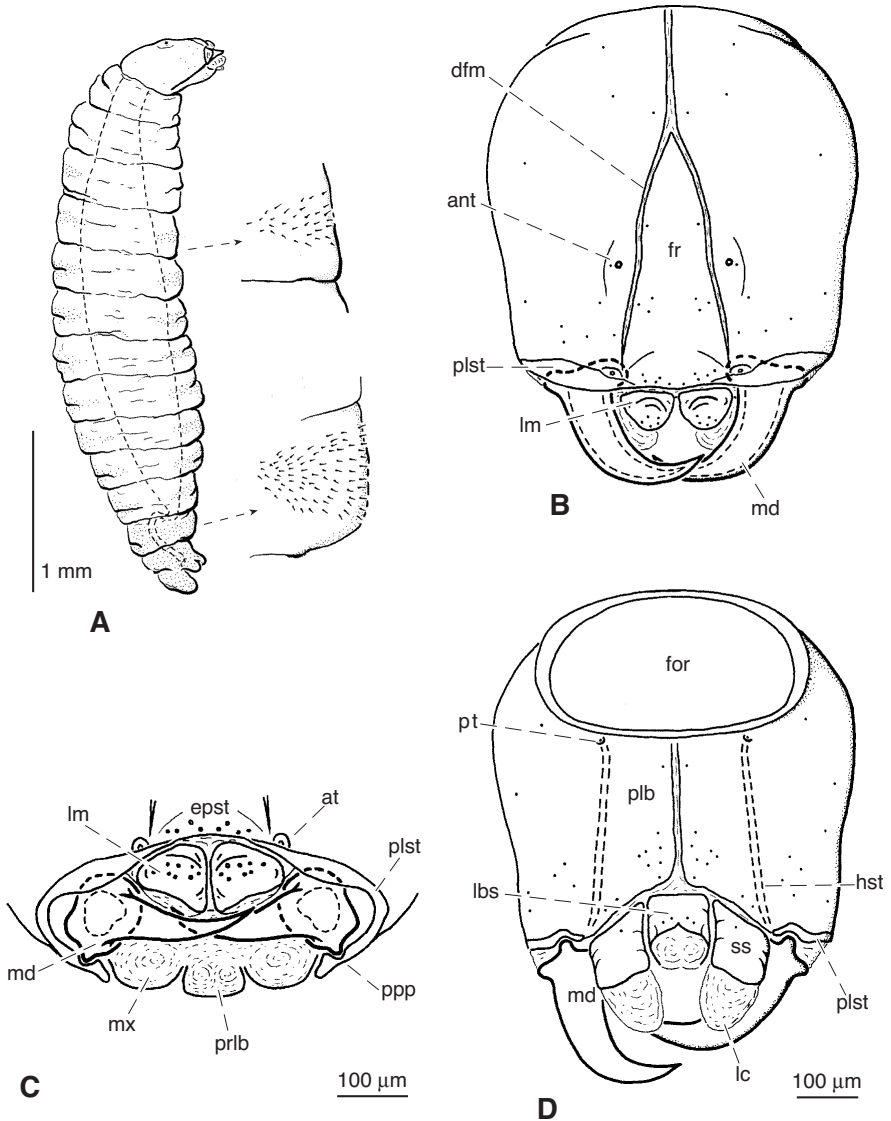


Fig. 4 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di prima età: A) vista d'insieme; B) capo visto dal dorso; C) apparato boccale visto di fronte; D) capo visto dal ventre; *ant*, antenna; *at*, invaginazioni tentoriali anteriori; *dfm*, suture frontali; *epst*, epistoma; *for*, foro occipitale; *fr*, fronte; *hst*, ipostoma; *lbs*, sclerite labiale; *lc*, lobo mascellare; *lm*, labbro superiore; *md*, mandibola; *mx*, mascella; *plb*, postlabio; *plst*, pleurostoma; *ppp*, processo pleurostomale posteriore; *prlb*, prelabio; *pt*, invaginazioni tentoriali posteriori; *ss*, sclerite stipitale.

cessi pleurostomali ventrali e terminando, con le invaginazioni tentoriali posteriori, ai margini del foro occipitale.

Il *pleurostoma* è costituito da due zone sclerotizzate poste ai lati dell'apparato boccale, ciascuna delle quali si prolunga dorsalmente e ventralmente in due processi di articolazione con le mandibole.

L'*epistoma* è poco differenziato ed è delimitato lateralmente dalle due invaginazioni anteriori dei bracci del tentorio; presenta da 7 a 10 sensilli distribuiti irregolarmente.

Le *mandibole* sono lunghe, fortemente sclerotizzate, con il corpo tronco-conico ed il dente visibilmente inarcato verso l'apertura orale (fig. 13B). La base presenta una leggera depressione dorsale ed un condilo ventrale per l'articolazione con i processi pleurostomali.

Le *mascelle* mostrano una parte prossimale sclerotizzata (che corrisporrebbe allo sclerite stipitale di SHORT), con 1-2 sensilli, che si continua in un lobo distale allungato e membranoso, leggermente arcuato verso il labbro inferiore (che corrisponderebbe alla lacinia secondo SHORT).

Il *labbro inferiore* è distinto in prelabio e postlabio. Il prelabio presenta un'area sclerotizzata prossimale (che corrisponderebbe allo sclerite labiale di SHORT), con 2-4 sensilli, e una parte distale membranosa e bilobata all'estremità. Il postlabio, posto ventralmente agli scleriti stipitali e labiale, risulta sclerotizzato e percorso medialmente dalla sutura ventrale; su ciascuna delle due zone sclerotizzate del postlabio si trovano da 7 a 10 sensilli, la cui posizione varia da esemplare ad esemplare.

Il *torace* è costituito da tre segmenti tronco-conici di dimensioni progressivamente crescenti. Una coppia di stigmi è presente sul protorace; gruppi di piccole setole sono distribuite nelle aree latero-dorsali del metatorace.

L'*addome* è formato da 10 uriti le cui dimensioni aumentano progressivamente fino al V e quindi decrescono. Coppie di piccolissimi stigmi sono situati nelle metà anteriori dei primi otto segmenti; gruppi di minute setole sono distribuiti su tutti i segmenti sia dorsalmente che ventralmente; gli ultimi due segmenti presentano le setoline distribuite su tutto il tegumento. Il segmento anale è trilobato, con i due lobi ventrali simmetrici ed il terzo dorsale allungato ed asimmetrico.

LARVA DI SECONDA ETA'

Misura da 4,8 a 7,3 mm in lunghezza e da 1,7 a 2,3 mm in larghezza. Il corpo della larva si presenta subcilindrico con i primi segmenti addominali più larghi rispetto agli altri.

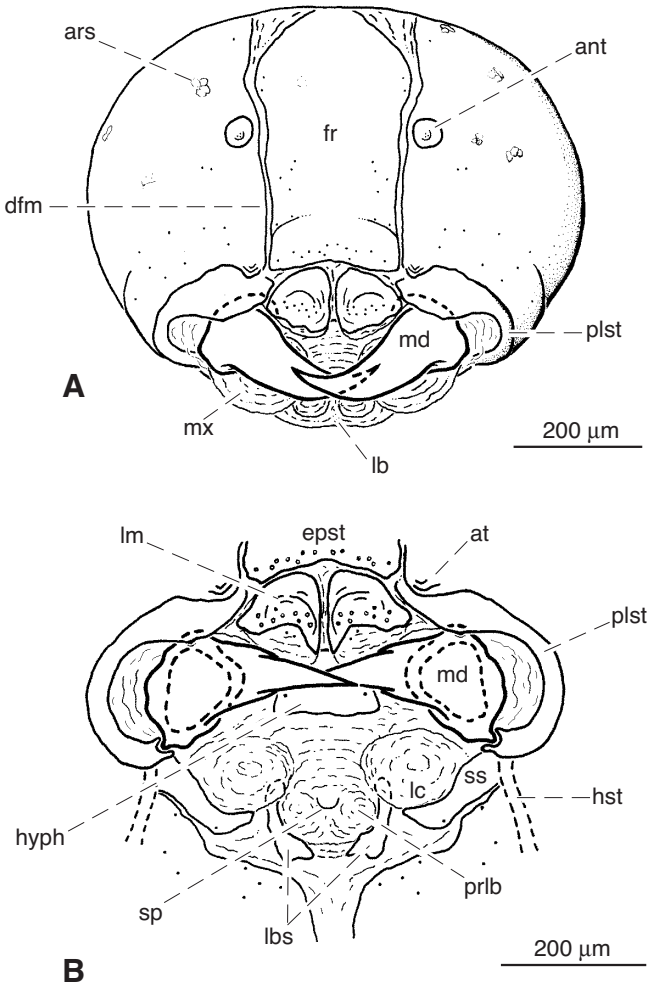


Fig. 5 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di seconda età: A) capo visto dal dorso; B) apparato boccale visto di fronte; *ant*, antenna; *ars*, microsculture reticolate; *at*, invaginazioni tentoriali anteriori; *dfm*, suture frontali; *epst*, epistoma; *fr*, fronte; *hst*, ipostoma; *hyph*, prefaringe; *lb*, labbro inferiore; *lbs*, sclerite labiale; *lc*, lobo massellare; *lm*, labbro superiore; *md*, mandibola; *mx*, mascella; *plst*, pleurostoma; *prlb*, prelabio; *sp*, orifizio del condotto della seta; *ss*, sclerite stipitale.

Il *capo* è subsferico e meno sclerotizzato rispetto a quello della larva di prima età (fig. 5A). Due suture dorsali divergono poco avanti il margine occipitale e poi decorrono quasi parallele fino alle rispettive invaginazioni tentoriali anteriori. Sulle aree parietali e sulla fronte iniziano a differenziarsi alcune microsculture reticolate (“accessory reticulate sclerotization” di GILLESPIE & FINLAYSON). Ventralmente ci sono tre banderelle di minor resistenza, due laterali ed una mediana, che giungono fino agli gnatiti mascellari.

Le *antenne* sono costituite da due piccole zone discoidali situate nella parte superiore delle guance, lateralmente alla fronte; presentano ciascuna, nell’area centrale, 3-4 piccolissimi sensilli.

Le sclerotizzazioni peristomali sono simili a quelle dell’età precedente. Sull’epistoma sono presenti da 10 a 14 sensilli disposti in maniera asimmetrica (fig. 5B).

Il *labbro superiore* presenta, come nella larva di prima età, due lobi dorsalmente sclerotizzati e recanti ciascuno 9 sensilli (raramente 8 o 10); sulla parte ventrale membranosa sono presenti 2 sensilli per lobo.

Le *mandibole*, a differenza di quelle del primo stadio, hanno il corpo più largo ed il dente meno inarcato (fig. 13B).

Le *mascelle* presentano uno sclerite stipitale prossimale ridotto, recante 1 o 2 sensilli, ed un lobo membranoso semisferico distale.

Il *prelabio* è quasi completamente membranoso con due piccoli scleriti ai lati e distalmente bilobato. Il postlabio è costituito da due aree sclerotizzate sulle quali si contano da 7 a 10 sensilli per lato (la loro posizione varia da esemplare ad esemplare); tali aree si estendono fino al margine occipitale e sono delimitate sia anteriormente che medialmente da banderelle di minor resistenza.

Dorsalmente al prelabio è visibile la prefaringe, debolmente sclerotizzata, che delimita inferiormente l’apertura orale ed è provvista di un paio di sensilli.

LARVA DI TERZA ETÀ

Misura da 7,6 a 10,5 mm in lunghezza e da 2,6 a 4,2 mm in larghezza. È di forma subcilindrica, leggermente inarcata dorso-ventralmente a livello dei segmenti toracici; le dimensioni dei diversi segmenti sono pressoché uniformi dal II toracico al VII addominale, quindi si attenuano progressivamente fino al segmento anale trilobato. Leggere pieghe longitudinali sono presenti ai lati dei singoli somiti a partire dal secondo fino al penultimo.

Il *capo* (fig. 6) è subsferico e sclerotizzato ad eccezione di alcune linee di minor resistenza simili a quelle dello stadio precedente. Le antenne discoidali

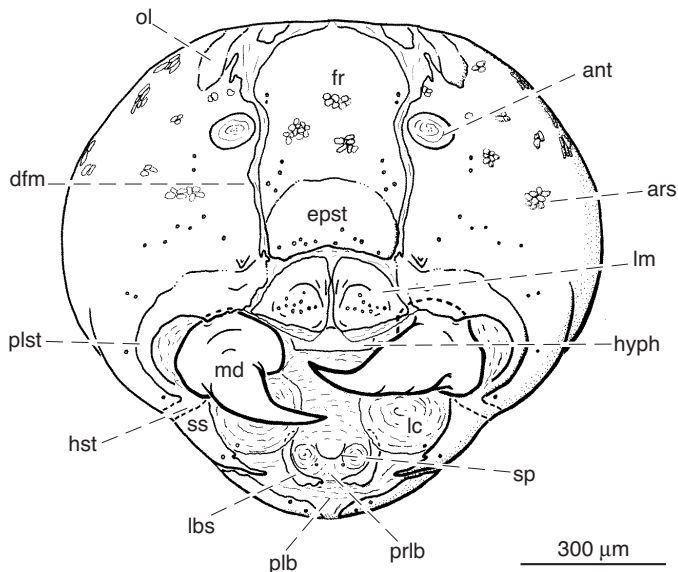


Fig. 6 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di terza età: capo visto di fronte. *ant*, antenna; *ars*, microsculture reticolate; *dfm*, suture frontali; *epst*, epistoma; *fr*, fronte; *bst*, ipostoma; *hyph*, prefaringe; *lbs*, sclerite labiale; *lc*, lobo mascellare; *lm*, labbro superiore; *md*, mandibola; *ol*, bande oculari; *plb*, postlabio; *prlb*, prelabio; *sp*, orifizio del condotto della seta; *ss*, sclerite stipitale.

sono situate in posizione dorso-mediana e presentano da due a tre sensilli nella loro parte centrale. La regione frontale, tra le antenne, è fornita di 8-10 sensilli. Sulle aree parietali, latero-dorsalmente alle antenne, si notano due aree allungate, appena sclerotizzate e dai contorni irregolari che costituirebbero le bande oculari. Attorno a tali bande ed alle antenne vi sono alcune microsculture reticolate non ben differenziate e disposte senza alcun ordine apparente.

L'*ipostoma* ed il pleurostoma sono sclerotizzati e ben evidenti; i sensilli genali attorno a queste aree sono simili per disposizione e numero a quelli dell'età precedente.

L'*epistoma*, tra le due invaginazioni tentoriali anteriori, presenta un numero variabile di sensilli da 9 a 14 distribuiti senza alcun ordine apparente, il cui numero varia da individuo a individuo.

Il *labbro superiore* evidenzia sui due lobi distali una larga piastra sclerotizzata dorsale recante ciascuna da 7 a 12 sensilli.

Le *mandibole* presentano la base del corpo larga quanto la sua lunghezza ed il dente con un pronunciato incurvamento verso l'apertura boccale (fig. 13B).

Le *mascelle* sono simili a quelle della seconda età con uno sclerite prossimale ed un lobo membranoso distale semisferico. Ventralmente presentano 2 sensilli distribuiti uno sulla parte sclerotizzata l'altro sulla parte membranosa.

Il *prelabio* mostra ai lati due piccoli scleriti allungati, come nello stadio precedente; dorsalmente si intravedono gli abbozzi dell'orifizio per il condotto della seta e ventralmente due lobi, alla base dei quali sono situati 2 sensilli. Il postlabio è costituito da due aree sclerotizzate che si estendono ventralmente al prelabio e agli scleriti stipitali, fino al margine occipitale; su tali aree sono distribuiti alcuni sensilli come nello stadio precedente.

Dorsalmente al prelabio è visibile la prefaringe, che delimita la parte ventrale dell'apertura orale.

LARVA DI QUARTA ETÀ'

Misura da 10,0 a 14,9 mm in lunghezza e da 4,4 a 6,0 mm in larghezza; ha forma subcilindrica e presenta un pronunciato incurvamento dorso-ventrale in corrispondenza dei segmenti toracici. Gli stigmi, un paio toracico ed 8 paia addominali, sono sclerotizzati e ben evidenti; bene evidenti risultano pure le pieghe cuticolari, soprattutto quelle longitudinali che decorrono lungo i lati del corpo della larva a partire dal secondo segmento fino al penultimo.

Il *capo* (fig. 7) è subsferico con diverse microsculture reticolate sparse sulla fronte e sui parietali. Le antenne discoidali sono site in posizione dorso-mediana e presentano sulla loro superficie da 3 a 4 sensilli; dorsalmente ad esse si trovano delle aree di minor resistenza che si estendono poi in avanti con due banderelle frontali le quali giungono sino alle invaginazioni tentoriali anteriori.

Sui parietali, in posizione latero-dorsale rispetto alle antenne, sono evidenti le bande oculari, poco sclerotizzate e allungate; tra le microsculture reticolate dell'area parietale, disposti senza alcun ordine apparente, sono presenti da 6 a 8 sensilli per lato. Le gence sono provviste di 6 - 12 sensilli per lato. La fronte presenta da 7 a 9 sensilli.

L'*ipostoma* ed il pleurostoma sono sclerotizzati e ben evidenti.

L'*epistoma* è largo, subovale e separato dalla fronte da una linea di minor resistenza; presenta da 10 a 14 sensilli disposti senza alcun ordine apparente.

Il *labbro superiore* è distalmente bilobato; sulla piastra sclerotizzata, presente sul lato dorsale di ciascun lobo, si contano da 9 a 12 sensilli per parte.

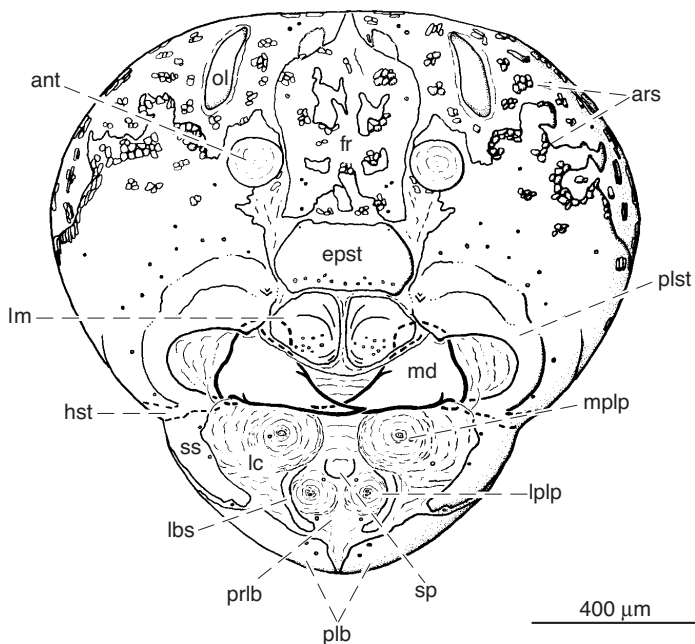


Fig. 7 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di quarta età: capo visto di fronte; *ant*, antenna; *ars*, microsculture reticolate; *epst*, epistoma; *fr*, fronte; *hst*, ipostoma; *lbs*, sclerite labiale; *lc*, lobo mascellare; *lm*, labbro superiore; *lplp*, palpo labiale; *md*, mandibola; *mplp*, palpo mascellare; *ol*, bande oculari; *plb*, postlabio; *plst*, pleurostoma; *prlb*, prelabio; *sp*, orifizio del condotto della seta; *ss*, sclerite stipitale.

Le *mandibole* presentano il corpo subconico largo ed il dente con un incurvamento pronunciato verso l'apertura orale (fig. 13B).

Le *mascelle* hanno gli scleriti stipitali ridotti ed i lobi membranosi distali subsferici; su tali lobi sono posti i palpi mascellari rudimentali, in forma di due areole discoidali; ventralmente a queste si trovano due sensilli.

Il *prelabio* è delimitato lateralmente da due scleriti allungati; presenta dorsalmente l'orifizio per il condotto della seta, semicircolare e sclerotizzato, ai lati del quale si trovano due sensilli, e ventralmente due lobi membranosi che portano distalmente i palpi labiali non ancor ben differenziati; sotto i palpi c'è un sensillo. Il postlabio presenta due aree sclerotizzate che si prolungano sino al margine occipitale e presentano da 4 a 6 sensilli per lato; tali aree sono lateralmente distinte dagli scleriti stipitali e medialmente delimitate tra loro da tre banderelle di minor resistenza.

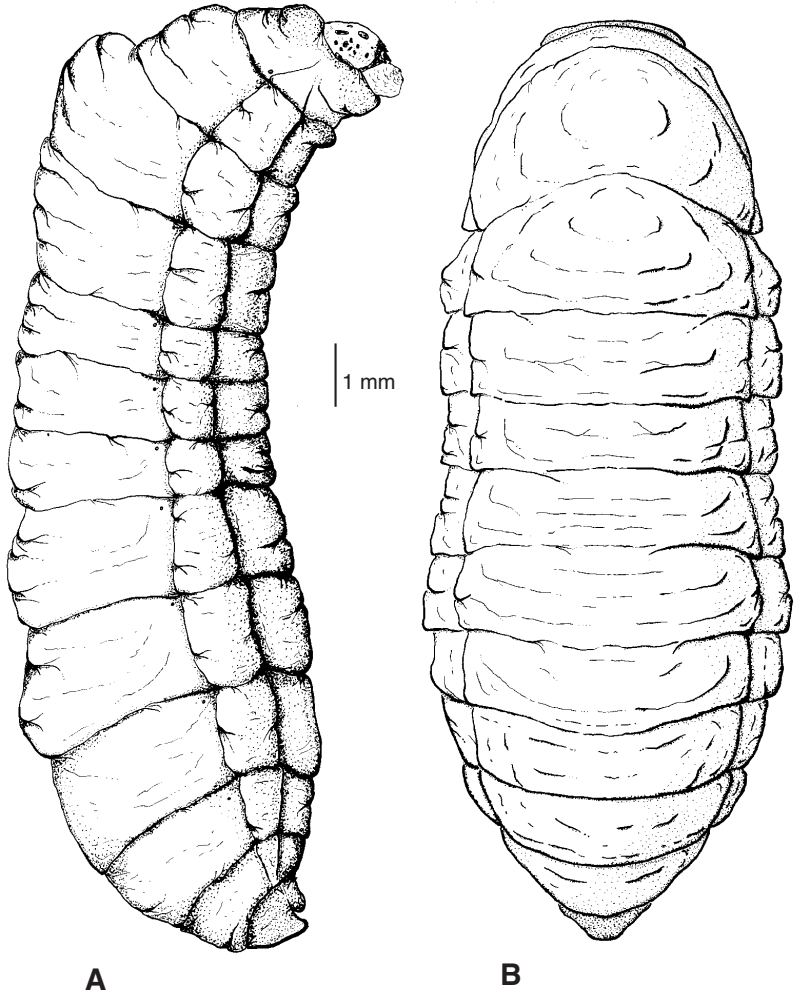


Fig. 8 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di quinta età vista d'insieme: A) di lato; B) dal dorso.

LARVA DI QUINTA ETÀ'

Misura 15-20 mm in lunghezza (misurazione effettuata dalla gibbosità del metatorace al segmento anale) e 5,1-6,7 mm in larghezza (misurazione effettuata in corrispondenza del V segmento addominale).

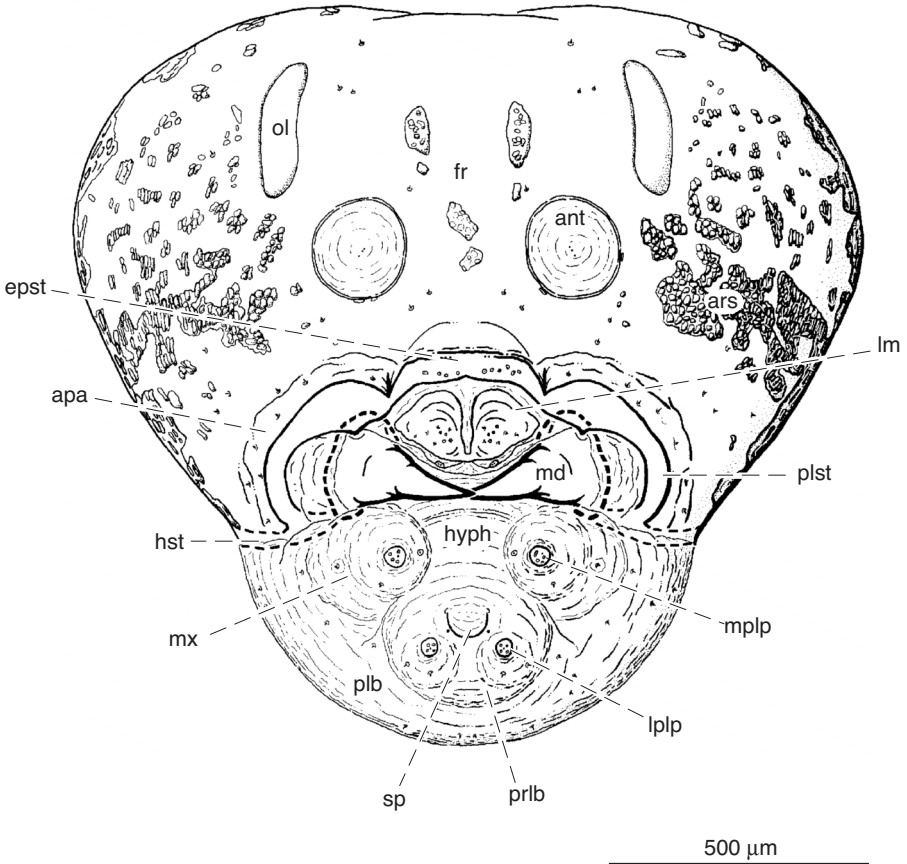


Fig. 9 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di quinta età: capo visto di fronte; *ant*, antenna; *apa*, area pleurostomale accessoria; *ars*, microsculture reticolate; *epst*, epistoma; *fr*, fronte; *hst*, ipostoma; *hyph*, prefaringe; *lm*, labbro superiore; *lplp*, palpo labiale; *md*, mandibola; *mplp*, palpo mascellare; *mx*, mascella; *ol*, bande oculari; *plb*, postlabio; *plst*, pleurostoma; *prlb*, prelabio; *sp*, orifizio del condotto della seta.

La larva matura è di colore giallo paglierino, subcilindrica, con il tegumento molle e mostra una evidente gibbosità dorsale in corrispondenza del terzo segmento toracico (figg. 8A, 8B, 13A). La superficie del corpo è provvista di numerose pliche cutanee e sono particolarmente evidenti le prominenze mammellonari laterali presenti nel meso e metatorace e nei primi 8 uriti addominali.

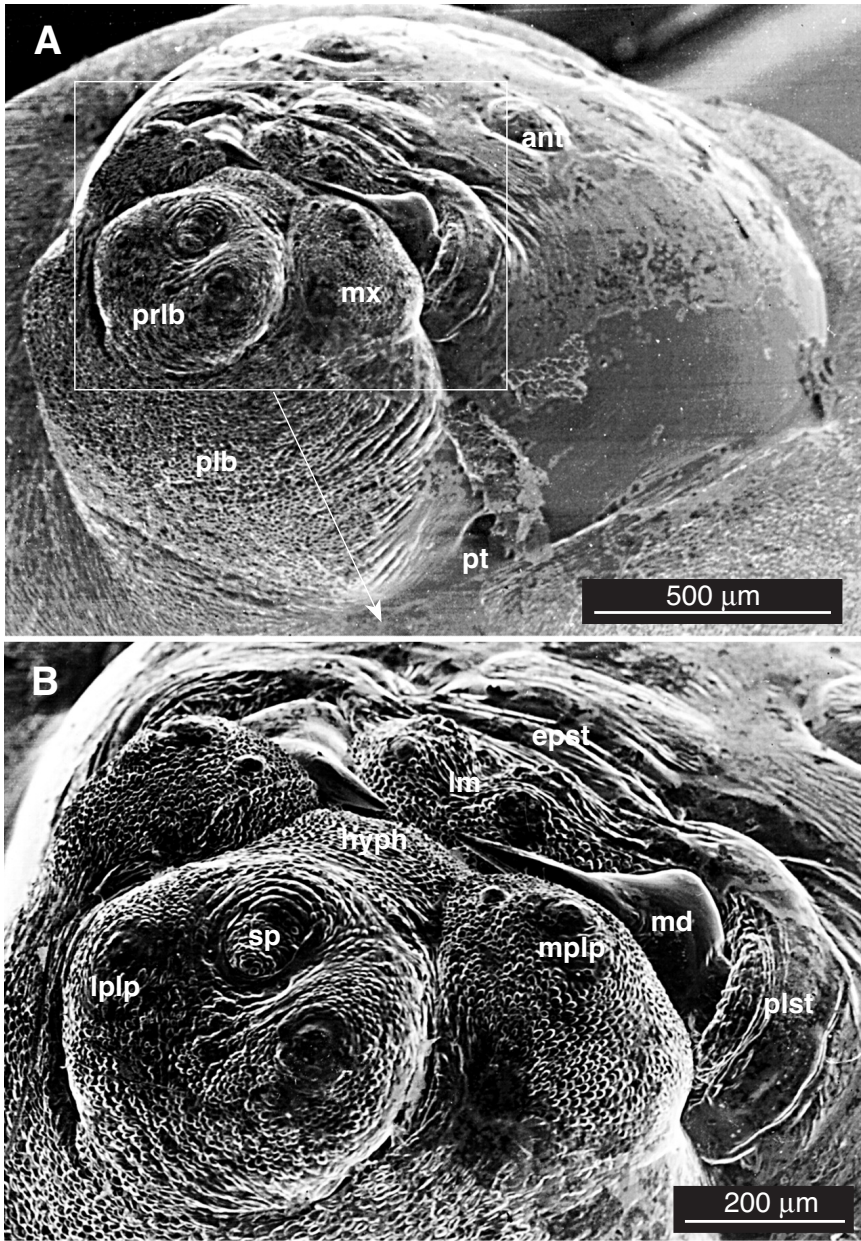


Fig. 10 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di quinta età: A) capo visto latero-frontalmente; B) dettaglio dell'apparato boccale; *ant*, antenna; *epst*, epistoma; *hyph*, prefaringe; *lm*, labbro superiore; *lplp*, palpo labiale; *md*, mandibola; *mplp*, palpo mascellare; *mx*, mascella; *plb*, postlabio; *plst*, pleurostoma; *prlb*, prelabio; *pt*, invaginazioni tentoriali posteriori; *sp*, orifizio del condotto della seta.

Il *capo* (figg. 9, 10A) è ben distinto, con l'epicranio* ovale e sclerotizzato che si differenzia dalla parte ventrale, subsferica e membranosa; su di esso non si riscontra alcun tipo di sutura. Le gene sono caratterizzate dalla presenza di microsculture reticolate che si estendono dorsalmente interessando tutta la regione parietale; tra queste microsculture reticolate si trovano in numero vario sensilli (da 6 a 8 per lato) distribuiti senza alcun ordine apparente.

Le *antenne* (figg. 11A, 12B, 12C) sono situate ai lati della fronte, nella parte superiore delle guance; sono costituite da due aree discoidali leggermente salienti rispetto alla rimanente superficie del capo; possono presentare, nella zona centrale, da 2 a 3 minutissimi sensilli. Tra le antenne, al centro della regione frontale, vi sono alcune microsculture reticolate e vicino ad esse da 2 a 4 sensilli.

Le bande oculari, situate sui parietali, dorsalmente alle antenne, sono di color marrone chiaro, sclerotizzate, allungate longitudinalmente e con le estremità arrotondate (fig. 12B); intorno ad esse sono distribuite in maniera varia da 7 a 9 sensilli. Tra le bande oculari, ai lati del vertice, sono presenti due microsculture reticolate.

L'apparato boccale è facilmente evidenziabile, essendo circondato da un peristoma sclerotizzato e di colore isabellino che si estende da una parte all'altra dell'epicranio (figg. 10B, 12A).

Il *labbro superiore* presenta due lobi distali, sclerotizzati parzialmente nella parte dorsale, sui quali sono presenti numerosi sensilli, il cui numero varia da 7 a 11 per lobo. Nella parte membranosa ventrale di ciascun lobo è presente una piccola placca sclerotizzata di forma ovale sulla quale si trovano 2 sensilli (raramente 3).

L'*ipostoma* è formato da due zone sclerotizzate e allungate che iniziano, una per lato, dalla cavità preorale e vanno ai lati del capo fino all'occipite, congiungendosi con i bracci posteriori del tentorio; tali bracci si presentano molto ridotti.

Il *pleurostoma* è costituito da due zone sclerotizzate poste, una per lato, dorsalmente ed in continuazione all'ipostoma, ciascuna delle quali si prolunga in un processo pleurostomale anteriore (o dorsale) e in un processo pleurostomale posteriore (o ventrale); a tali processi si articolano le mandibole (fig. 11C). Dorso-lateralmente al pleurostoma è presente una zona meno sclerotizzata dai contorni irregolari che può presentare da 4 a 15 sensilli per lato (più generalmente da 8 a 12) la cui posizione varia da esemplare ad esempla-

* Il termine epicranio viene qui utilizzato per indicare solo la parte dorsale del cranio (SHORT, 1959).

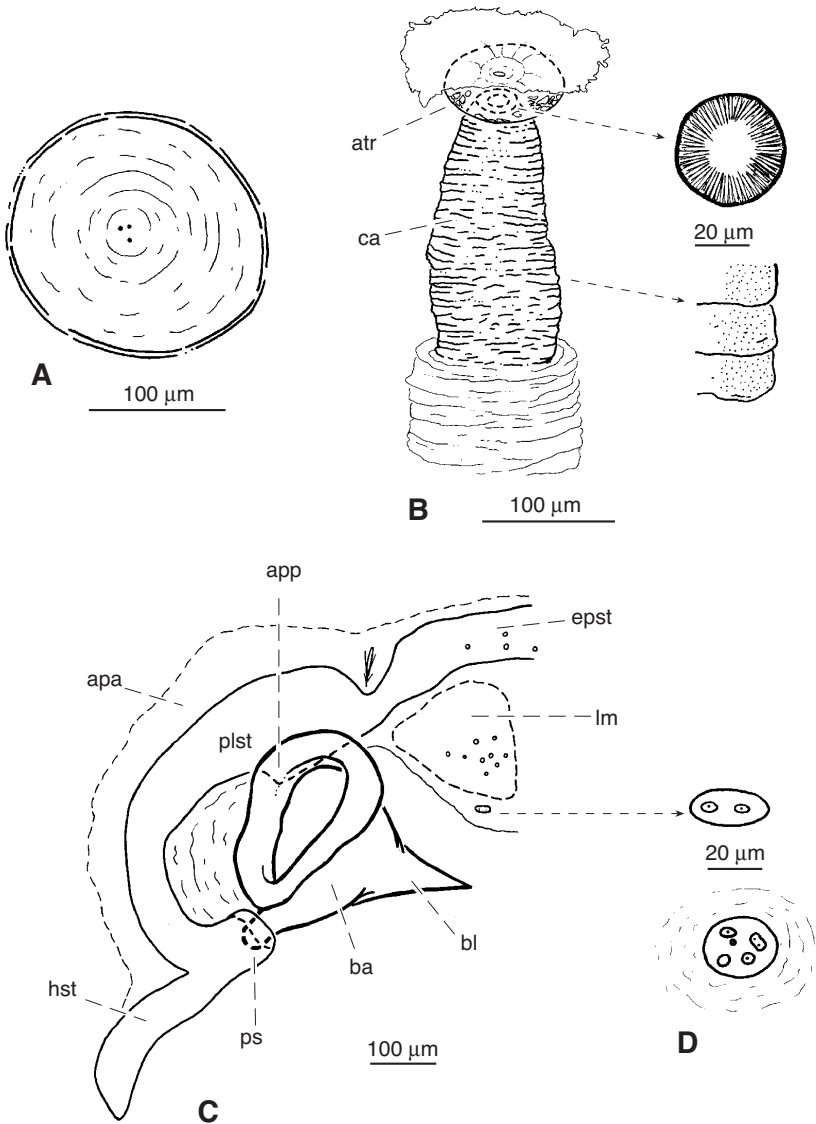


Fig. 11 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): larva di quinta età: A) antenna; B) stigma pro-toracico; C) mandibola, parte del peristoma e parte del labbro superiore visti ventralmente; D) palpo mascellare e placca sclerotizzata sottolabrale; *apa*, area pleurostomale accessoria; *app*, processo pleurostomale anteriore; *atr*, atrio; *ba*, corpo della mandibola; *bl*, dente della mandibola; *ca*, sistema di chiusura; *epst*, epistoma; *hst*, ipostoma; *lm*, labbro superiore; *plst*, pleurostoma; *ps*, sporgenza ventrale del processo pleurostomale posteriore.

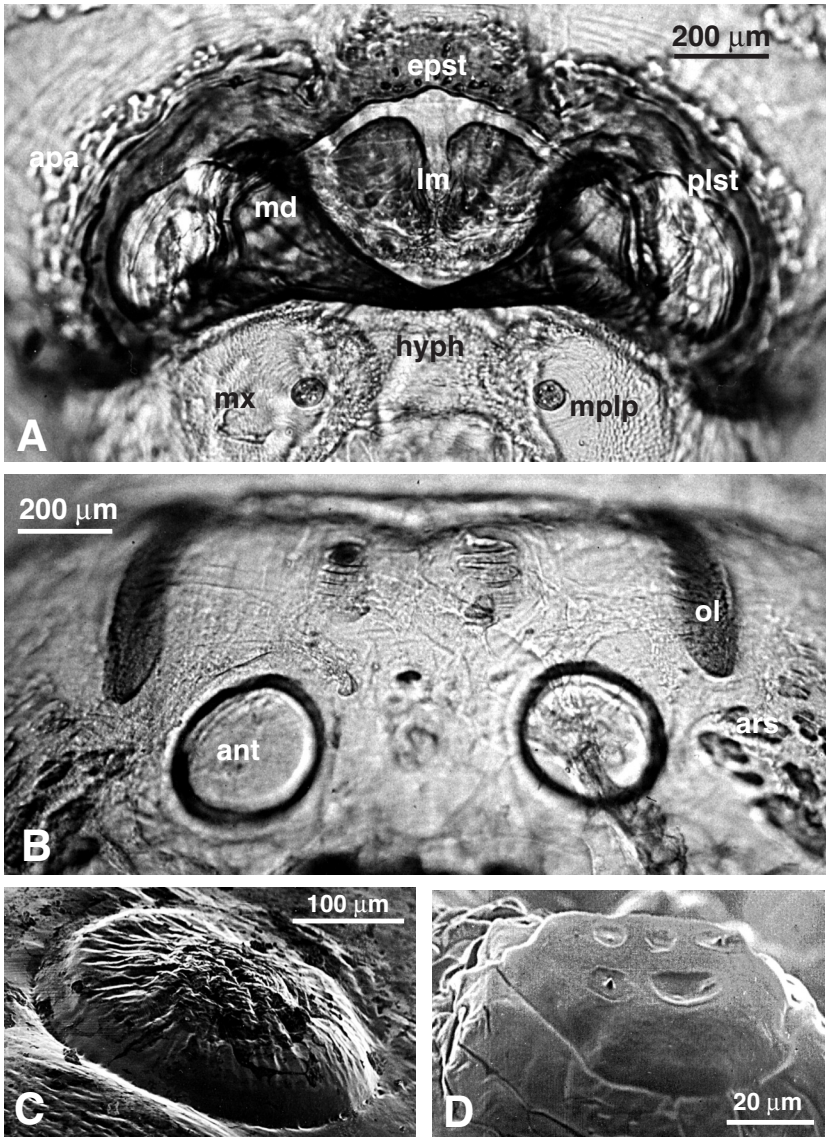


Fig. 12 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), larva di quinta età: A) dettaglio dell'apparato boccale; B) dettaglio di antenne e bande oculari; C) antenna vista latero-frontalmente; D) palpo mascellare visto latero-ventralmente; *ant*, antenna; *apa*, area pleurostomale accessoria; *ars*, microculture reticolate; *epst*, epistoma; *hyph*, prefaringe; *lm*, labbro superiore; *md*, mandibola; *mplp*, palpo mascellare; *mx*, mascella; *ol*, bande oculari; *plst*, pleurostoma.

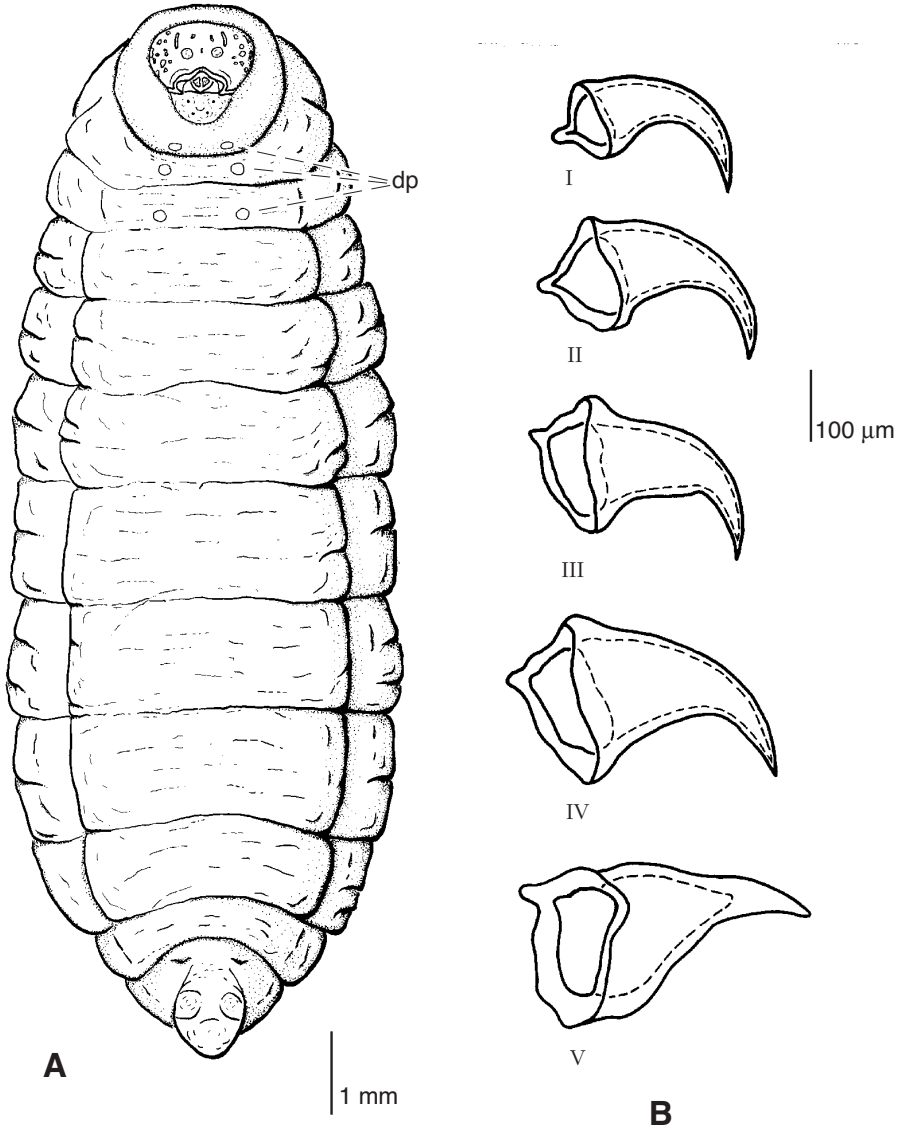


Fig. 13 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): A) larva di quinta età vista dal ventre; B) mandibole delle cinque età larvali; *dp*, dischi pedali.

re; tale zona è l'area pleurostomale accessoria ("pleurostomal accessory area" di GILLESPIE E FINLAYSON).

L'*epistoma* è un segmento sclerotizzato sito in posizione mediana unito alle parti dorsali dei pleurostomi e delimitato lateralmente dalle invaginazioni ten-

toriali anteriori. Sull'epistoma sono distribuiti da 4 a 17 sensilli (più comunemente da 7 a 10) la cui posizione varia da esemplare ad esemplare (fig. 12A). L'area pleurostomale accessoria si continua anche intorno all'epistoma seppure in maniera molto più ridotta.

Le *mandibole* sono robuste, sclerotizzate e non presentano alcuna scultura o dentellatura; il corpo tronco-conico ha una base molto larga che presenta una leggera depressione dorsale (articolazione mandibolare anteriore) ed un condilo ventrale (articolazione mandibolare posteriore) per l'articolazione con i processi pleurostomali (fig. 11C). Il corpo si continua in un dente conico fortemente sclerotizzato e leggermente arcuato verso l'apertura orale (fig. 13B).

Le *mascelle* sono semplici protuberanze mammellonari completamente membranose; distalmente sono situati i palpi mascellari, discoidali e recanti generalmente 5 sensilli di forma e dimensioni varia. Attorno ai palpi mascellari (fig. 12D) sono presenti da due a quattro (il più delle volte 3) sensilli.

Il *labbro inferiore* è completamente membranoso e risulta distinto in prelabio e postlabio. Il prelabio è semisferico e presenta dorsalmente l'orifizio del condotto della seta, di forma semicircolare e sclerotizzato; ventralmente sono presenti due lobi che portano all'estremità distale i palpi labiali discoidali (fig. 11D) con alcuni sensilli di numero, forma e disposizione simili a quelli dei palpi mascellari. Attorno a ciascuno palpo labiale ci sono generalmente da 2 a 3 sensilli ed altri 2 (raramente 3) si trovano latero-ventralmente all'orifizio del condotto della seta. Il postlabio presenta da 12 a 20 sensilli disposti in maniera simmetrica. La prefaringe si trova dorsalmente al prelabio, tra i lobi mascellari.

Il *torace* presenta i tre segmenti ben sviluppati, più grandi del capo e di dimensioni crescenti; l'ultimo, come già detto, ha una evidente gibbosità dorsale. Il protorace reca la sola coppia di stigmi toracici collocati latero-dorsalmente in vicinanza dei margini posteriori; la parete interna dell'apparato di chiusura degli stigmi è provvista di numerosissimi processi spiniformi sottili ed apparentemente flessibili costituenti una sorta di diaframma alla giunzione fra l'atrio e l'apparato di chiusura (fig. 11B). È visibile una coppia di dischi immaginali (pedali) sulla parte ventrale di ciascun segmento (fig. 13A).

L'*addome* è composto da 10 uriti recanti dal I all'VIII 8 paia di stigmi situati dorsalmente a ciascun segmento in posizione latero-anteriore. Le dimensioni degli uriti sono crescenti dal I al V, poi diminuiscono gradatamente fino al IX e al X che sono visibilmente ridotti e ricoperti di piccole setole; il IX urite presenta ventralmente due invaginazioni tegumentali; il segmento anale è trilobato con i due lobi ventrali simmetrici e quello dorsale allungato ed asimmetrico.

NOTE DI BIOETOLOGIA

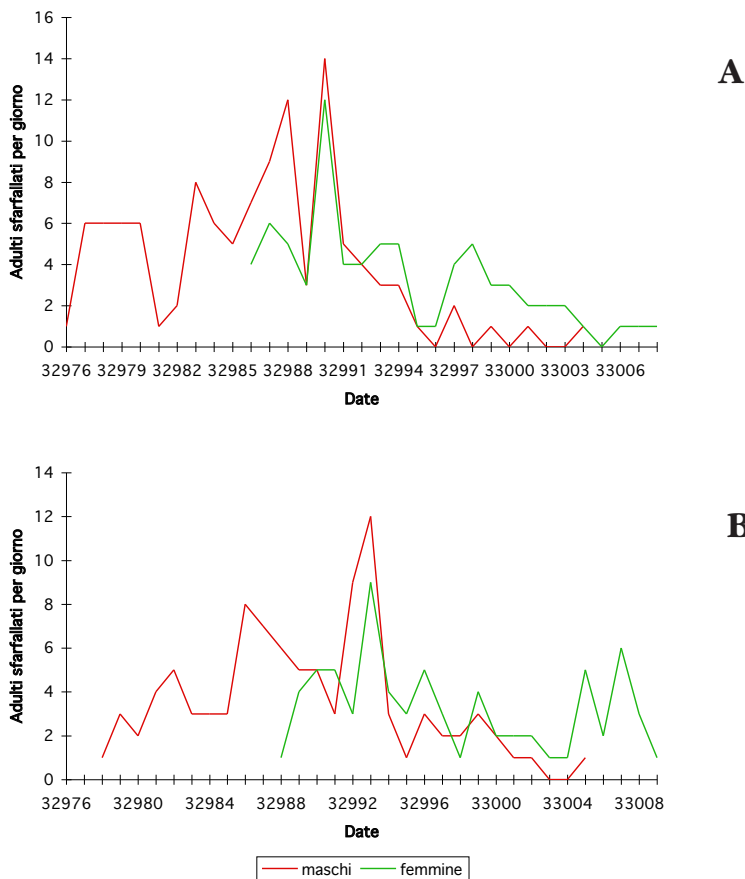
SFARFALLAMENTO

Negli allevamenti allestiti in insettario i maschi sono sfarfallati a partire dalla metà di aprile fino alla prima decade di maggio, le femmine dalla fine di aprile fino alla seconda decade di maggio (graf. 1A, 1B). In condizioni di campo, invece, i dati delle catture effettuate hanno indicato che lo sfarfallamento degli adulti si è verificato a partire dagli inizi di maggio fino ai primi di giugno nei biotopi di Pulicchie ed Oville del Castello (500-575 m s.l.m.) e dalla metà di maggio alla seconda-terza decade di giugno in quello di Pietra Montecorvino (700-750 m s.l.m.) (tab. 1).

Date controlli	LOCALITÀ*					
	Pietra Montecorvino		Pulicchie		Oville del Castello	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
1993						
6-5			2			
13-5	2		12	1	5	
20-5	3	1	33	5	2	3
27-5	7	2	2	5	1	4
3-6	2	5		2		3
10-6	1	9				1
17-6		4				
1994						
5-5					11	1
12-5			1		5	4
19-5	1		7	1	2	7
26-5	2		3	4	2	5
2-6	6	1	1	7		4
9-6	2	2				
16-6	1	2				
23-6		1				

Tab. 1 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): catture di adulti, effettuate mediante trappole, nelle località di Pietra Montecorvino, Pulicchie ed Oville del Castello nel biennio 1993-94.

* Nel biotopo di Acquatetta non sono stati catturati adulti dell'Inceumonide; in questa pineta, pur essendoci una elevata infestazione di Processionaria, la percentuale di parassitizzazione da parte del *C. rudis* è risultata assai modesta.



Graf. 1 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): curve di sfarfallamento di adulti ottenuti dagli allevamenti allestiti in insettario negli anni 1993 (A) e 1994 (B).

È stato osservato in laboratorio che gli adulti dell'Icneumonide fuoriescono dalle crisalidi dell'ospite praticando con le mandibole un foro irregolare nella parte ventrale dell'estremità cefalica e che possono sfarfallare sia di giorno che di notte.

SVILUPPO POSTEMBRIONALE

Le femmine del parassitoide, accoppiate o meno, hanno iniziato ad ovideporre dopo 1-2 giorni dallo sfarfallamento; le uova sono schiuse in 24-36 ore e la fase di sgusciamiento è durata circa 1 ora.

Lo sviluppo postembrionale, fino alla larva di V età, si è completato in 7-10

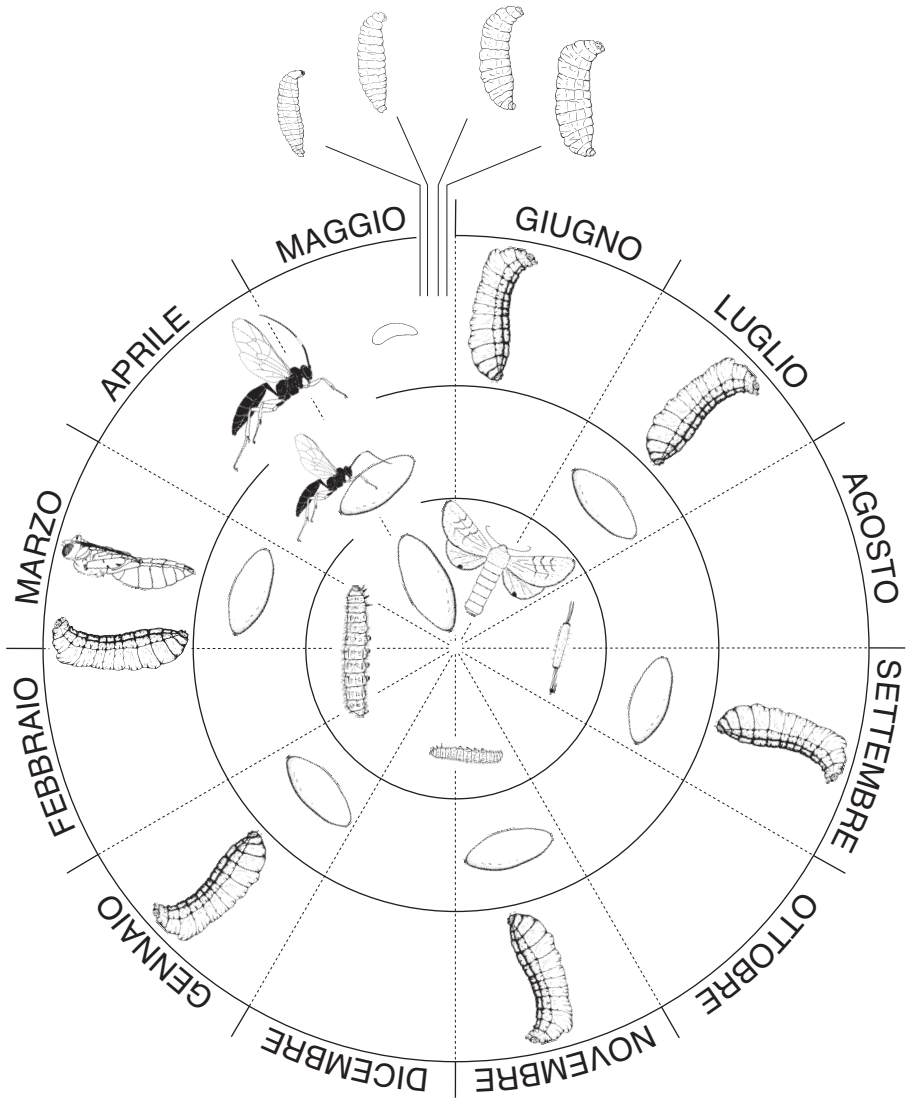


Fig. 14 - Ciclo biologico di *Coelichneumon rudis* (Fonsc.). L'Icneumonide, parassitoide specifico delle crisalidi della *Thaumetopoea pityocampa* (Den. et Schiff.), compie un ciclo perfettamente sincronizzato con quello del suo ospite.

giorni; è stato rilevato che la prima e la seconda età durano ciascuna mediamente poco più di 2 giorni, mentre sia la terza che la quarta si evolvono più rapidamente, in 36-48 ore. I tempi di sviluppo possono però allungarsi di alcuni giorni allorchè si verificano condizioni particolari quali il superparassitismo.

Tra le prime due età e le successive è stata osservata una evidente differenza cromatica a livello del tubo digerente che fino al secondo stadio si presenta verdino, mentre dal terzo in poi è di colore marrone chiaro.

L'Icneumonide trascorre l'estate, l'autunno e l'inverno allo stadio di larva matura; poi, all'inizio della primavera successiva la larva si prepara ad impuparsi: si allunga, la gibbosità del metatorace scompare e durante il passaggio prepupale si libera degli escrementi depositandoli in masserelle sferiche di colore marrone nella parte caudale della crisalide ospite. Questo "passaggio" da larva matura a pupa è stato definito da alcuni Autori (SMITH, 1932; MORRIS, 1937) come stadio prepupale e il suo inizio coinciderebbe con la comparsa di macchioline rossastre corrispondenti agli occhi che sono visibili, per trasparenza del tegumento, sulla parte dorsale del torace della larva matura.

SEX RATIO

I dati ottenuti dagli allevamenti in insettario hanno evidenziato che nel 1993 il rapporto fra i sessi è stato a favore delle femmine per gli adulti provenienti dai biotopi di Pulicchie (1:3) e di Ovile del Castello (1:4), e a favore dei maschi (1,3:1) nella pineta di Pietra Montecorvino; nel 1994 la sex ratio è risultata a favore delle femmine in tutte le località con rapporti variabili: 1:1,9 nel biotopo di Pietra Montecorvino, 1:2 ad Acquatetta, 1:4 a Pulicchie ed 1:5 a Ovile del Castello (tab. 2).

Località	1993		1994	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Pietra Montecorvino	23	17	20	38
Pulicchie	3	9	3	12
Ovile del Castello	2	8	2	10
Acquatetta	-	-	1	2

Tab. 2 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): adulti sfarfallati dalle crisalidi parassitizzate raccolte nelle diverse località e poste in allevamento in insettario durante il biennio 1993-94.

PARTENOGENESI

Dai dati di sfarfallamento relativi agli allevamenti di laboratorio, nei quali è stato possibile controllare più di 100 ovideposizioni, si è constatato che da uova deposte da femmine non fecondate sono nati solamente maschi, mentre la progenie delle femmine fecondate è risultata costituita da individui di ambo i sessi.

ACCOMPPIAMENTO

Su quasi 300 tentativi, effettuati in laboratorio utilizzando 63 femmine e 45 maschi, sono stati ottenuti 35 accoppiamenti.

Le femmine si sono accoppiate alcune ore dopo lo sfarfallamento, per una volta sola, accettando solo maschi più vecchi di almeno 2-3 giorni e rifiutando i coetanei. È stato osservato che la disponibilità delle femmine all'accoppiamento decresce col passare dei giorni fino ad esaurirsi del tutto dopo circa una settimana, mentre aumenta con l'invecchiamento la loro aggressività nei confronti dei partners.

I maschi, alcuni dei quali sono stati in grado nell'arco della loro vita di accoppiarsi fino a 3 volte, vengono attratti da femmine sia vergini che accoppiate; nel secondo caso però, queste rifiutano decisamente di accoppiarsi ancora e reagiscono ai tentativi di monta del maschio piegando l'addome verso il basso, divincolandosi e ruotando su se stesse in modo da disporsi con il proprio ventre opposto a quello del maschio.

Nell'accoppiamento, che dura in media un minuto e mezzo, il maschio monta la femmina dal dorso, apparentemente senza alcun rituale preliminare (corteggiamento), e flettendo latero-ventralmente l'addome introduce l'edeago nelle vie genitali femminili; contemporaneamente le antenne del maschio si

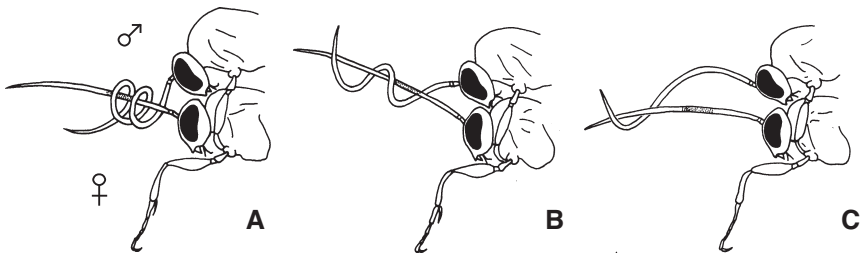


Fig. 15 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.), contatto antennale durante l'accoppiamento: A) le antenne del maschio si attorcigliano intorno alla parte prossimale delle antenne della femmina; B, C) il maschio, srotolando le antenne le fa scorrere lungo quelle della femmina.

arrotolano intorno a quelle della femmina e, partendo dall'estremità prossimale, le percorrono verso la parte distale fino a 6-8 volte (fig. 15). Il movimento tra le due coppie di antenne, che dura 8-10 secondi, è molto veloce e appare sincronizzato; in realtà, dopo aver filmato l'accoppiamento ed osservato le immagini rallentate, si è potuto constatare che l'azione delle antenne è asincrona e si compie in maniera alternata.

Dopo questa fase iniziale, i due partners rimangono quasi immobili per circa 1 minuto con le antenne distese in avanti, e le ali che vibrano leggermente a brevi intervalli; poi le vibrazioni aumentano sempre di più, le antenne si toccano ripetutamente e per alcuni secondi le antenne del maschio ritornano ad attorcigliarsi attorno a quelle della femmina con un movimento simile a quello già descritto.

Terminata questa seconda fase, la femmina si divincola dalla presa del maschio e si allontana; dopo l'allontanamento segue da parte dei due partners una lunga ed accurata opera di pulizia delle antenne, dell'addome, delle parti boccali e delle ali.

Durante la copula il maschio trattiene la femmina con le prime due paia di zampe, ponendo quelle anteriori intorno al collo e quelle del secondo paio sul torace; le zampe posteriori servono per un appoggio esterno. Nel contempo la femmina pone le sue zampe posteriori intorno all'addome del maschio.

In un solo caso, tra gli accoppiamenti osservati, le antenne del maschio e della femmina si sono unite per le estremità e sono rimaste così fino al termine.

OVIDEPOSIZIONE

Sono state effettuate quasi 700 osservazioni con 52 femmine diverse, 27 vergini e 25 accoppiate.

L'ovideposizione inizia generalmente 1-2 giorni dopo lo sfarfallamento; la femmina del *Coelichneumon*, posta vicino ad una crisalide imbozzolata di Processionaria, si indirizza verso di essa e, dopo averla raggiunta, inizia a tastare il bozzolo con le estremità distali delle antenne; questa prima fase di riconoscimento può durare da 1 a 5 minuti. Individuato un sito, apparentemente a caso, l'icneumonide comincia a lacerare il bozzolo con le sue potenti mandibole (il rumore della lacerazione è stato percepito distintamente durante le osservazioni) fino a praticare un foro largo 2-4 mm; in questa fase, che può durare fino a 7-8 minuti, l'icneumonide si concede delle brevi pause durante le quali tasta i fili sfilacciati del bozzolo con i palpi.

Una volta praticato il foro, la femmina inserisce quasi sempre una o entrambe le antenne per tastare direttamente la crisalide e nei casi in cui, all'interno del bozzolo, ci sia una prepupa oppure la crisalide risulti morta o

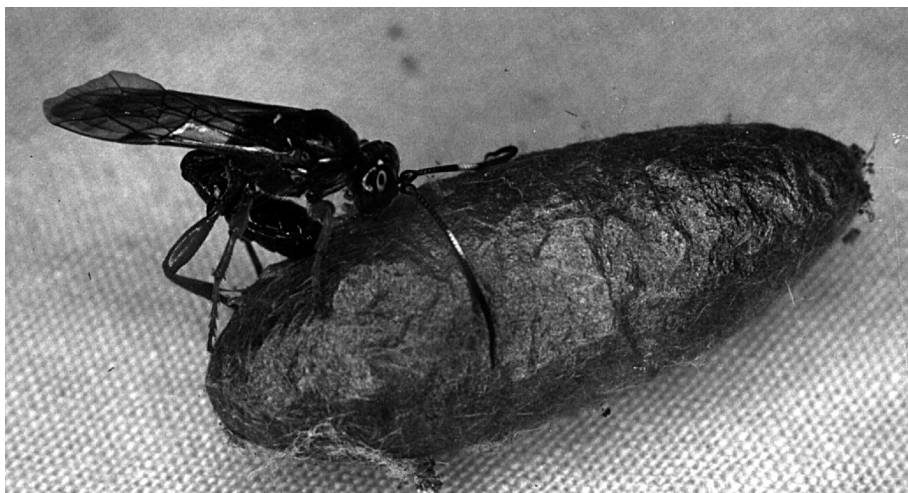


Fig. 16 - Femmina di *Coelichneumon rudis* (Fonsc.) durante l'ovideposizione su crisalide di Processionaria.

già parassitizzata, non ovidepone. Qualche volta, subito dopo le antenne, viene inserita nel foro per pochi secondi anche la terebra.

Esauriti questi preliminari e una volta assicuratasi della vitalità dell'ospite, la femmina afferra saldamente il bozzolo con le zampe e, ancorandosi ad esso, flette l'addome inserendolo nel foro e con la terebra perfora il tegumento della crisalide (fig. 16). La femmina rimane in questa posizione per circa 1 minuto e mezzo con le antenne adagiate sul bozzolo che continuano a muoversi, vibrando di tanto in tanto, e con i palpi che tastano, oltre ai fili sfilacciati intorno al foro, anche la parte ventrale degli ultimi segmenti addominali; poi, per alcuni secondi, sia le antenne che i palpi si bloccano e, accompagnato da un movimento sinuoso dell'addome, l'uovo viene deposto all'interno dell'ospite.

Dopo aver ovideposto, la femmina ritira l'addome dal foro e rimane immobile sul bozzolo per qualche minuto, poi si allontana e si concede ad una meticolosa opera di pulizia soprattutto delle antenne e dell'addome.

Analizzando il tegumento della crisalide, una volta terminata l'ovideposizione, è stato possibile osservare il minuscolo foro praticato dalla terebra circondato da un leggero alone di colore marrone scuro.

PROLIFICITÀ

Per avere una indicazione del numero totale di uova che una femmina del *C. rudis* è in grado di deporre nell'arco della sua vita sono state effettuate delle prove di ovideposizione con 20 femmine, accoppiate e non, fornendo

loro giornalmente 5 crisalidi da parassitizzare; su ogni bozzolo, per una verifica della correlazione tra bozzolo eroso e uovo deposto, sono stati contati i fori operati dal parassitoide e successivamente le crisalidi sono state dissecate per conoscere il grado di parassitizzazione effettivo. Una volta sopraggiunta la morte per ciascuna femmina è stato rilevato il numero di uova e di oociti in avanzato stadio di maturazione presenti negli ovaroli (tab. 3).

Femmina N. ordine	Durata vita (gg)	N. fori rilevati sui bozzoli	N. uova deposte nelle crisalidi	N. uova e oociti quasi maturi pre- senti negli ovaroli alla morte	N. uova deposte + uova e oociti quasi maturi presenti negli ovaroli alla morte
1	8	32	11	34	45
2	12	60	32	32	64
3	17	50	25	38	63
4	11	48	16	29	45
5	11	24	18	26	44
6	13	65	49	28	77
7	18	55	26	34	60
8	12	48	46	30	74
9	10	17	10	22	32
10	9	26	14	24	38
11	14	71	25	22	47
12	13	46	27	27	54
13	12	58	20	36	56
14	16	41	11	32	43
15	16	38	15	28	43
16	14	42	20	20	40
17	13	34	23	18	41
18	16	36	21	28	49
19	9	12	4	30	34
20	7	35	18	20	38
Media	12,1	41,9	21,5	27,9	49,3
Min/max	7/18	12/65	4/49	18/38	32/77

Tab. 3 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): risultati delle prove di ovideposizione effettuate per valutare la prolificità delle femmine.

Le femmine oggetto di questa indagine hanno avuto una vita media di 12,1 giorni (con un minimo di 7 ed un massimo di 18). In questo lasso di tempo la media dei fori praticati sui bozzoli da una femmina è stata di 41,9 (con un minimo di 12 ed un massimo di 65), mentre quella delle uova deposte è risultata di 21,5 (da un minimo di 4 ad un massimo di 49); il numero di uova e di oociti quasi maturi presenti negli ovaroli alla morte delle femmine è risultato, in media, pari a 27,9 (da un minimo di 18 ad un massimo di 38). Dalla somma delle uova deposte con le uova e gli oociti quasi maturi presenti negli ovaroli alla morte delle femmine otteniamo un valore medio di circa 50, che si potrebbe anche indicare come il numero medio di uova che una femmina è potenzialmente in grado di deporre. Ragionando in questi termini e basandoci sui dati della tabella, una femmina del *Coelichneumon* sarebbe capace di deporre da un minimo di 32 fino ad un massimo di 77 uova.

SUPERPARASSITISMO E MULTIPARASSITISMO

Dalla dissezione di crisalidi dell'ospite parassitizzate raccolte in campo, il superparassitismo è risultato raro; al contrario, in condizioni di laboratorio, la femmina del *Coelichneumon* ha frequentemente deposto più di un uovo all'interno della stessa crisalide.

Dato lo scarto megetico ridotto in un ospite può svilupparsi una sola larva del parassitoide; di conseguenza, la competizione che viene ad instaurarsi all'interno di uno stesso ospite, e che si esaurisce entro il primo o secondo stadio, fa sì che una sola larva giunga a maturità.

È stato osservato che, nella lotta per la sopravvivenza, le larvette utilizzano come arma le mandibole sventrando le concorrenti quasi sempre all'inserzione tra il capo ed il primo segmento toracico.

Per verificare fino a che punto le femmine dell'*Ichneumonide* riescono a percepire la eventuale parassitizzazione di una crisalide sono state effettuate prove di ovideposizione su crisalidi precedentemente parassitizzate utilizzando 5 femmine diverse; a ciascuna sono state offerte delle crisalidi già attaccate da altre femmine da 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 giorni. Le femmine hanno ovideposto solo sulle crisalidi parassitizzate da non più di 4-5 giorni, contenenti uova o larve del parassitoide ai primissimi stadi, mentre non hanno ovideposto, pur avendo praticato il foro sul bozzolo, su quelle parassitizzate da più tempo. Il numero massimo di ovideposizioni all'interno di una stessa vittima è stato rinvenuto in una crisalide parassitizzata da due femmine diverse nell'arco di due giorni; disseccando questa crisalide sono state rinvenute 10 uova del parassitoide, alcune delle quali (quelle deposte il primo giorno) in procinto di schiudere.

Per quanto riguarda la competizione interspecifica nelle numerose dissezioni di crisalidi effettuate, in 47 casi, oltre alle larve del *Coelichneumon* in attiva fase di crescita, sono state estratte anche larvette di Ditteri (molto probabilmente Tachinidi della specie *Phryxe caudata* Rond.) di dimensioni ridotte (1-2 mm) e, all'apparenza, bloccate nello sviluppo.

LONGEVITÀ

La durata della vita degli adulti è stata molto variabile; in cella climatica, con una temperatura di 24 °C, una U.R. del 75%, e alimentati con acqua e miele, le femmine hanno raggiunto un'età media di 18 giorni (da un minimo di 7 ad un massimo di 37) e i maschi di 22 giorni (da un minimo di 6 ad un massimo di 36).

È stato rilevato inoltre che gli adulti resistono per 4-6 giorni all'afagia; se viene data loro solo acqua muoiono dopo 6-8 giorni.

RAPPORTI CON L'OSPITE

INSETTI OSPITI

Il *C. rudis* è un endoparassitoide specifico della *T. pityocampa* e, in base a quanto riportato dalla bibliografia, vive esclusivamente a carico delle crisalidi di questo Lepidottero^{*}; durante le numerose dissezioni effettuate nei tre anni di ricerca, in un solo caso è stata estratta una larvetta di seconda età del parassitoide da una eopupa di Processionaria.

Si è tentato in laboratorio di stimolare l'Ichneumonide ad ovideporre su qualche altra specie di Lepidottero, offrendo crisalidi di *Galleria mellonella* (L.) (Galleriidae), di *Gortyna xanthenes* Ger. (Noctuidae) e di *Zeuzera pyrina* (L.) (Cossidae) appositamente inserite nei bozzoli della Processionaria. In tutti i casi le femmine del parassitoide si sono avvicinate, hanno soltanto tastato per alcuni minuti i bozzoli e poi si sono allontanate; non si è verificato alcun tentativo di strappo sul bozzolo né di ovideposizione.

A riguardo degli effetti indotti dal parassitoide sulla morfologia dell'ospite, la crisalide di Processionaria, dopo alcuni giorni dalla parassitizzazione, diviene meno mobile, di colorazione più scura e con i segmenti addominali allungati rispetto ad una crisalide sana; quando la larva del parassitoide raggiunge la maturità, il tegumento dell'ospite diventa rigido e, in alcuni casi, semitrasparente tanto che è possibile notare controluce la larva parassita all'interno.

* Nell'ambito della sottofamiglia Ichneumoninae vi sono alcune specie strettamente monofaghe, le altre possono essere infeudate ad un ristretto numero di ospiti ma sempre appartenenti a gruppi filogeneticamente vicini.

RICERCA DELL'OSPITE

Sebbene le crisalidi della Processionaria si trovino interrato ad alcuni centimetri di profondità, l'Ichneumonide le raggiunge facilmente e le parassitizza.

È stato possibile osservare come ciò avvenga: in una arena preparata appositamente sono state fatte entrare alcune femmine del *Coelichneumon* che, dopo aver tastato ripetutamente il terreno con le antenne per qualche minuto, si sono infossate e hanno raggiunto le crisalidi. Questo Ichneumonide, pur avendo zampe robuste, non pare essere dotato di particolari adattamenti morfologici allo scavo; esso cerca di penetrare nel terreno non tanto scavando ma soprattutto sfruttando la friabilità dello stesso e le anfrattuosità che riesce a trovare. Inoltre, agile più che veloce, si muove nel terreno aiutandosi anche con le mandibole e ponendo sempre in avanti le antenne.

Le prove di laboratorio hanno evidenziato che il bozzolo dell'ospite riveste un ruolo determinante nella attrazione dell'Ichneumonide. Le femmine del parassitoide, infatti, non hanno mai ovideposto su crisalidi di Processionaria prive del bozzolo mentre sono state attratte ugualmente dai soli bozzoli privi di crisalide.

Per valutare la volatilità delle sostanze presenti nel bozzolo e per studiare le reazioni dell'Ichneumonide a tali sostanze, si è cercato di ricavarle sottoponendo bozzoli e crisalidi ad alcuni procedimenti di estrazione, di cui si è già detto. Con le 6 sostanze ottenute si è provveduto ad effettuare una serie di 30 biosaggi in capsule Petri utilizzando 5 femmine diverse. La risposta è stata negativa in tutte le prove eseguite e nessuna delle sostanze esaminate ha esercitato una qualche azione di richiamo nei confronti delle femmine utilizzate. I biosaggi sono stati ripetuti successivamente miscelando le sostanze tra loro ma la risposta del parassitoide è stata ugualmente negativa.

Le crisalidi imbozzolate, dopo i procedimenti di estrazione, sono state poste in vicinanza dell'Ichneumonide: l'attrazione è stata immediata e, nell'arco di alcuni minuti, le femmine hanno ovideposto; la stessa prova è stata fatta, sempre dopo l'estrazione, con i soli bozzoli e anche questi hanno esercitato una notevole azione di richiamo.

La verifica della stimolazione-risposta delle sostanze estratte è stata effettuata per mezzo dell'elettro-antennogramma ed ha confermato i risultati dei biosaggi: nessuno tra i composti esaminati ha, infatti, suscitato reazioni apprezzabili da parte dell'Ichneumonide.

I dati raccolti da queste prime prove hanno evidenziato che le sostanze estratte dai bozzoli non esercitano alcuno stimolo di richiamo sugli Ichneumonidi e che i composti responsabili dell'attrazione sono evidentemente rimasti nel bozzolo.

Si è cercato allora di stabilire fino a quale distanza sono attivi questi composti usando direttamente i bozzoli; è stato quindi approntato un esperimento con un olfattometro a due vie, ponendo da una parte 50 crisalidi imbozzolate e dall'altra niente. Durante le osservazioni le 3 femmine utilizzate hanno vagato a caso non mostrando alcun segnale di preferenza per la direzione delle crisalidi, anzi, alla fine, si sono dirette dalla parte opposta.

Successivamente sono state eseguite delle prove con la galleria del vento. Sono stati effettuati 30 esperimenti ponendo alcune femmine dell'*Ichneumonide* a diverse distanze dai bozzoli (da 5 a 60 cm); durante le prove, per distanze da 20 a 60 cm, le femmine hanno vagato a caso per diversi minuti mostrando di venire attratte dai bozzoli solo una volta giunte a una quindicina di cm dagli stessi; l'approccio a questa "soglia" è apparso completamente casuale anche perché in alcune prove gli *Ichneumonidi*, non fermandosi nei pressi dei bozzoli, hanno continuato a svolazzare lungo il tubo senza che il loro volo avesse alcun indirizzo preferenziale.

PARASSITIZZAZIONE IN NATURA

Durante il periodo delle ricerche la percentuale di crisalidi parassitizzate si è aggirata intorno al 20% nelle pinete di Pulicchie ed Ovile del Castello, con un massimo del 24% registrato nel 1993 per il biotopo di Pulicchie, mentre ad Acquatetta è stata registrata una percentuale d'attacco, risultata la più bassa, variabile tra il 3 e l'8% (tab. 4). Le percentuali di parassitizzazione più alte sono state riscontrate nella pineta di Pietra Montecorvino, dove nel 1993, l'*Ichneumonide* ha parassitizzato quasi il 40% delle crisalidi.

Località	1992	1993	1994
Pietra Montecorvino	16,0	38,6	*
Pulicchie	9,2	23,3	26,9
Ovile del Castello	8,7	9,3	7,0
Acquatetta	0	2,8	5,3

Tab. 4 - *Coelichneumon rudis* (Fonsc.): crisalidi parassitizzate (in %) nelle 4 località prese in esame.

NEMICI NATURALI

Durante il periodo delle ricerche è stato possibile individuare alcuni antagonisti biologici che attaccano l'*Ichneumonide* allo stadio di larva o di pupa all'interno della crisalide ospite; si tratta dell'*Imenottero* *Pteromalide*



Fig. 17 - Crisalide di *Thaumetopoea pityocampa* (Den. et Schiff.) aperta ad arte: pupe di *Conomorium pityocampae* Graham disposte a raggiera.

Conomorium pityocampae Graham, del Dittero Bombyliide *Hemipenthes velutinus* (Meigen) e dei Funghi patogeni *Beauveria bassiana* (Vuill.) Balsam. e *Paecylomyces farinosus* (Dicks.) (Deuteromycotina: Hyphomycetes). Il *C. pityocampae* (fig. 17), oltre che da iperparassita, può comportarsi anche da parassita primario attaccando direttamente le crisalidi della Processionaria.

Il ritrovamento di questi parassiti secondari nei diversi biotopi è stato salutare e la loro incidenza sulla popolazione del *Coelichneumon* è risultata di modesta importanza.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

MORFOLOGIA

Alla luce di quanto osservato sulla morfologia larvale del *C. rudis*, è risultato che alcuni caratteri sono costanti nei 5 stadi di sviluppo e sempre presenti in esemplari di una stessa età, mentre altri sono costanti in larve coetanee ma non riscontrabili in tutte le età.

Sul capo delle larve di ciascuno stadio è un carattere costante la presenza di aree sclerotizzate provviste di sensilli situate sul dorso dei lobi labrali; sono sempre presenti inoltre sensilli sulla fronte, sulle gene, sull'epistoma e sull'area maxillo-labiale, il cui numero varia, oltre che nei diversi stadi, anche tra esemplari coetanei. Le sclerotizzazioni pleurostomali ed ipostomali sono costanti in tutti gli stadi, mentre l'epistoma si distingue chiaramente a partire dalla terza età, rimanendo separato dal resto del peristoma fino alla quarta età e congiungendosi agli archi pleurostomali solo nell'ultimo stadio.

Le linee di rottura esuviale sono nettamente distinguibili nelle prime tre età. Dal secondo stadio in poi iniziano a differenziarsi sui parietali e sulla fronte le microsculture reticolate che diventano sempre più marcate ed evidenti negli stadi successivi interessando nella quarta e quinta età anche le gene.

Le antenne discoidali e gli abbozzi dell'orifizio del condotto per la seta sono evidenziabili dal secondo stadio in poi, le bande oculari dal terzo in poi e solo a partire dal quarto è possibile individuare i palpi labiali e mascellari.

Le prime 4 età sono caratterizzate dalla presenza di scleriti labiali e stipitali e questo le differenzia in maniera netta dalle larve mature in cui gli unici elementi sclerotizzati dell'area maxillo-labiale sono i palpi e l'orifizio per il condotto della seta.

Nella prima e nella seconda età il capo, in relazione al resto del corpo, appare proporzionalmente più grande rispetto alle età successive.

Nel corpo delle larve l'unico carattere comune a tutte le età è la conformazione trilobata del segmento anale. Gli stigmi appaiono evidenti, perchè sclerotizzati, solo dal quarto stadio; in particolare il rapporto tra la lunghezza dell'apparato di chiusura e la larghezza dell'atrio che risulta maggiore di 2,5 è un carattere che ha valore sistematico. La gibbosità dorsale del metatorace è evidenziabile dal terzo stadio in poi.

Basandosi sulla classificazione più recente proposta da GILLESPIE E FINLAYSON (1983) sulle larve mature della sottofamiglia Ichneumoninae, il genere *Coelichneumon* (che non compare in quanto tale poichè gli Autori hanno seguito la nomenclatura proposta da CARLSON nel 1979), verrebbe a tro-

varsi nella tribù Ichneumonini (= Protichneumonini di HEINRICH, 1960, 1967), la cui caratteristica peculiare è che le aree sclerotizzate dei lobi labrali sono separate dall'epistoma e risultano unite, o almeno si toccano, medialmente; nelle larve mature del *C. rudis* questa non è una costante e vi sono esemplari in cui non si toccano affatto; inoltre la conformazione di tali aree, del peristoma, dei palpi, nonché la distribuzione dei sensilli intorno al pleurostoma e sull'epistoma discostano questa specie dagli Ichneumonini e piuttosto la avvicinano ai generi della sottotribù Pterocormina (tribù Gyrodontini) ed in particolare ad alcune specie del genere *Pterocormus* con cui il *C. rudis* mostra di avere considerevoli similitudini. Tra i due generi permane comunque un carattere importante che li distingue, relativo agli stigmi del protorace: il rapporto tra la lunghezza dell'apparato di chiusura e la larghezza dell'atrio è minore di 2,5 per il genere *Pterocormus* e maggiore di 2,5 per il genere *Coelichneumon*.

V'è da aggiungere, sulla base di quanto detto, una breve considerazione di ordine sistematico.

Le strutture utilizzate nella classificazione delle larve mature degli Ichneumonidi sono le sclerotizzazioni cefaliche, che circondano la regione orale, e gli stigmi. In particolare le larve mature degli Ichneumoninae si distinguono dalle altre sottofamiglie soprattutto per la mancanza di scleriti labiali e stipitali (SHORT, 1959; GILLESPIE & FINLAYSON, 1983)*. Nel caso del *C. rudis*, se questo è vero per le larve di quinta età, non si può dire altrettanto per gli stadi precedenti che sono invece provvisti sia di scleriti stipitali che labiali.

Questo carattere relativo a stadi larvali precedenti a quello maturo non può, chiaramente, essere preso in considerazione in un sistema di classificazione legato esclusivamente ai caratteri delle larve dell'ultima età. Probabilmente, se fosse stato possibile confrontarlo con dati analoghi di entità filogeneticamente vicine, sarebbe potuto risultare utile nell'interpretazione sistematica della specie.

In un'ottica più ampia, dato che, come ebbe a dire VAN EMDEN (1957), gli studi sulla sistematica larvale sono utili perché oltre a permettere di identificare le larve aiutano a capire meglio la classificazione delle forme adulte, il fatto di avvalersi dei caratteri di tutte le età, e non soltanto dell'ultima, fornirebbe certamente un maggior numero di informazioni e permetterebbe di capire meglio i legami filogenetici esistenti tra generi affini.

* Anche le larve mature delle sottofamiglie Orthopelmatinae e Collyriinae mancano di scleriti labiali e stipitali, ma si differenziano dagli Ichneumoninae, le prime per non aver alcuna struttura cefalica sclerotizzata, le seconde per le mandibole fortemente incurvate e provviste di un robusto dente.

CICLO BIOLOGICO

Le indagini e le osservazioni sulla bioetologia dell'Inceumonide effettuate nel triennio 1992-94 hanno evidenziato che il *C. rudis* compie una sola generazione all'anno ed il ciclo è perfettamente sincronizzato con quello del suo ospite (fig. 14).

I dati di sfarfallamento, sia quelli di campo che quelli relativi agli allevamenti in insettario, indicano che la specie è caratterizzata da una spiccata proterandria con i maschi che iniziano a sfarfallare circa 10 giorni prima delle femmine. Inoltre, dall'esame degli adulti sfarfallati in allevamento da ovideposizioni controllate, la progenie di femmine vergini è risultata costituita di soli maschi mentre quella di femmine fecondate da maschi e femmine; ciò porterebbe a concludere che questa è una specie a partenogenesi arrenotoca.

A riguardo dello sviluppo postembrionale, si è detto dell'evidente differenza cromatica osservata, a livello di tubo digerente, tra le prime 2 età e le successive; tale differenza potrebbe essere correlata ad uno schema di alimentazione che utilizzi i tessuti e gli organi interni dell'ospite in una precisa sequenza.

Per quanto concerne la sex ratio nelle diverse località il rapporto fra i sessi è risultato quasi sempre a favore delle femmine con dati variabili da 1:2 (località Pietra Montecorvino nel 1994) a 1:5 (località Oville del Castello nel 1994); solo in un caso (Pietra Montecorvino nel 1993) la sex ratio è stata a favore di maschi con un rapporto di 1,3:1. Questo è sicuramente un dato positivo in relazione alle potenzialità biotiche della specie.

ETOLOGIA DELL'ACCOPIAMENTO

ZAMOUM (1992) ha osservato che in natura i maschi del *C. rudis* si radunano in particolari "siti di riposo", caratterizzati da un'alta percentuale di umidità; la presenza di una femmina vergine in questo luogo di raduno richiama un certo numero di maschi (10-15) che le si addensano attorno e la inseguono finché uno di essi non la feconda.

In questa sede le osservazioni sull'etologia dell'accoppiamento sono state effettuate in laboratorio ed hanno mostrato che, almeno all'apparenza, il *C. rudis* si accoppia senza alcun corteggiamento; a questo proposito, nell'ambito degli Inceumonidi, a fronte di specie che manifestano dei rituali precopula ben evidenti, ve ne sono altre in cui pare non esserci alcuna fase preliminare (VAN VEEN, 1981). SLOVÁK (1986), descrivendo il comportamento sessuale di *Exetastes cinctipes* Retzius, non distingue alcun tipo di corteggiamento, al pari del *C. rudis*, così come SMITH (1932) per *Phaeogenes nigridens* Wesmael, mentre vengono riportati dati relativi a particolari rituali precopula per

Chorinaeus funebris Gravenhorst (AESCHLIMANN, 1974), *Bathyplectes curculionis* (Thomson) (DOWELL & HORN, 1975), *B. anurus* (Thomson) (GORDH & HENDRICKSON, 1976), *Banchus femoralis* Thomson (VAN VEEN, 1982), *Diplazon pectoratorius* (Thunberg) (ROTHERAY, 1981), *Hyposoter fugitivus* (Say) (BARROWS, 1976) e *Campoletis sonorensis* (Cameron) (VINSON, 1972); per quest'ultima specie VINSON ha osservato che il corteggiamento si compone di 4 fasi: orientamento, vibrazione delle ali, contatto antennale e tentativo di copula. Il significato biologico di questa differenza di comportamento appare poco chiaro ed è certamente un argomento sul quale bisognerà indagare ancora.

Durante la copula, il comportamento del *C. rudis* è caratterizzato nella fase iniziale e finale da una singolare operazione in cui le antenne del maschio si attorcigliano intorno a quelle della femmina e, partendo dalla parte prossimale, scorrono lungo di esse più volte per una ventina di secondi; questa particolarità, non essendo stata riscontrata in nessun altro caso tra gli Icneumonidi, pare essere tipica di questa specie.

Per le femmine del *C. rudis* la monogamia è una regola fissa al contrario dei maschi che possono accoppiarsi più di una volta; questa caratteristica è comune a molte altre specie della famiglia, nell'ambito della quale, comunque, non mancano casi in cui anche le femmine possono essere poligame, come il *Bathyplectes curculionis* (Thomson) (DOWELL & HORN, 1975).

OVIDEPOSIZIONE

Le osservazioni sull'etologia dell'ovideposizione hanno rilevato più volte che la femmina, dopo aver praticato il foro sul bozzolo, tasta direttamente la crisalide con le antenne e, a volte, inserisce anche la terebra; entrambe le operazioni, abbastanza comuni tra gli Imenotteri parassitoidi, permetterebbero alla femmina di valutare la recettività dell'ospite e di percepire se questo è già parassitizzato. In particolare l'Icneumonide per mezzo della terebra sarebbe in grado di percepire i cambiamenti biochimici dell'emolinfa dell'ospite indotti dalla presenza di un parassitoide all'interno dello stesso (FISHER, 1971; VINSON & IWANTSCH, 1980).

Dai risultati delle prove effettuate sulla prolificità dell'Icneumonide sembrerebbe non esserci una correlazione diretta tra l'erosione praticata e la deposizione dell'uovo; i fori sui bozzoli, infatti, sono risultati in numero quasi doppio rispetto alle uova deposte.

I dati raccolti hanno rilevato che una femmina di *C. rudis* sarebbe potenzialmente in grado di deporre fino a un massimo di circa 80 uova.

Nei casi di superparassitismo è stato osservato che le femmine ovidepon-

gono solo su crisalidi parassitizzate da un massimo 4-5 giorni, contenenti uova o larve del parassitoide ai primissimi stadi, mentre non ovidepongono, pur praticando il foro sul bozzolo, su quelle parassitizzate da più tempo; questo potrebbe significare che il parassitoide riesce ad indurre dei cambiamenti a livello chimico nell'emolinfa della vittima solo a partire dalla seconda-terza età.

A riguardo del multiparassitismo è possibile che le larve dell'icneumonide riescano ad inibire fisiologicamente la crescita delle concorrenti (FISHER, 1971).

RICERCA DELL'OSPITE

Che un parassitoide riesca ad individuare il proprio ospite mediante sostanze prodotte dall'ospite stesso e dalle piante di cui esso si nutre è ormai noto da tempo (THORPE & CAUDLE, 1938). In base alle informazioni di SALT (1935), FLANDERS (1953), DOUTT (1964) e VINSON (1976), il processo di ricerca e localizzazione dell'ospite si compie attraverso una sequenza di fasi successive: individuazione dell'habitat dell'ospite, localizzazione dell'ospite, riconoscimento dell'ospite e valutazione dell'idoneità dello stesso; queste fasi sono regolate principalmente da stimoli di natura chimica.

Recentemente TUMLINSON *et al.* (1993) hanno pubblicato i risultati di una serie di studi approfonditi su tale argomento; gli Autori si sono interessati in maniera particolare al comportamento di alcuni parassitoidi di larve di Lepidotteri, e hanno provato che nell'individuazione dell'ospite, oltre ai cairomoni non volatili che agiscono a breve distanza, svolgono un ruolo determinante alcuni composti chimici volatili specifici, provenienti in parte dalle feci dei bruchi ed in parte dalle piante di cui i bruchi si cibano.

Circa la localizzazione dell'habitat dell'ospite, l'azione di richiamo esercitata dai composti volatili emessi dalle piante attaccate (sinomoni) nei confronti dei parassitoidi è stata evidenziata, nell'ambito degli Icneumonidi, per alcune specie quali *Itopectis conquisitor* (Say) (ARTHUR, 1962), *Phaeogenes cynarae* Bragg (BRAGG, 1974), *Diadromus pulchellus* Wesmael (LECOMTE & THIBOUT, 1984, 1986) e *Campoletis sonorensis* (Cameron) (ELZEN *et al.*, 1983, 1986; BAEHRECKE *et al.*, 1990).

Per quanto riguarda il *C. rudis*, sono state effettuate prove di laboratorio solo sulla fase di individuazione e riconoscimento dell'ospite ed è stato evidenziato che i semiochimici presenti nel bozzolo della Processionaria, i quali, data la loro scarsa volatilità e l'azione a breve distanza, dovrebbero appartenere alla categoria dei cairomoni, esercitano un richiamo nei confronti del parassitoide che si esaurisce entro un raggio d'azione massimo di 10-15 cm; questo dato è paragonabile a quello ottenuto da CARTON (1974), il quale ha rilevato che *Pimpla instigator* (F.) riesce ad individuare il suo ospite entro un

raggio massimo di 24 cm. Inoltre, l'importanza del ruolo del bozzolo per la localizzazione dell'ospite è stata segnalata anche da SANDLAN (1980) per *Coccygomimus turionellae* (L.), un parassitoide pupale altamente polifago e da BEKKAOUTI & THIBOUT (1992, 1993) per *Diadromus pulchellus* Wesmael e per *Diadromus collaris* (Grav.).

Le ricerche meriterebbero in questo caso di essere approfondite ulteriormente per poter capire più a fondo l'interazione tra le piante attaccate dal fitofago ed il parassitoide e per stabilire quali sono e da dove provengono esattamente le componenti volatili che guidano la femmina nella ricerca della propria vittima, dato che le crisalidi sono interrate e non rilasciano feci e, inoltre, per quanto riguarda i sinomoni, dovrebbe trattarsi di sostanze abbastanza persistenti, visto che quando gli Icneumonidi sfarfallano le larve del fitofago hanno già smesso di alimentarsi da diversi giorni.

PARASSITIZZAZIONE IN NATURA

A riguardo della presenza in natura, il *C. rudis* è stato ritrovato in tutti i biotopi presi in esame con una percentuale di parassitizzazione delle crisalidi di *T. pityocampa* molto variabile nel triennio d'osservazione; durante i campionamenti del 1994 nella pineta di Pietra Montecorvino è stata registrata la percentuale di parassitizzazione massima pari quasi al 40%.

Va sottolineato che, durante il periodo delle ricerche, tra i nemici naturali delle crisalidi della Processionaria, il *C. rudis* ha evidenziato le percentuali di parassitizzazione più alte in tutte le località prese in esame e questo, nonostante alcuni fattori limitanti (quali lo scarto megetico ridotto che permette ad un solo individuo del parassitoide di svilupparsi all'interno di una crisalide ospite, la prolificità della specie che appare piuttosto bassa in rapporto alla potenzialità biotica della propria vittima e la elevata specificità del parassitoide) pone l'Icneumonide in un ruolo di primo piano nel controllo biologico del dannoso fitofago.

Questi dati, che indicano il *C. rudis* come uno degli antagonisti biologici più efficaci della *T. pityocampa*, costituiscono, almeno per quanto riguarda gli ambienti meridionali, il presupposto per un tentativo di allevamento massale del parassitoide al fine di provare a contenere la diffusione del Lepidottero rilasciando per tempo nelle pinete infestate crisalidi parassitizzate l'anno precedente.

La possibilità di un impiego massale del *C. rudis* nel controllo biologico della Processionaria è uno degli obiettivi che si spera di perseguire e realizzare in futuro.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia sentitamente il Prof. F. Frilli del Dipartimento di Biologia applicata alla Difesa delle Piante di Udine per i preziosi consigli ed i puntuali suggerimenti prestati durante lo svolgimento del presente lavoro. Si ringrazia il Prof. G. Rotundo del Dipartimento di Scienze Animali, Vegetali e dell'Ambiente dell'Università del Molise per aver messo a disposizione la sua competenza e le attrezzature necessarie allo svolgimento degli esperimenti riguardanti i semiochimici coinvolti nella ricerca dell'ospite da parte del *C. rudis*. Si ringraziano, inoltre, i Sigg. G. Maggio, P. Ciavarella e G. Rondinone per l'assistenza tecnica fornita.

RIASSUNTO

Durante il triennio 1992-1994 è stato eseguito uno studio morfologico e bioetologico dell'Imenottero Ichneumonide *Coelichneumon rudis* (Boyer de Fonscolombe), parassitoide endofago delle crisalidi della *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae).

Sono stati descritti ed illustrati l'uovo e le 5 età larvali, con particolare riguardo alle sclerotizzazioni del capo.

Coelichneumon rudis è risultato essere una specie monovoltina, a spiccata proterandria e a partenogenesi arrenotoca. A 25 °C le uova schidono in 24-36 ore e le larve raggiungono la maturità (V età) in 7-10 giorni; in tale stadio l'Ichneumonide si mantiene in diapausa dall'estate alla primavera successiva.

Altre informazioni inedite vengono riportate a riguardo della sex ratio, della prolificità, del superparassitismo, del multiparassitismo, della longevità e dei nemici naturali del *C. rudis*.

Le osservazioni etologiche hanno riguardato le modalità dell'accoppiamento, evidenziando l'assenza di rituali precopula, e della ovideposizione, con particolare riguardo alla ricerca dell'ospite.

Vengono riportati, inoltre, i dati relativi alle percentuali di crisalidi di *T. pityocampa* parassitizzate dal *C. rudis* nei 4 biotopi indagati.

Infine, i risultati ottenuti sono stati confrontati con le conoscenze attualmente disponibili in bibliografia per altre specie di Ichneumonidi.

Parole chiave: Ichneumoninae, Processionaria del pino, nemici naturali, etologia, modalità di accoppiamento, modalità di ovideposizione, ricerca dell'ospite, Puglia (Italia Meridionale).

BIBLIOGRAFIA

- AESCHLIMANN J.P., 1974 - Biologie et comportement de *Chorinaeus funebris* Gravenhorst (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ann. Zool. - Ecol. anim.*, 6(4): 529-538.
- ANDROIC M., 1956 - Contribution à l'étude de *Cnethocampa pityocampa* Schiff. *Rev. Path. vég.*, 35(4): 251-262.
- ARTHUR A.P., 1962 - Influence of host tree on abundance of *Itopectis conquisitor* (Say) (Hymenoptera: Ichneumonidae), a polyphagous parasite of the European pine shoot moth *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Olethreutidae). *Can. Ent.*, 94: 337-347.
- AUBERT J.F., HALPERIN J., GERLING D., 1984 - Les Ichneumonides d'Israel. *Entomophaga*, 29(2): 211-235.

- BAEHRECKE E.H., VINSON S.B., WILLIAMS H.J., 1990 - Foraging behaviour of *Campoletis sonorensis* in response to *Heliothis virescens* and cotton plants. *Ent. exp. appl.*, 55: 47-57.
- BARROWS E.M., 1976 - Sexual behaviour in *Hyposoter fugitivus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ent. News*, 87(3&4): 101-102.
- BATTISTI A., 1985/86 - Ricerche bio-ecologiche e demografiche su *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) in pinete di *Pinus nigra* Arnold delle prealpi orientali. Tesi di dottorato.
- BEKKAOUI A. & THIBOUT E., 1992 - Rôle de substances cuticulaires non volatiles d'*Acrolepiopsis assectella* (Lepidoptera: Hyponomeutoidea) dans la reconnaissance de l'hôte par les parasitoïdes *Diadromus pulchellus* et *D. collaris*. *Entomophaga*, 37(4): 627-639.
- BEKKAOUI A. & THIBOUT E., 1993 - Role of the cocoon of *Acrolepiopsis assectella* (Lep., Hyponomeutidae) in host recognition by the parasitoid *Diadromus pulchellus* (Hym., Ichneumonidae). *Entomophaga*, 38(1): 101-113.
- BERTHOUMIEU G.V., 1894 - Ichneumonides. *Ann. Soc. Ent. Fr.*: 552-553.
- BERTHOUMIEU G.V., 1925 - Fam. Ichneumonidae, Subfam. Ichneumoninae. *Genera Insectorum*, Fasc. 18: 87 pp.
- BOYER DE FONSCOLOMBE M., 1847 - Ichneumonologie provençale. *Ann. Soc. Ent. Fr.*: 55-57.
- BRAGG D.E., 1974 - Ecological and Behavioural studies of *Phaeogenes cynarae*. Ecology; Host specificity; Searching and Oviposition; and Avoidance of Superparasitism. *Ann. Ent. Soc. Am.*, 67(6): 931-936.
- CARLSON R.W., 1979 - Family Ichneumonidae. In K.V. Krombein, P.D. Hurd, Jr., D.R. Smith, and B.C. Burks (Eds.), *Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico*, Vol. 1: 315-740.
- CARTON Y., 1974 - Biologie de *Pimpla instigator* (Ichneumonidae: Pimplinae). III. Analyse expérimentale du processus de reconnaissance de l'hôte-chrysalide. *Ent. exp. appl.*, 17: 265-278.
- CEBALLOS G., 1924 - Estudios sobre Ichneumonidos de Espana. I. Subfamilia Joppinae. *Trab. Mus. Nac. de Cienc. Nat. de Madrid - Ser. Zool.*, 50: 70-72.
- CEBALLOS G., 1934 - Notas sobre Ichneumonidos de Maruecos. I. Subfams. Joppinae y Cryptinae. *Eos*, 10: 162.
- CLAUSEN C.P., 1940 - *Entomophagous Insects*. McGraw-Hill Book Comp., New York, London: 668 pp.
- CONSTANTINEANU M.I., 1959 - Familia Ichneumonidae, Subfamilia Ichneumoninae, tribul Ichneumoninae Stenopneusticae. *Fauna Republicii Populare Romine*, 9(4): 1-1248.
- DE ASSUNCAO DINIZ M., 1959 - Estado actual do conhecimento dos Hymenopteros de Portugal. *Mem. Est. Mus. Zool. Univ. Coimbra*.
- DOUTT R.L., 1964 - Biological characteristics of entomophagous adults. In *Biological Control of Insect Pests and Weeds*, ed. P. DeBach, Chap. 6: 145-167.
- DOWELL R.W. & HORN D.J., 1975 - Mating behaviour of *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae) a parasitoid of the alfalfa weevil *Hypera postica* (Col.: Curculionidae). *Entomophaga*, 20 (1): 271-273.
- DU MERLE P., 1969 - Le complexe parasitaire hipogé de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera). *Boletino del Servicio de Plagas Forestales*, 23: 29-34.
- DU MERLE P., 1970 - Programa experimental de lucha integrada contra *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. en la Region de Mora. Resultados de la campaña 1969-1970.

- Los parasitos asociados a la fase hipogea del defoliador. *Boletino del Servicio de Plagas Forestales*, 26: 131-132.
- ELZEN G.W., WILLIAMS H.J., VINSON S.B., 1983 - Response by the parasitoid *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera, Ichneumonidae) to chemicals (synomones in plants: implication for host habitat location. *Environ. Ent.*, 12(6): 1872-1876.
- ELZEN G.W., WILLIAMS H.J., VINSON S.B., 1986 - Wind tunnel flight response by hymenopterous parasitoid *Campoletis sonorensis* to cotton cultivars and lines. *Ent. exp. appl.*, 42: 285-289.
- FISHER R.C., 1971 - Aspects of the physiology of endoparasitic Hymenoptera. *Biol. Rev.*, 46: 243-278.
- FLANDERS S.E., 1953 - Variation in susceptibility of citrus-infesting coccids to parasitization. *J. Econ. Entomol.*, 46: 266-269.
- GILLESPIE D.R. & FINLAYSON T., 1983 - Classification of the final-instar larvae of the Ichneumoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Mem. Ent. Soc. Can.*, 124: 1-81.
- GORDH G. & HENDRICKSON R., 1976 - Courtship behaviour in *Bathyplectes anurus* (Thomson) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ent. News*, 87 (9&10): 271-274.
- HEINRICH G.H., 1960 - Synopsis of nearctic Ichneumoninae Stenopneusticae with particular reference to the Northeastern Region (Hymenoptera). Part I. *Can. Ent.*, Suppl. 15: 1-87.
- HEINRICH G.H., 1967 - Synopsis and reclassification of the Ichneumoninae Stenopneusticae of Africa south of the Sahara (Hymenoptera). Vol I. Farmington State College Press, Farmington, Maine: 1-250.
- HEINRICH G.H., 1977 - Ichneumoninae of Florida and Neighboring States. Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas, 9: pp 350.
- HORSTMANN K., 1980 - Typenrevision der von Boyer de Fonscolombe beschriebenen Ichneumoniden-Arten. *Mitt. Munch. Ent. Ges.*, 70: 129-137.
- HORSTMANN K., 1993 - Revision der von Ferdinand Rudow beschriebenen Ichneumonidae I. (Hymenoptera). *Beitr. Ent.*, 43: 3-38.
- KISS VON ZILAH A., 1915 - Neue daten zur Hymenopterafauna Ungarns. *Rovartani Lapok*, 22: 19-33, 76-86.
- LECOMTE C. & THIBOUT E., 1984 - Etude olfactométrique de l'action de diverses substances allélochimiques végétales dans la recherche de l'hôte par *Diadromus pulchellus* (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Ent. exp. appl.*, 35: 295-303.
- LECOMTE C. & THIBOUT E., 1986 - Analyse, dans deux types d'olfactomètres, du comportement de quête des femelles de *Diadromus pulchellus* en présence d'odeurs du Phytophage-hôte et du végétal attaqué ou non. *Entomophaga*, 31(1): 69-78.
- MORLEY C., 1903 - The Ichneumons of Great Britain. Ichneumoninae. *Ichneumonologia Britannica*: 21-22.
- MORLEY C., 1915 - A revision of the Ichneumonidae based on the collection in the British Museum (Natural History): 167 pp.
- MORRIS K.R.S., 1937 - The prepupal stage in Ichneumonidae, illustrated by the life-history of *Exenterus abruptorius* Thb. *Bull. Ent. Res.*, 28: 525-534.
- NOSKIEWICZ J., 1948 - Dodatki do fauny gasieenicznikow (Ichneumonidae) Slaska. I. Ichneumoninae stenopneusticae. *Pol. Pism. Ent.*, 18: 312-336.
- PIC M., 1902 - Notes hymenopterologiques. 3. Hymenopteres recueillis en Grece. *Exchange*, 18: 46.
- RASNITSYN A.P., 1978 - Foreword (in Russian). In: G.H. Heinrich, East-Paleartic Hymenoptera of the Subfamily Ichneumoninae. Nauka Press, Leningrad: 3-5.

- RASNITSYN A.P., SIJMAN U.V., 1981 - A guide to the insects of European part of the USSR. Hymenoptera. *Opred. Faune SSSR*, 3(3): 505-636.
- ROTHERAY G.E., 1981 - Courtship, male swarms and a sex pheromone of *Diplazon pectoratorius* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ent. Gaz.*, 32: 193-196.
- RUDOW F., 1888 - Einige neue Ichneumoniden. *Entomol. Nachr.*, 14: 83-136.
- SANDLAN K., 1980 - Host location by *Coccygomymus turionellae* (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Ent. exp. appl.*, 27: 233-245.
- SALT G., 1935 - Experimental studies in insect parasitism. III. Host selection. *Proc. Roy. Soc. London Ser. B*, 117: 413-435.
- SCHMIEDEKNECHT O., 1928 - Revision wichtiger Ichneumoniden-Gattungen zunächst der Gattungen *Ichneumon* L. und *Amblyteles* Wesm. *Opuscula Ichneumonologica*, Ed. II: 205-207.
- SHORT J.R.T., 1952 - The morphology of the head of larval Hymenoptera with special reference to the head of Ichneumonoidea, including a classification of the final instar larvae of the Braconidae. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.*, 103(2): 27-84.
- SHORT J.R.T., 1959 - A description and classification of the final instar larvae of the Ichneumonidae (Insecta, Hymenoptera). *Proc. Un. St. Nat. Mus.*, 110: 391-511.
- SLOVÁK M., 1986 - Mating behaviour in laboratory reared *Exetastes cinctipes* (Hym., Ichneumonidae). *Biologia*, 41(6): 543-548.
- SMITH H.D., 1932 - *Phaeogenes nigridens* Wesmael, an important ichneumonid parasite of the pupa of the European Corn Borer. *Tech. Bull.*, 331: 1-45.
- SMITS VAN BURGST C.A.L., 1918 - Verzeichnis der in der Ichneumoniden-Sammlung der Niederlande Ginneken. Hage (Luctor et Emergo): 48 pp.
- TASCHENBERG E.L., 1871 - *Zeitschr. Ges. Naturw.*, 38: 309
- TARASCO E. & TRIGGIANI O., 1994 - Antagonisti biologici delle eopupe e delle crisalidi della *Thaumetopoea pityocampa* (Denis et Schiffermüller) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). Atti XVII Congresso nazionale italiano di Entomologia (Udine, 13-18 giugno 1994).
- THOMSON C.G., 1893 - *Opuscula Entomologica*. Fasc. 18: 1901-1911.
- THORPE W.H. & CAUDLE H.B., 1938 - A study of the olfactory responses of insects parasites to food plants of their hosts. *Parasitology*, 30: 523-528.
- TOWNES H., 1969 - The genera of Ichneumonidae, part I. *Mem. Am. Ent. Inst.*, 11: 300 pp.
- TRIGGIANI O., DE LILLO E., ADDANTE R., 1992/93 - La Processionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* (Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) e i suoi nemici naturali in Puglia. *Entomologica*, Bari, 27: 139-167.
- TUMLINSON J.H., LEWIS W.J., VET L.E.M., 1993 - Come le vespe parassite trovano i loro ospiti. *Le Scienze*, 297: 70-76.
- VAN EMDEN F.I., 1957 - The taxonomic significance of the characters of immature insects. *Ann. Rev. Ent.*, 2: 91-106.
- VAN VEEN J.C., 1981 - The biology of *Poecilostictus cothurnatus* (Hymenoptera, Ichneumonidae) an endoparasite of *Bupalus piniarius* (Lepidoptera, Geometridae). *Ann. Ent. Fenn.*, 47: 77-93.
- VAN VEEN J.C., 1982 - Notes on the biology of *Bancbus femoralis* Thomson (Hym., Ichneumonidae) an endoparasitoid of *Panolis flammea* (D. & S.) (Lep., Noctuidae). *Z. ang. Ent.*, 94: 300-311.
- VINSON S.B., 1972 - Courtship behaviour and evidence for a sex pheromone in the parasitoid *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environ. Ent.*, 1(4): 409-414.

- VINSON S.B., 1976 - Host selection by insect parasitoids. *Ann. Ent. Rev.*, 21: 109-133.
- VINSON S.B. & IWANTSCH G.F., 1980 - Host regulation by insect parasitoids. *Quart. Rev. Biol.*, 55: 143-165.
- WESMAEL C., 1857 - *Ichneumonoxypygi*. *Ichneumonologica otia*: 10.
- WILLIAMS J.R., 1951 - Oviposition behaviour of *Nemeritis*. *Proc. R. Ent. Soc. Lond.*, A 26: 49-58.
- ZAMOUM M., 1992 - Evaluation de quelques facteurs de mortalité, agissant sur une population de *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lep. Thaumetopoeidae), depuis le départ des chenilles en processions de nymphoses jusqu'à l'émergence des adultes. Etude biologique particulière sur deux parasitoïdes: *Phryxe caudata* Rond. (Dipt. Tachinidae) et *Coelichneumon rudis* Fonsc. (Hym. Ichneumonidae). Rapport de stage DEA: 38 pp.