

LUIGI DE MARZO(\*)

## Osservazioni anatomiche sull'apparato genitale femminile in Ditrysia di 13 famiglie (Lepidoptera)

### ABSTRACT

ANATOMY OF THE FEMALE INTERNAL GENITALIA EXAMINED IN DITRYSIA OF 13 FAMILIES (LEPIDOPTERA)

Study deals with 29 species and is based on inseminated females. These were recognized from the presence of a very dense mass of sperm in their spermatheca. Spermatozoa did usually fill the receptacle and occupied also the duct of the spermathecal gland in some species; in Lycaenidae they were found also in the distal enlargement of the spermathecal duct. No trace of sperm was found in the spermatophore throughout, except in a minor number of *Tortrix viridana* females. In most families, **copulatory pouch** included only 2 regions: the **corpus bursae** and the **copulatory channel**. A third region, namely the **caput bursae**, was found in all Pieridae. Shape of the **corpus bursae** is usually supported by its content, which included one spherical or ellipsoid spermatophore; in *Rhodometra sacaria* (Geometridae) and Noctuidae, it does depend on the rigid integument of the bursa itself. **Multiple spermatophore** does seemingly arise from a single mating; examples of it are the snakelike item of Noctuidae and the superabundant spermatophore of *Syntomis phegea* (Syntomidae). **Copulatory channel** is entirely sclerotized and pipe-like in a minor number of species; elsewhere, it is supported by a sclerotized section, which surrounds the copulatory orifice. **Signum** was usually represented by a single sclerite; otherwise, it included either 2 symmetrical sclerites or 3 items in *Syntomis phegea* (Syntomidae). Although it is reported in the literature as the typical sclerite of Ditrysia, only 18 species out of 29 examined are provided with it. **Seminal channel** is present everywhere; it is lined by soft cuticle and bears a powerful muscular sheath; according to species, it connects to the copulatory channel as follows: (a) near the copulatory orifice; (b) at the distal end of the sclerotized channel; (c) within a membranous window of the latter. **Spermathecal regions** of every species are: (I) the **duct**; (II) the **receptacle**; (III) the **gland**. A further region, (IV) the **inflatable diverticulum**, was found in all Pieridae and in a minor number of species of other families. **Spermathecal duct** is always lined by membranous cuticle and is mechanically supported by a **helical sclerite**. This was misinterpreted as a second duct in the literature; according to species, it exhibits a very different number of spires (from 1 to 8) and is abruptly enlarged at its distal end in Lycaenidae. **Receptacle** has usually a shape simply elongated; sometimes, it is divided in two branches, and one the latter is able to inflate in *Lycaena phleas* and *Satyrium spini* (Lycaenidae). **Spermathecal gland** is heavily ramified only in *Aporia crataegi* (Pieridae), where its length is difficult to be entirely appreciated; elsewhere, it can be either very long (20 mm in *Papilio machaon*, Papilionidae) or less than 2,5 mm long; its intraspecific variability is very large in *Maniola jurtina*

---

Dattiloscritto accettato il 13 luglio 2009

(\*) De Marzo Prof. Luigi, via F. Turati 3, I-70016 Noicattaro (BA), e-mail: l.demarzo@alice.it

(Satyridae), where length ranges from 2 up to 15 mm. **Annexed sclerites** of the copulatory orifice are a hemispheric item in *Hypparchia statilinus* (Satyridae) and a pair of tongs in *Papilio machaon* (Papilionidae). As already stated from the literature, abdomen of *Polyommatus* (Lycaenidae) exhibits a protrusile region, which supports the copulatory orifice at its apex.

Key words: inflating regions, sperm dislocation.

## INTRODUZIONE

La presenza nelle femmine di due aperture genitali distinte, e differientemente specializzate l'una per l'ovideposizione e l'altra per la copula, è il connotato anatomico fondamentale dei Lepidotteri ditrisi ed è noto anche dalle opere generali di Entomologia (BERLESE, 1909; SNODGRASS, 1935; GRANDI, 1951; DAVEY, 1965; TREMBLAY, 1993). Altre numerose informazioni si trovano nelle monografie (KHALIFA, 1950; BOURGOGNE, 1951; SOLINAS, 1962; FERRO & AKRE, 1975; MARTOJA, 1977; DE MARZO, 2009); ma, se si considera che nella sola Italia ci sono più di 5.000 specie di Ditrysia, appare evidente come la conoscenza della variabilità interspecifica dell'apparato genitale femminile in questo gruppo sistematico sia ancora a livello preliminare.

La presente integrazione riguarda 29 specie, quasi tutte identificate dal Prof. Paolo Parenzan (Bari). Rivolgo i doverosi ringraziamenti anche alla Dott.ssa Maria Pizza (Dip. di Biologia e Chimica agroforestale ed ambientale, Univ. di Bari) per l'identificazione della Tignola dell'olivo.

## MATERIALI E METODI

I nomi specifici, in accordo con il catalogo di PARENZAN & PORCELLI (2006) per i macrolepidotteri e con il sito [www.faunaeur.org/index.php](http://www.faunaeur.org/index.php) per i microlepidotteri, sono elencati nella tabella seguente insieme con il rispettivo numero di individui esaminati e i mesi di reperimento.

| <i>taxa</i>                                | individui | periodo |
|--|-----------|---------|
| <b>Zygaenidae</b>                          |           |         |
| <i>Zygaena erythrus</i> (Hübner)           | 12        | giu     |
| <b>Sphingidae</b>                          |           |         |
| <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus) | 11        | lug-ago |
| <b>Hesperiidae</b>                         |           |         |
| <i>Carcharodus alceae</i> (Esper)          | 6         | giu-ago |
| <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer)   | 10        | mag-giu |
| <b>Papilionidae</b>                        |           |         |
| <i>Papilio machaon</i> Linnaeus            | 10        | giu-set |

**Pieridae**

|                                   |    |         |
|-----------------------------------|----|---------|
| <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus) | 8  | mag-giu |
| <i>Colias alfacariensis</i> Ribbe | 10 | giu-set |
| <i>Pieris brassicae</i> Linnaeus  | 1  | giu     |
| <i>Pieris edusa</i> (Fabricius)   | 11 | giu     |
| <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus)    | 15 | giu-lug |

**Lycaenidae**

|   |    |         |
|---|----|---------|
| <i>Cacyreus marshalli</i> Butler                | 10 | mag-lug |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus)               | 6  | giu-lug |
| <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg)          | 8  | lug     |
| <i>Polyommatus thersites</i> (Cantener)         | 1  | giu     |
| <i>Satyrrium spini</i> (Denis & Schiffermüller) | 8  | giu     |

**Nymphalidae**

|   |   |         |
|---|---|---------|
| <i>Melitaea phoebe</i> (Denis & Schiffermüller) | 8 | mag-giu |
| <i>Polygona c-album</i> (Linnaeus)              | 2 | lug     |
| <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus)                | 6 | giu-lug |

**Satyridae**

|   |    |         |
|---|----|---------|
| <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus) | 7  | giu-lug |
| <i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel) | 1  | lug     |
| <i>Maniola jurtina</i> Linnaeus         | 13 | giu-lug |
| <i>Melanargia galatea</i> (Linnaeus)    | 7  | giu     |
| <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus)       | 12 | giu     |

**Geometridae**

|                                       |    |         |
|---------------------------------------|----|---------|
| <i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus) | 34 | lug-set |
|---------------------------------------|----|---------|

**Noctuidae**

|                                    |   |         |
|------------------------------------|---|---------|
| <i>Acontia lucida</i> (Hufnagel)   | 2 | giu-lug |
| <i>Autographa gamma</i> (Linnaeus) | 4 | ago-set |

**Syntomidae**

|                                   |   |         |
|-----------------------------------|---|---------|
| <i>Syntomis phegea</i> (Linnaeus) | 6 | mag-giu |
|-----------------------------------|---|---------|

**Tortricidae**

|                                  |    |     |
|----------------------------------|----|-----|
| <i>Tortrix viridana</i> Linnaeus | 15 | mag |
|----------------------------------|----|-----|

**Yponomeutidae**

|                              |    |     |
|------------------------------|----|-----|
| <i>Prays oleae</i> (Bernard) | 10 | giu |
|------------------------------|----|-----|

I dati anatomici sono stati rilevati su preparati a fresco di organi estratti a femmine inseminate, riconosciute come tali dalla presenza di una massa di spermatozoi nella spermateca. Gli individui sono stati raccolti al volo in ore di luce e dissecati in soluzione fisiologica (NaCl 0,9%) previa uccisione con vapori di acetato di etile. Le osservazioni sugli spermatozoi sono state effettuate con un obiettivo 40x a contrasto di fase nella stessa soluzione fisiologica, su preparati sottoposti a schiacciamento della spermateca e della borsa copulatrice. Quest'ultima è stata preventivamente spezzettata

insieme con lo spermatoforo. La muscolatura è stata evidenziata da una colorazione con blu di metilene. I disegni sono stati effettuati alla camera lucida sugli stessi preparati a fresco e perfezionati con osservazioni su pezzi montati in acido lattico.

I risultati vengono esposti iniziando da *Pieris rapae* e proseguendo con un'analisi della variabilità delle varie parti dell'apparato genitale femminile nell'insieme delle specie esaminate. Il termine "spermatoforo" viene usato al senso di GERBER (1970) <sup>(1)</sup>, per indicare quelle produzioni che occupano la borsa copulatrice anche se non comprendenti spermatozoi.

## RISULTATI

### CONDIZIONE IN *PIERIS RAPAE*

L'apparato genitale femminile di questo comunissimo pieride (Fig. 1) è costituito da tutte le parti già note in letteratura per la generalità dei Dityryia (Fig. 2.A) con l'eccezione della cosiddetta *bulla*; ma presenta in più il cosiddetto *caput bursae*, che è un diverticolo caratteristico della borsa copulatrice dei Pieridae (Fig. 2.B-C). In *P. rapae* quest'ultima è munita anche di un robusto *signum* e reca la connessione del *canale seminale* a breve distanza dall'*apertura di copula*.

Nella *spermateca* di *P. rapae* si possono riconoscere 4 regioni anatomiche (Fig. 3.A): (I) un *dotto* breve, convoluto e munito di uno *sclerite elicoidale* di sostegno; (II) un *ricettacolo* di forma allungata; (III) un *diverticolo rigonfiabile*, che comunica con il ricettacolo attraverso uno stretto orifizio; (IV) una *ghiandola spermofila* della lunghezza di circa 15 mm.

Poiché lo sclerite elicoidale è solcato longitudinalmente, esso ha le sembianze di un dotto; in passato, esso è stato effettivamente interpretato come un dotto supplementare (Fig. 3.B) e indicato come "canal du receptacle" o "conduit de fécondation"; in realtà, è una semplice struttura di sostegno per il vero e unico dotto della spermateca.

La ghiandola spermofila è costituita da uno spesso strato di epitelio, che riveste un *dotto efferente* di diametro costante (20 µm) per tutta la lunghezza della stessa ghiandola.

La parte muscolare della spermateca è ben evidente sotto forma di tunica a livello del dotto e del ricettacolo; è inapparente nel diverticolo rigonfiabile ed è affatto mancante nella

---

(1) Il termine "spermatoforo" indica in senso classico "un ammasso di spermatozoi o di spermatodesmi, protetto da una teca secreta dalle ghiandole accessorie" (GRANDI, 1951); negli ultimi anni, esso è stato ridefinito, dapprima da DAVEY (1960) e poi da GERBER (1970), per indicare qualsivoglia produzione ghiandolare implicata nel processo di inseminazione, anche in assenza spermatozoi inclusi.

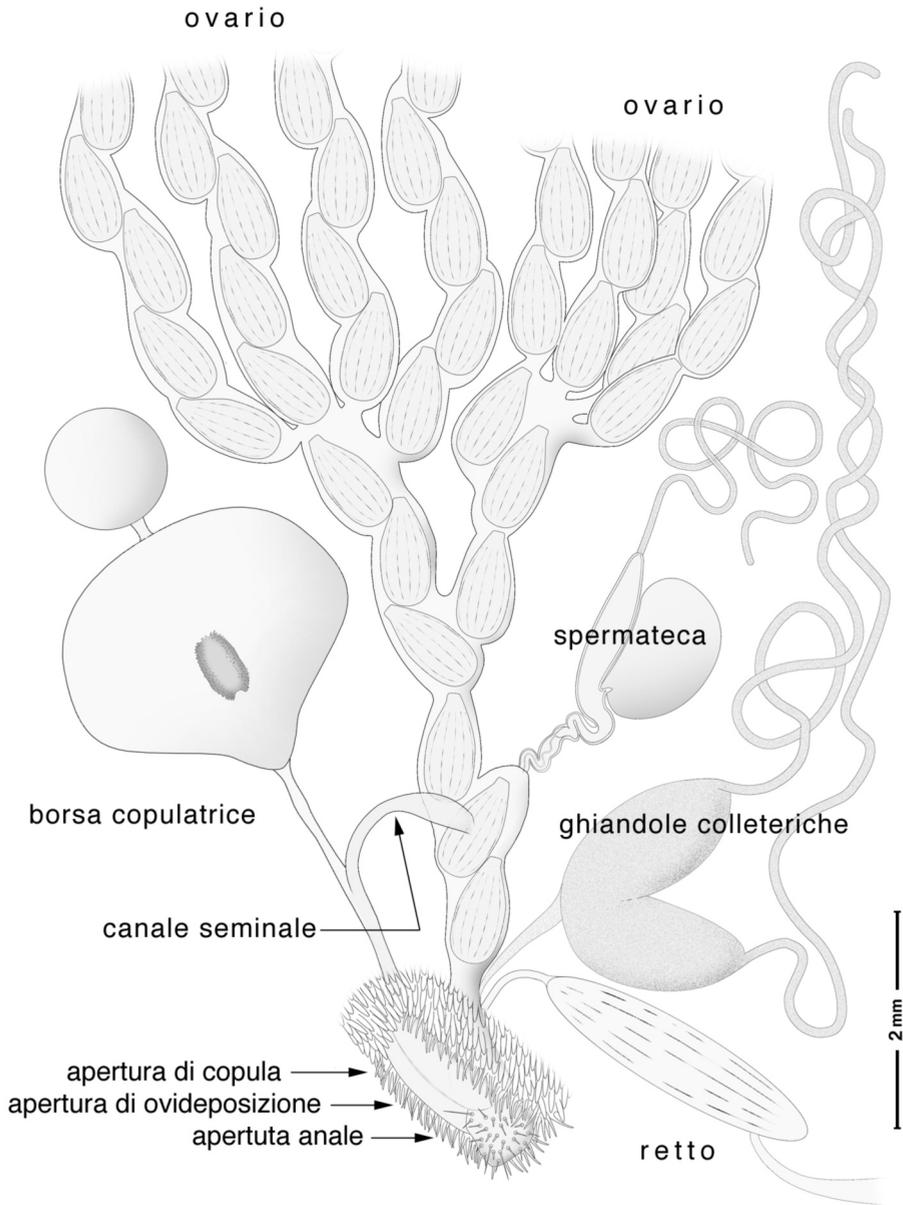


Fig. 1 - Condizione anatomica dell'apparato genitale femminile in *Pieris rapae* (Pieridae).

ghiandola.

Le ghiandole colleteriche consistono in una coppia di corpi ghiandolari lungamente tubuliformi, confluenti in un serbatoio ampio e pedunculato (Fig. 2.A).

La borsa copulatrice di *P. rapae* non conteneva tracce di spermatozoi. Nelle femmine inseminate il *corpus bursae* era mantenuto in condizione rigonfia da uno spermatoforo di consistenza elastica, globoso, pedunculato e senza cavità (Fig. 4.A). Il *caput bursae* era solitamente collassato; a volte era rigonfio e conteneva materiale fluido, amorfo e granulare.

Gli spermatozoi sono stati trovati esclusivamente a livello della spermateca; essi erano sotto forma di una massa densa e immobile, che riempiva l'intero ricettacolo e proseguiva spesso, senza discontinuità, anche nel dotto della ghiandola spermatofila (Fig. 3.A). Il diverticolo rigonfiabile non era generalmente occupato dagli spermatozoi, oppure ne conteneva solo un numero modesto, di qualche decina al massimo.

#### BORSA COPULATRICE E SPERMATOFORI

Il *caput bursae* è risultato presente in tutte le specie esaminate della fam. Pieridae. In questa come in tutte le altre famiglie, la borsa copulatrice esprime un'ampia variabilità interspecifica in vari caratteri, tra cui la forma complessiva, la lunghezza del canale copulatore, la presenza/assenza del *signum* e i lineamenti delle altre sclerificazioni.

Di solito, la forma della borsa copulatrice era determinata da quella dello spermatoforo, la cui consistenza era a volte elastica, a volte affatto rigida. Negli esempi in Fig. 4 lo spermatoforo non presenta una cavità e ha la stessa forma globosa del *corpus bursae*; negli esempi in Fig. 5.A-B è ellissoidale, con o senza una cavità. In alcune femmine, il *corpus bursae* conteneva uno "spermatoforo multiplo", cioè costituito da 2 o più unità derivanti verosimilmente da una singola copula (Figg. 5.C e 7.C); nell'esempio di *Syntomis phegea*, esso conteneva 4 unità, coaptate in modo da realizzare una singola massa, compatta e sovrabbondante (Fig. 5.C). La figura successiva illustra un esempio di spermatoforo lenticolare-cavo senza peduncolo (Fig. 6.A) insieme con tre esempi di spermatoforo lungamente pedunculato (Fig. 6.B-D). Una forma più complessa è stata osservata in *Tortrix viridana*, dove lo spermatoforo è tubuliforme con un'espansione globosa (Fig. 7.A), e in *Prays oleae*, dove lo spermatoforo possiede un peduncolo arcuato che fa da sostegno ad una borsa di inusuale forma depressa (Fig. 7.B). Infine, lo spermatoforo multiplo dei due nottuidi esaminati era costituito da un numero variabile di 2-4 unità serpentiformi (Fig. 7.C).

In un numero minore di *taxa*, la forma della borsa copulatrice non è determinata dallo spermatoforo, ma dalla rigidità dell'intima cuticolare, come in *Rhodometra sacrarica* (Fig. 6.D) e anche nei due nottuidi esaminati (Fig. 8).

### SIGNUM

Il *signum* è riportato in letteratura come sclerite tipico della borsa copulatrice dei Ditrysi, ma la sua presenza è stata riscontrata solo in 18 specie su 29 esaminate; ha spesso la forma classica di uno sclerite impari, ma altrettanto spesso è costituito da due scleriti simmetrici; eccezionalmente, in *Syntomis phegea*, è rappresentato da tre scleriti (Fig. 9.A). Secondo la specie, i singoli scleriti possono essere tondeggianti oppure oblungi e arcuati, lisci oppure irti di spine erette nel lume della borsa copulatrice. Nella fam. Pieridae la loro variabilità interspecifica è molto ampia (Fig. 9.B-F) e comprende anche un'inusuale forma "a colletto" (Fig. 9.D). Infine, il *signum* di *Rhodometra sacraria* (Fig. 6.D) e di *Satyrium spini* (Fig. 10.D) ha le sembianze di una lamina eretta nel lume della borsa copulatrice.

### ALTRE SCLERIFICAZIONI DELLA BORSA COPULATRICE

Un'armatura ben sclerificata è circoscritta all'apertura di copula nelle seguenti specie: *Acontia lucida* (Fig. 8.B), *Rhodometra sacraria* (Fig. 11.A), *Pararge aegeria* (Fig. 11.B), *Hipparchia statilinus* (Fig. 11.C) e *Zygaena erythrus* (Fig. 15).

In altre specie la parte sclerificata della borsa copulatrice si estende all'intero canale copulatore, che viene ad assumere conseguentemente l'aspetto di un tubicino, come in *Macroglossum stellatarum* e *Syntomis phegea* (Figg. 6.B, 7.C); a volte, essa si estende al *corpus bursae*, diramandosi "a coda di rondine" come in *Melitaea phoebe* (Fig. 4.C) e *Thymelicus lineola* (Fig. 11.D); nei Lycaenidae, essa ha una forma molto varia (Fig. 12): è spatoliforme in *Satyrium spini*, "a punta di lancia" in *Polyommatus thersites* e *Cacyreus marshalli*. Infine, un sclerite molto robusto determina la forma del *corpus bursae* in *Autographa gamma* (Fig. 8.A).

### PARTICOLARITÀ DELL'ADDOME

Talvolta, uno o due scleriti di forma specie-specifica si antepongono all'apertura di copula: un singolo sclerite emisferico in *Hipparchia statilinus* (Fig. 13.A), una coppia di appendici denticolate a tenaglia in *Papilio machaon* (Fig. 13.B). Si tratta verosimilmente di organi di aggancio all'armatura copulatrice maschile durante la copula.

Come è già noto dalla letteratura, i licenidi *Polyommatus icarus* e *P. thersites* presentano una singolare regione esertile dell'addome in corrispondenza dell'apertura di copula (Fig. 13.C-D).

### CANALE SEMINALE E BULLA

La *bulla* è riportata in letteratura come parte fondamentale dell'apparato genitale femminile dei Ditrysi (Fig. 2.A); ma, nell'ambito delle 29 specie qui esaminate, si

trova soltanto in *Zygaena erythrus* (Fig. 14); in questa specie essa consiste in un diverticolo privo di una tunica muscolare evidente e di forma sferica quando è rigonfio.

Il canale seminale ha generalmente una lunghezza di circa 3 mm come in *Pieris rapae*; eccezionalmente, è lungo ben 8 mm in *Satyrium spini* e appena 1 mm in *Carcharodus alceae* (Fig. 15). Il suo spessore è determinato soprattutto dalla cospicua tunica muscolare, che riveste un'intima sottile e pieghettata; esso è generalmente uniforme, ma si incrementa nettamente verso la vagina nel caso di *Prays oleae* (Fig. 7.B). Nei nottuidi *Autographa gamma* e *Acontia lucida* il canale seminale è fortemente convoluto per un lungo tratto verso la borsa copulatrice (Fig. 8).

La connessione fra il canale seminale e la borsa copulatrice si trova spesso a breve distanza dall'apertura di copula, come in *Vanessa cardui* (Fig. 5.A) e in *Rhodometra sacraria* (Fig. 6.D); nel caso di *Thymelicus lineola*, essa è situata a circa metà-lunghezza del canale copulatore, in corrispondenza di una finestra membranacea, che interrompe la sclerificazione dello stesso canale (Fig. 11.B).

#### SCLERITE ELICOIDALE DELLA SPERMATECA

Questo sclerite è sempre presente nella regione del dotto. La sua variabilità interspecifica è molto ampia nel numero delle sue spire, con un minimo di 2 e un massimo di 8 spire (Fig. 16); esso presenta uno slargamento distale, che è particolarmente cospicuo nei Lycaenidae, dove viene a costituire una piccola camera con pareti sclerificate (Fig. 16.C).

#### RICETTACOLO DELLA SPERMATECA

Il ricettacolo è ovunque rivestito da una cospicua tunica muscolare; riguardo alla forma, può essere semplicemente oblungo, come in *Pieris rapae* (Fig. 3); altrimenti è biramoso, con uno dei due rami a fondo cieco come negli esempi illustrati (Figg. 17 e 18). In *Lycaena phleas* e *Satyrium spini*, il ramo a fondo cieco ha la capacità di espandersi per contenere la massa di sperma (Fig. 18.B-C). In *Satyrium spini*, il secondo ramo è tubuliforme e reca la connessione della ghiandola spermofila (Fig. 18.C).

#### DIVERTICOLO RIGONFIABILE DELLA SPERMATECA

L'attributo "rigonfiabile" si riferisce alla condizione più o meno espansa, che questa regione presentava nelle varie femmine esaminate di *Pieris rapae*. Lo stesso diverticolo è stato riconosciuto in *Colias alfacariensis* (Fig. 19.A), come anche in tutti gli altri Pieridae; è presente anche in 1-2 specie di altre 4 famiglie: nel geometride *Rhodometra sacraria*, nei nimfalidi *Vanessa cardui* (Fig. 20.A) e *Polygonia c-album* (Fig. 20.B), nel papilionide *Papilio machaon* (Fig. 22.B), nel tortricide *Tortrix viridana* (Fig. 19.B), nello zigenide *Zygaena erythrus* (Fig. 19.C) e nei nottuidi *Acontia lucida* e *Autographa gamma* (Fig. 21).

Nel caso di *Polygonia c-album*, il diverticolo è corredato di due ampie calotte membranacee, che incrementano evidentemente la sua capacità di aumentare di volume (Fig. 20.B).

#### GHIANDOLA SPERMOFILA

La ghiandola spermofila ha di solito una forma lineare, ma è talvolta bifida come negli esempi delle Figg. 20 e 22.B, o più riccamente ramificata come in *Aporia crataegi* (Fig. 22.A); è generalmente di tipo tubuliforme, come in *Pieris rapae* (Fig. 3), ma è di tipo sacciforme in *Cacyreus marshalli* (Fig. 23.A); in *Aporia crataegi* ha una lunghezza abnorme, non valutabile interamente a causa delle numerose ramificazioni.

In altre specie, la stessa ghiandola può avere ugualmente una lunghezza rilevante, come in *Papilio machaon* (Fig. 22.B), ma può anche essere minuscola (Fig. 23); nel caso di *Maniola jurtina*, essa mostra una rilevante variabilità intraspecifica, comprendendo una gamma di lunghezze da 2 a 15 mm su 10 femmine provenienti da una singola località.

#### GHIANDOLE COLLETERICHE

Eccezionalmente, le ghiandole colleteriche di *Zygaena erythrus* sono costituite da una parte tubuliforme bifida e da due ampie masse sacciformi (Fig. 14). In altre specie, le due ghiandole sono nella condizione anatomica corrispondente allo schema generale (Fig. 2.A), dove ciascuna di esse è munita di un proprio serbatoio, come nell'esempio in Fig. 15; più spesso, confluiscono in un serbatoio comune, come in *Pieris rapae* (Fig. 1). Il secreto è generalmente incolore o lievemente colorato di giallo o di verde; eccezionalmente, in *Carcharodus alceae*, ha un'intensa colorazione rosso-vinosa.

#### DISLOCAZIONE DEGLI SPERMATOZOI

La massa di spermatozoi osservata all'interno del ricettacolo era intricata e immobile; e talvolta era così densa da avere l'aspetto di un coagulo dai contorni netti. Spesso, come in *Pieris rapae* (Fig. 3.A) e *Papilio machaon* (Fig. 24.A), gli spermatozoi erano presenti anche nel dotto della ghiandola spermofila, occupandolo a volte solo un breve tratto iniziale, ma a volte per intero. Il diverticolo rigonfiabile della spermateca non conteneva spermatozoi, oppure ne conteneva soltanto qualche decina. Nel caso dei licenidi, la massa di spermatozoi era ripartita fra il ricettacolo e la camera distale del dotto della stessa spermateca (Fig. 24.B).

Generalmente, la borsa copulatrice non mostrava tracce di spermatozoi, né all'interno né al di fuori dello spermatoforo. Una quantità modesta di spermatozoi è stata trovata: (a) all'interno dello spermatoforo in una parte delle femmine di *Prays*

*oleae* e *Tortrix viridana*; (b) nel *corpus bursae* al di fuori dello spermatoforo in alcune femmine di *Rhodometra sacraria*, *Macroglossum stellatarum* e *Zygaena erythrus*. La Tab. A riporta le osservazioni relative alle femmine di *Rhodometra sacraria* (n=34): gli spermatozoi sono stati trovati solo nel 27% circa di esse e sempre al di fuori dello spermatoforo.

Tab. A - *Rhodometra sacraria* (Linnaeus): risultato delle osservazioni sul contenuto della borsa copulatrice in 34 femmine inseminate.

| n. femmine | n. spermatofori | spermatozoi      |
|------------|-----------------|------------------|
| 25         | 1               | assenti          |
| 3          | 1               | alcune unità     |
| 3          | 1               | masserella densa |
| 1          | 2               | alcune unità     |
| 2          | 3               | alcune unità     |

#### CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Con riferimento allo schema fondamentale nei Ditrysia (BOURGOGNE, l.c.), la variabilità interspecifica delle specie esaminate si esprime in primo luogo nella presenza/assenza (a) della *bulla*, (b) del *caput bursae* e (c) del *signum*. I primi due caratteri identificano rispettivamente una singola specie (*Zygaena erythrus*, Zygaenidae) e l'intera famiglia Pieridae. Il *signum* risulta presente in poco più della metà delle specie esaminate e, pertanto, viene a perdere il suo rango di sclerite fondamentale.

Nei dettagli, è stata evidenziata una variabilità interspecifica molto ampia in altri lineamenti della borsa copulatrice, come anche nella forma della spermateca. Quest'ultima è costantemente corredata dello sclerite elicoidale, che ha un'evidente importanza funzionale quale supporto per i moti muscolari del dotto. Ai fini del processo di inseminazione appaiono funzionalmente importanti anche le varie regioni espandibili; cioè, il *caput bursae* dei Pieridae, il diverticolo della spermateca di molte specie, il ramo rigonfiabile della stessa spermateca nel caso dei licenidi *Lycæna phleas* e *Satyrium spini*. Infine, la variabilità in lunghezza della ghiandola spermofila è risultata piuttosto ampia anche all'interno della specie, come nel caso di *Maniola jurtina* (Satyridae).

In merito al contenuto della borsa copulatrice, le osservazioni non sembrano fornire sostegno all'interpretazione classica dello spermatoforo (BOURGOGNE, l.c.), quale dispositivo per l'immagazzinamento preliminare dello sperma durante la copula.

## RIASSUNTO

Viene studiato l'apparato genitale femminile in 29 specie di *Ditrysia* e messo a confronto con lo schema generale riportato dalla letteratura. La variabilità interspecifica riguarda in primo luogo la presenza/assenza delle parti note come *bulla*, *caput bursae* e *signum* e si esprime anche in ulteriori lineamenti anatomici della borsa copulatrice, del canale seminale e della spermateca. Viene rilevata qualche particolarità specie-specifica negli organi annessi all'apertura di copula e viene ridescritta la singolare regione esertile dell'addome dei *Polyommatus* (Lycaenidae). Lo studio si basa sull'esame di femmine inseminate, riconosciute come tali dalla presenza di una densa massa di sperma nella spermateca. Le stesse femmine recavano nella borsa copulatrice uno spermatoforo singolo o multiplo, che generalmente non conteneva tracce di spermatozoi.

Parole-chiave: regioni espandibili, dislocazione sperma.

## BIBLIOGRAFIA

- BOURGOGNE J., 1951 - Ordre des Lépidoptères. In: Grassé P.P., *Traité de Zoologie*, Masson & Co. edd., Paris, vol. 10, pp. 174-448.
- DAVEY K.G., 1965 - Reproduction in the Insects. Olivier & Boyd edd., 96 pp.
- DE MARZO L., 2009 - Osservazioni di morfologia funzionale sull'apparato genitale femminile di *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera Tortricidae). *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Milano, ser. II, 41 (3): 261-268.
- FERRO D.N., AKRE R.D., 1975 - Reproductive morphology and mechanism of mating of the codling moth, *Laspeyresia pomonella*. *Ann. Entomol. Soc. America*, 68: 417-424.
- GERBER G.H., 1970 - Evolution of methods of spermatophore formation in Pterygotan insects. *Canadian Ent.*, 102: 358-362.
- GRANDI G., 1951 - Introduzione allo studio dell'Entomologia. Ed. Calderini Bologna, vol. I, 950 pp.  
<http://www.faunaeur.org/index.php>
- KHALIFA A., 1950 - Spermatophore production in *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera). *Proc. R. ent. Soc. London (A)*, 25: 33.
- MARTOJA R., 1977 - Les organes génitaux femelles. In: Grassé P.P., *Traité de Zoologie*, Masson & Co. edd., Paris, 8: 2-123.
- PARENZAN P., PORCELLI F., 2006 - I Macrolepidotteri italiani. *Fauna Lepidopterorum Italiae* (Macrolepidoptera). *Phytophaga*, 15: 5-391.
- SNODGRASS R.E., 1935 - The principles of Insect morphology. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, London, 667 pp.
- SOLINAS M., 1962 - Studio morfo-biologico sulla *Chysiana ambiguella* Hb. *Ann. Facoltà Agraria Bari*, 3: 1-112.
- TREMBLAY E., 1993 - Entomologia applicata. Vol. II, parte II, dai Neurotteri ai Lepidotteri. Liguori ed., 437 pp.

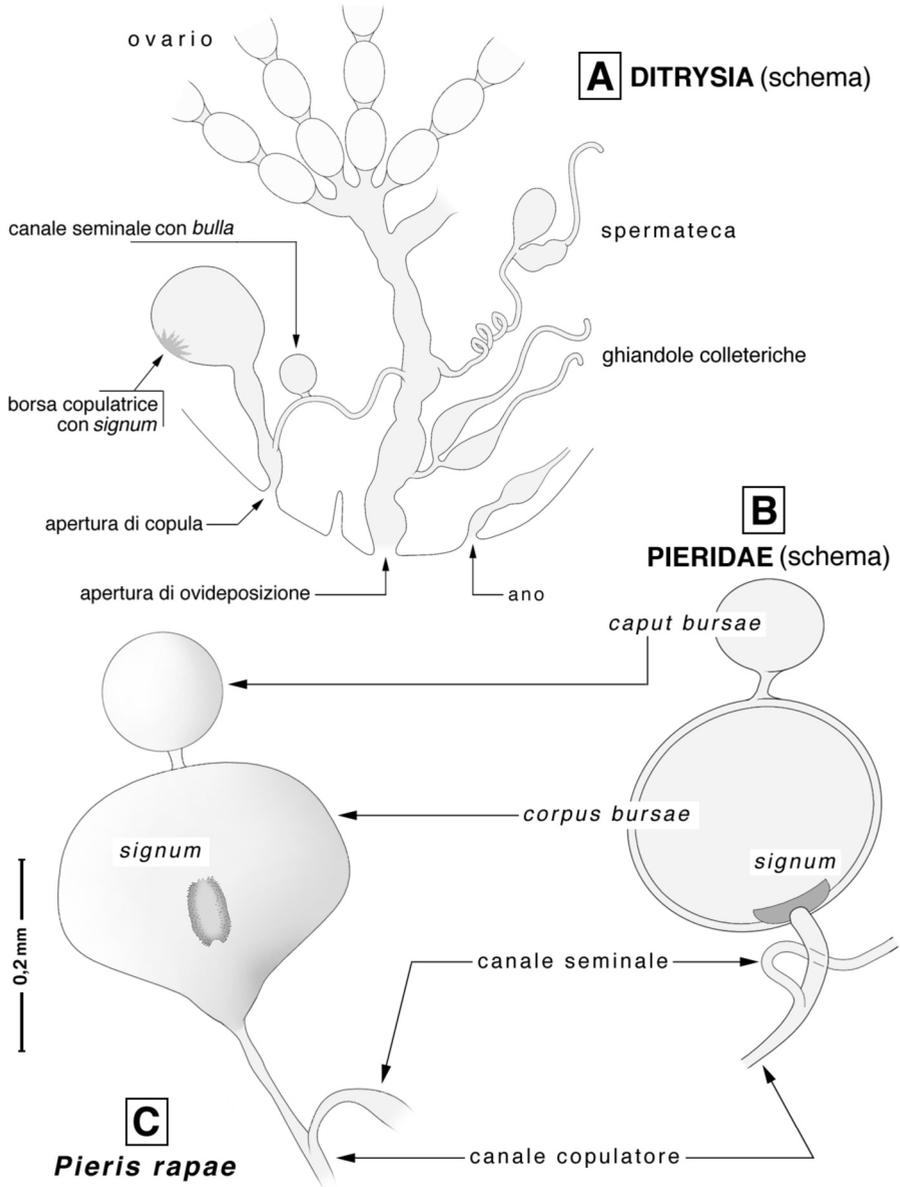


Fig. 2 – Alcuni lineamenti dell'apparato genitale femminile nei Ditrysiina: A, schema della condizione tipica (ridisegnato da BOURGOGNE, 1951); B, schema della borsa copulatrice nei Pieridae (schema tratto dalla medesima fonte); C, borsa copulatrice di *Pieris rapae* (Pieridae).

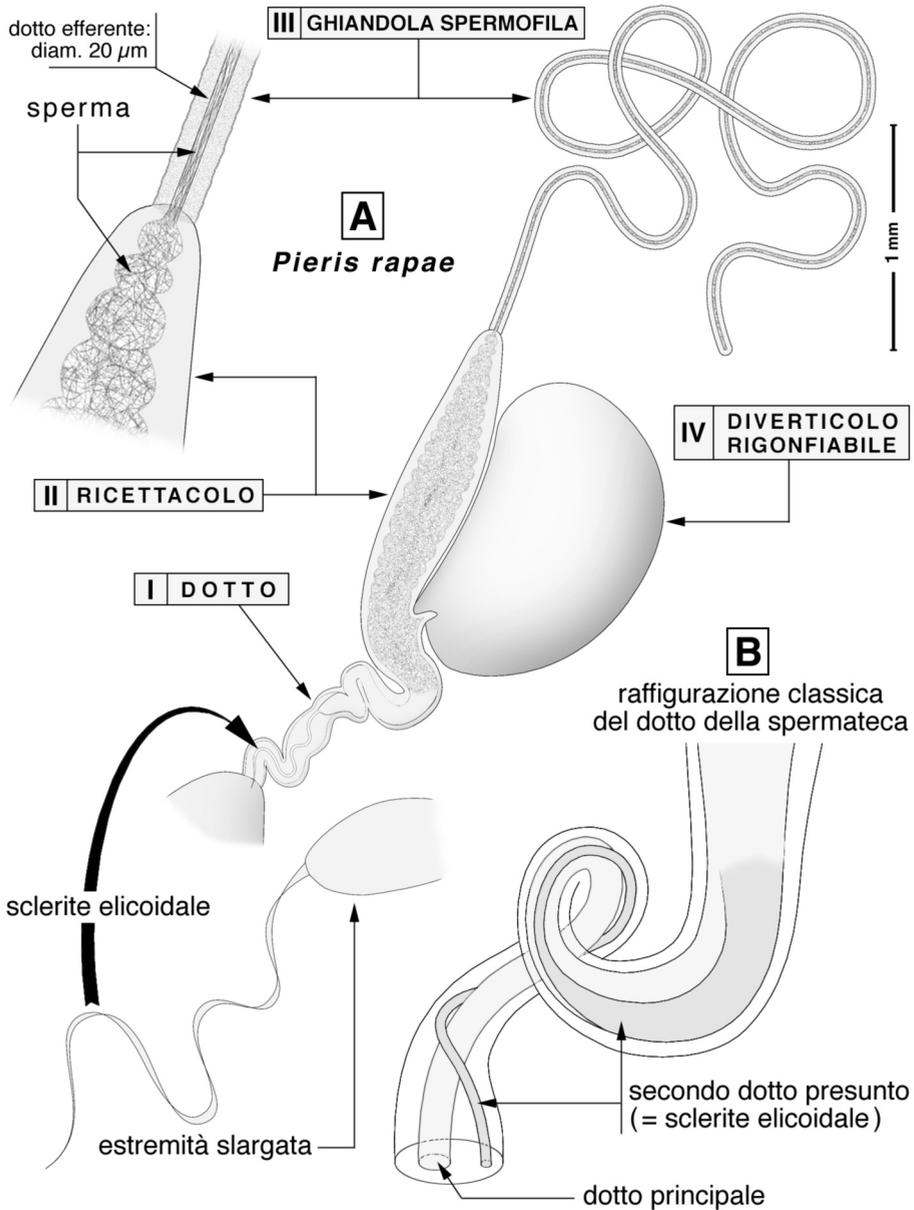


Fig. 3 - Le quattro regioni anatomiche della spermateca in *Pieris rapae* e regione del dotto, con il presunto “dotto supplementare”, in uno schema tratto da BOURGOGNE (1951).

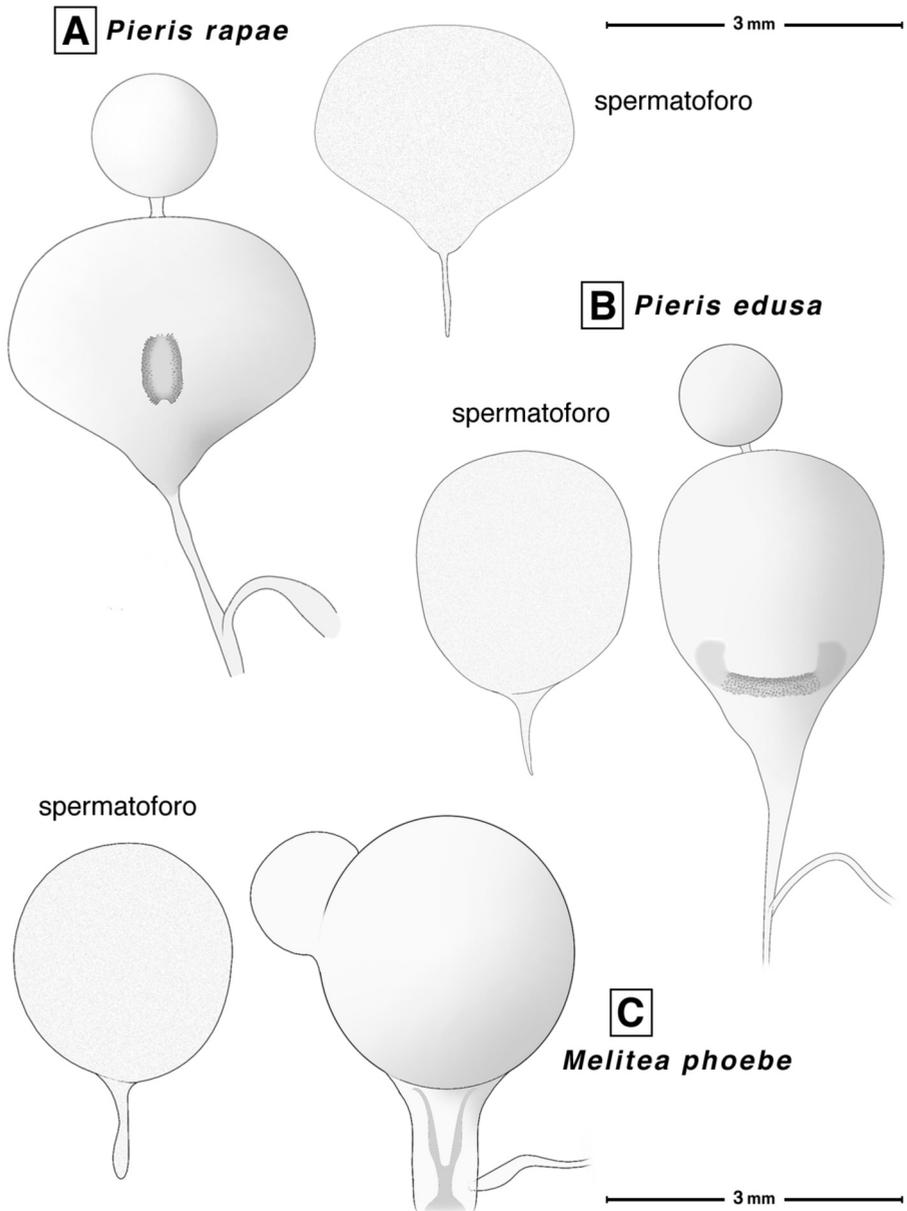


Fig. 4 – Esempi di borsa copulatrice con spermatoforo tondeggiante nei Ditrysia indicati.

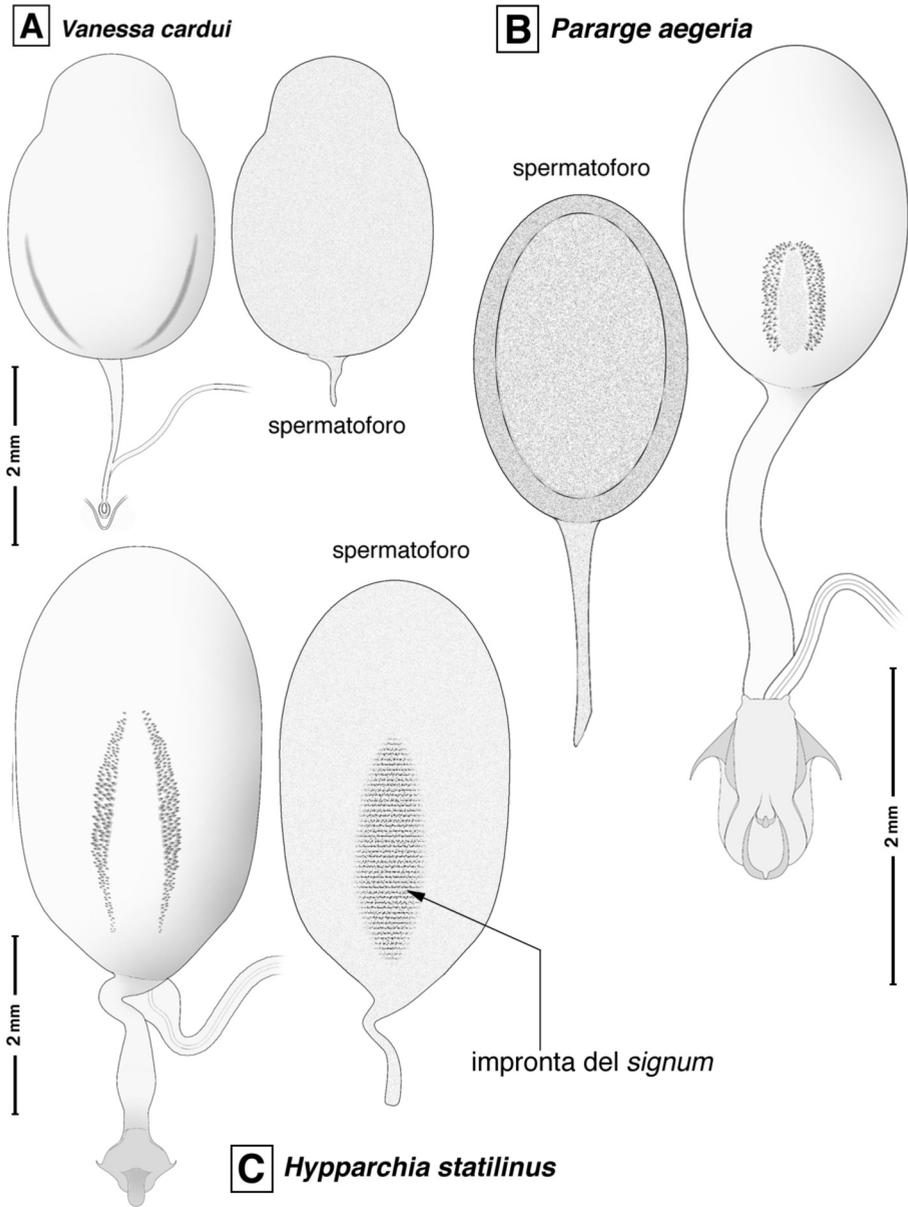


Fig. 5 – Esempi di borsa copulatrice con spermatoforo ellissoide nei Ditrysia indicati.

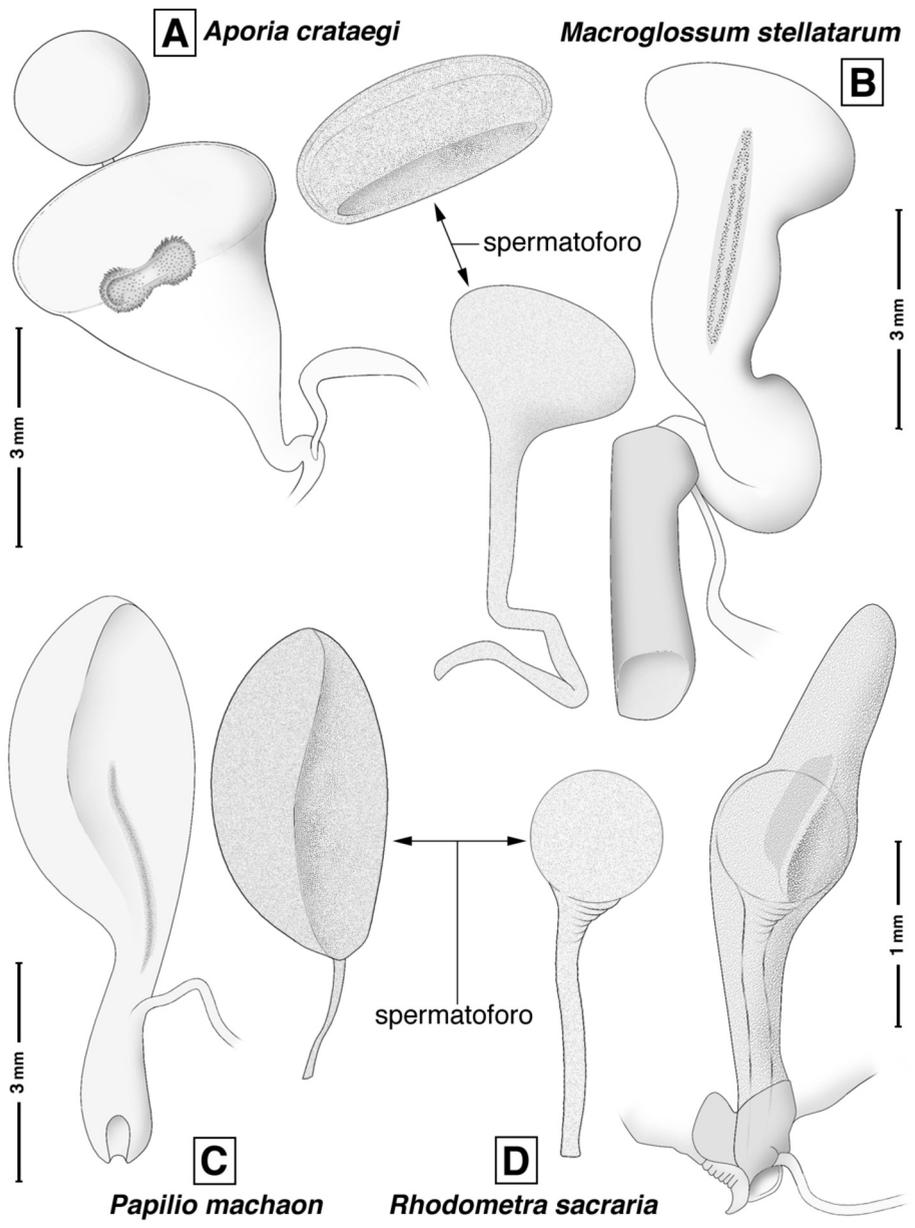


Fig. 6 – Esempi di borsa copulatrice e relativo spermatoforo in Ditrysia: A-C, spermatoforo lenticolare con o senza peduncolo; D, spermatoforo claviforme.

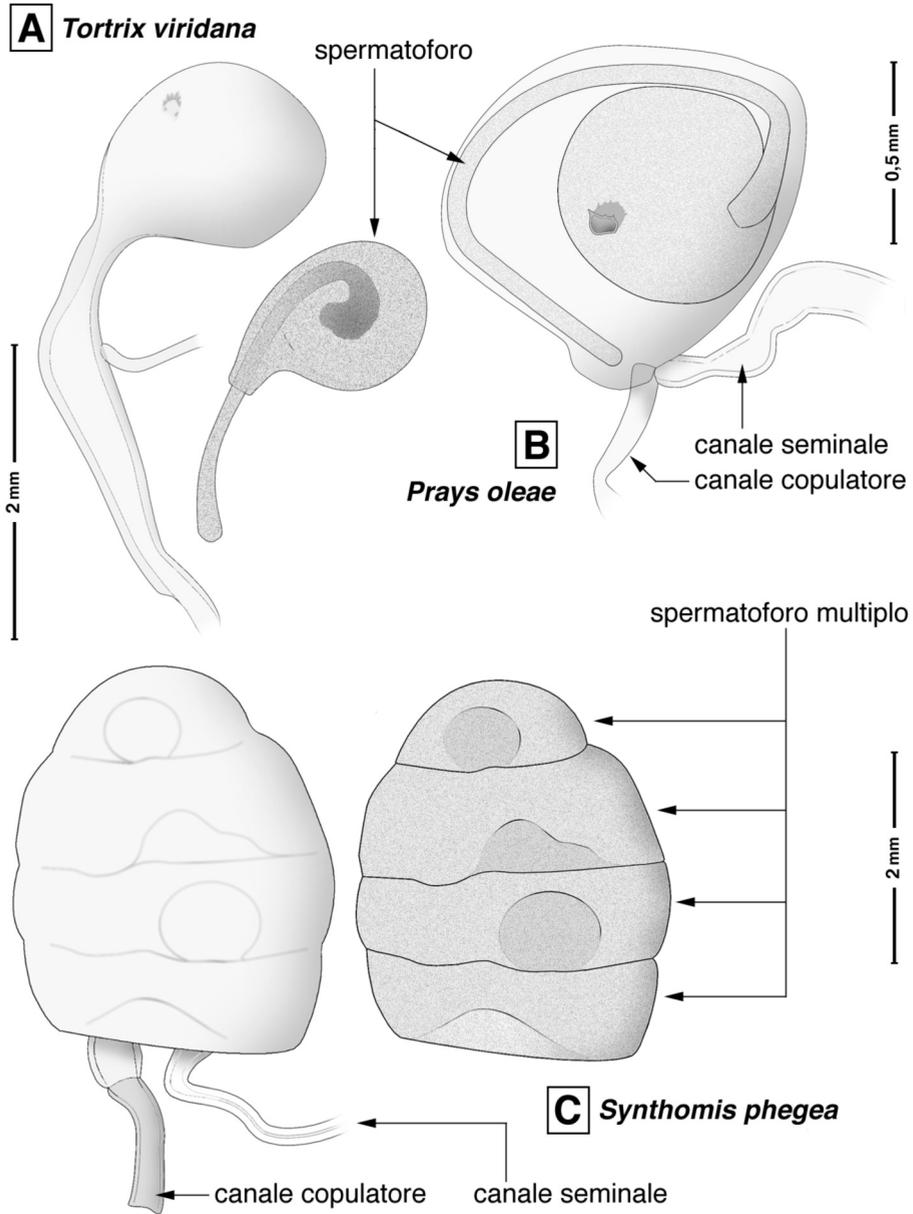


Fig. 7 – Esempi di borsa copulatrice e relativo spermatoforo in Ditrysia: A-B, spermatoforo di forma specie-specifica; C, spermatoforo multiplo.

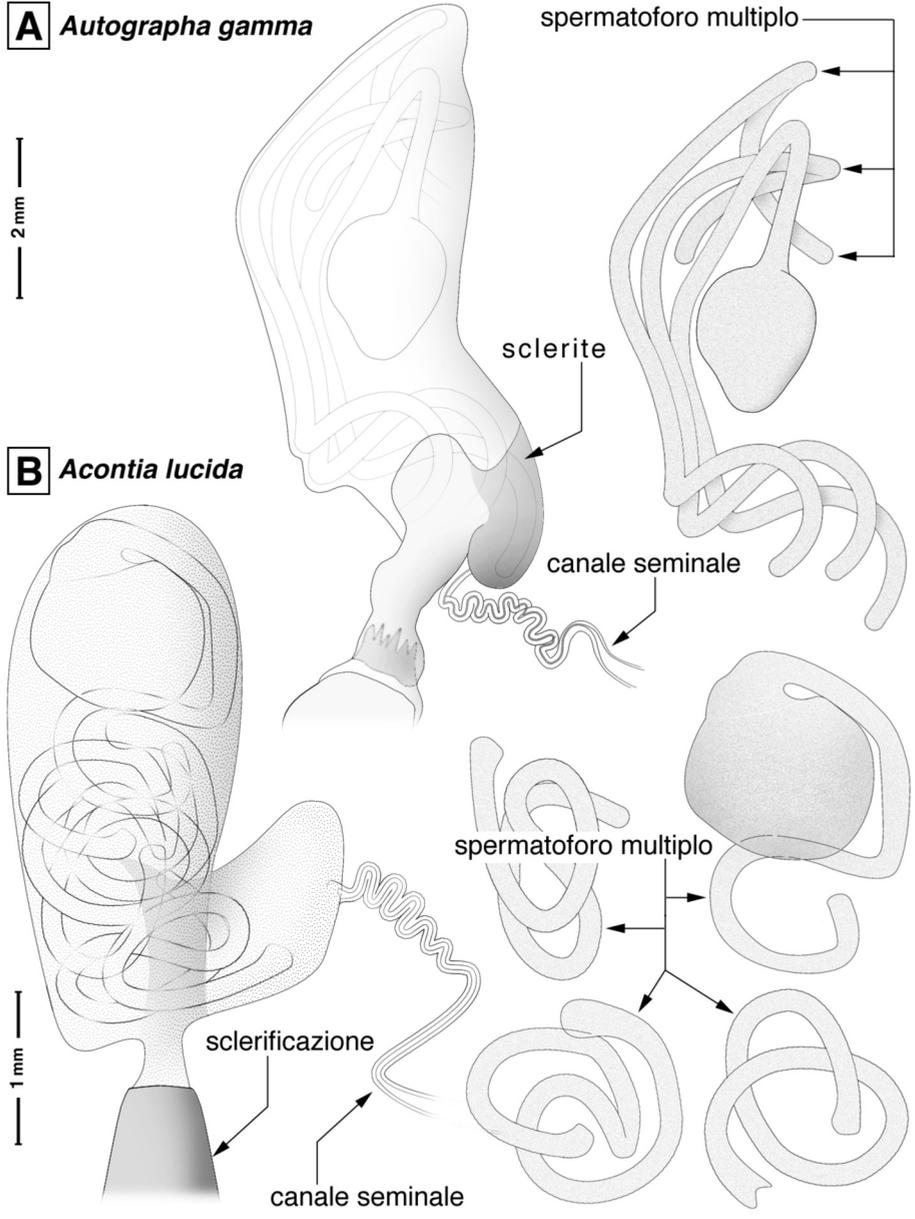


Fig. 8 - Esempi di borsa copulatrice con spermatoforo multiplo in due specie di Noctuidae.

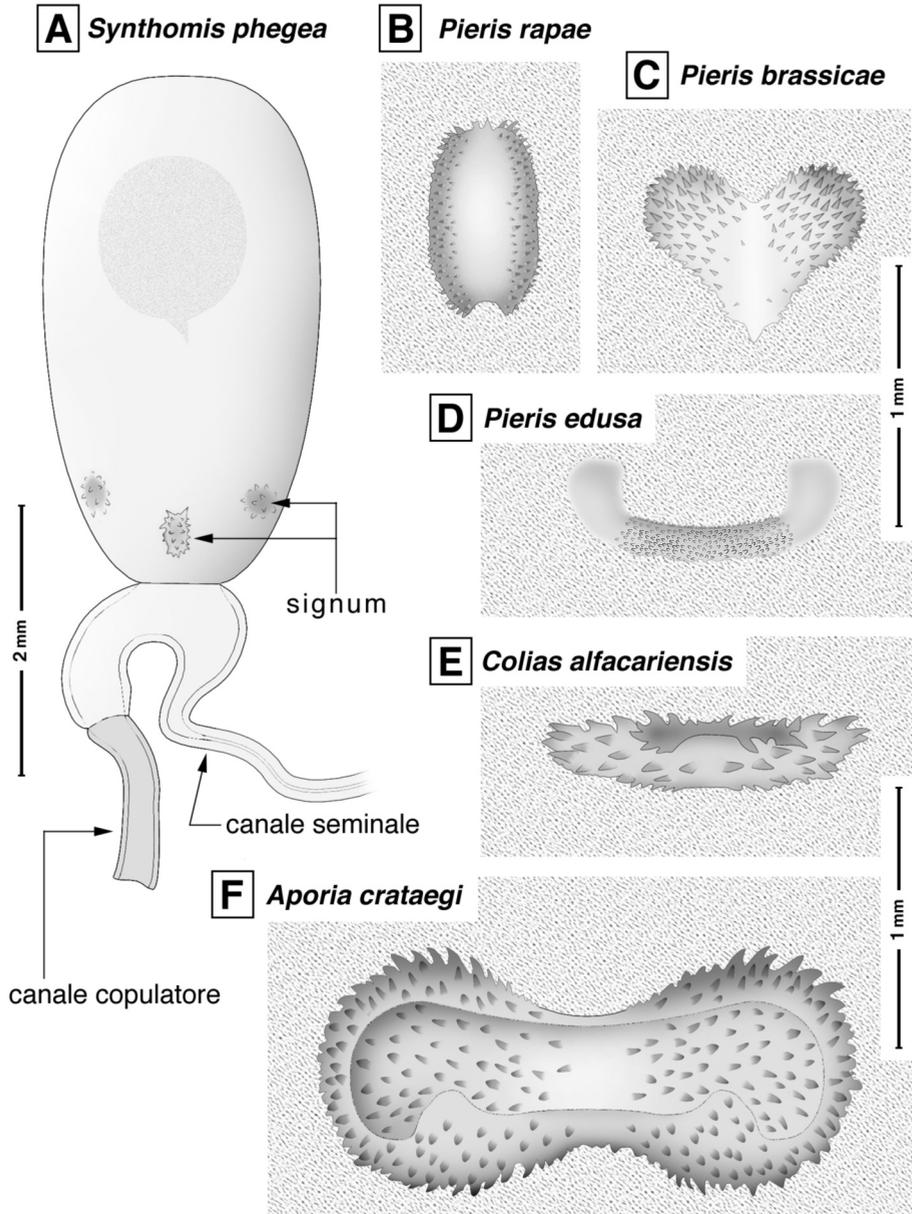
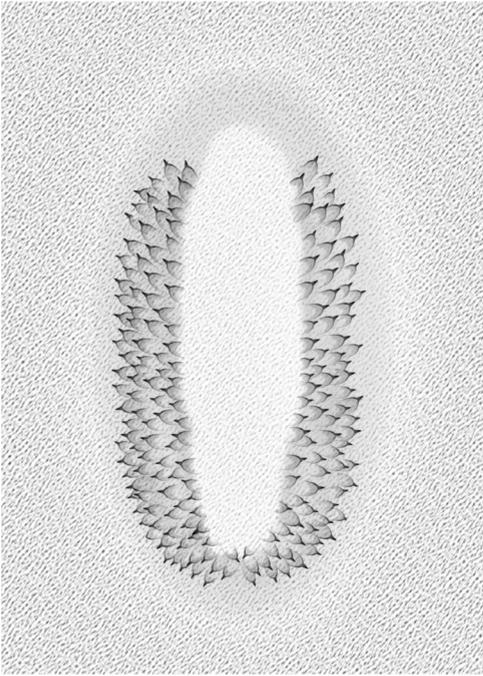


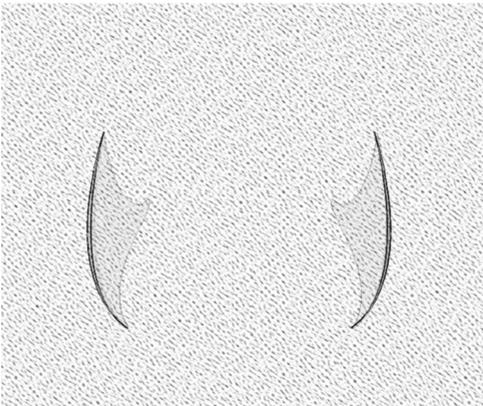
Fig. 9 – Forma del *signum* in Ditrysiinae di varie famiglie.

**A** *Pararge aegeria*

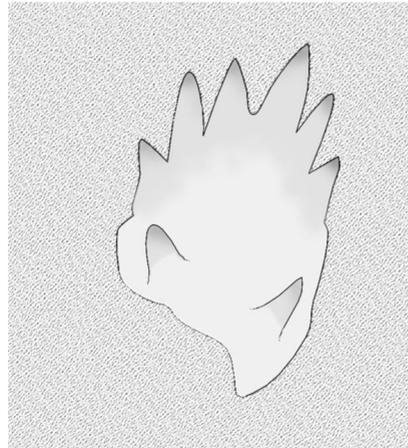


0,5 mm

0,5 mm

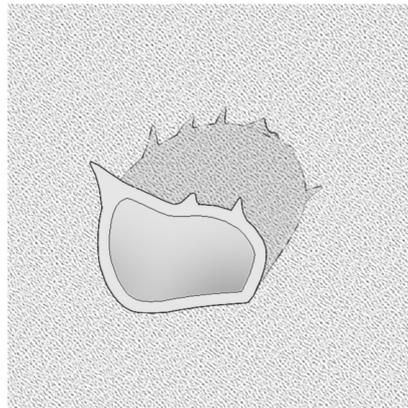


**B** *Tortrix viridana*



0,1 mm

**C** *Prays oleae*



0,1 mm

**D** *Satyrium spini*

Fig. 10 – Ulteriori esempi della diversità morfologica del *signum*: nei Ditrysia: A, *signum* costituito da tre parti; B-F, variabilità interspecifica nella fam. Pieridae.

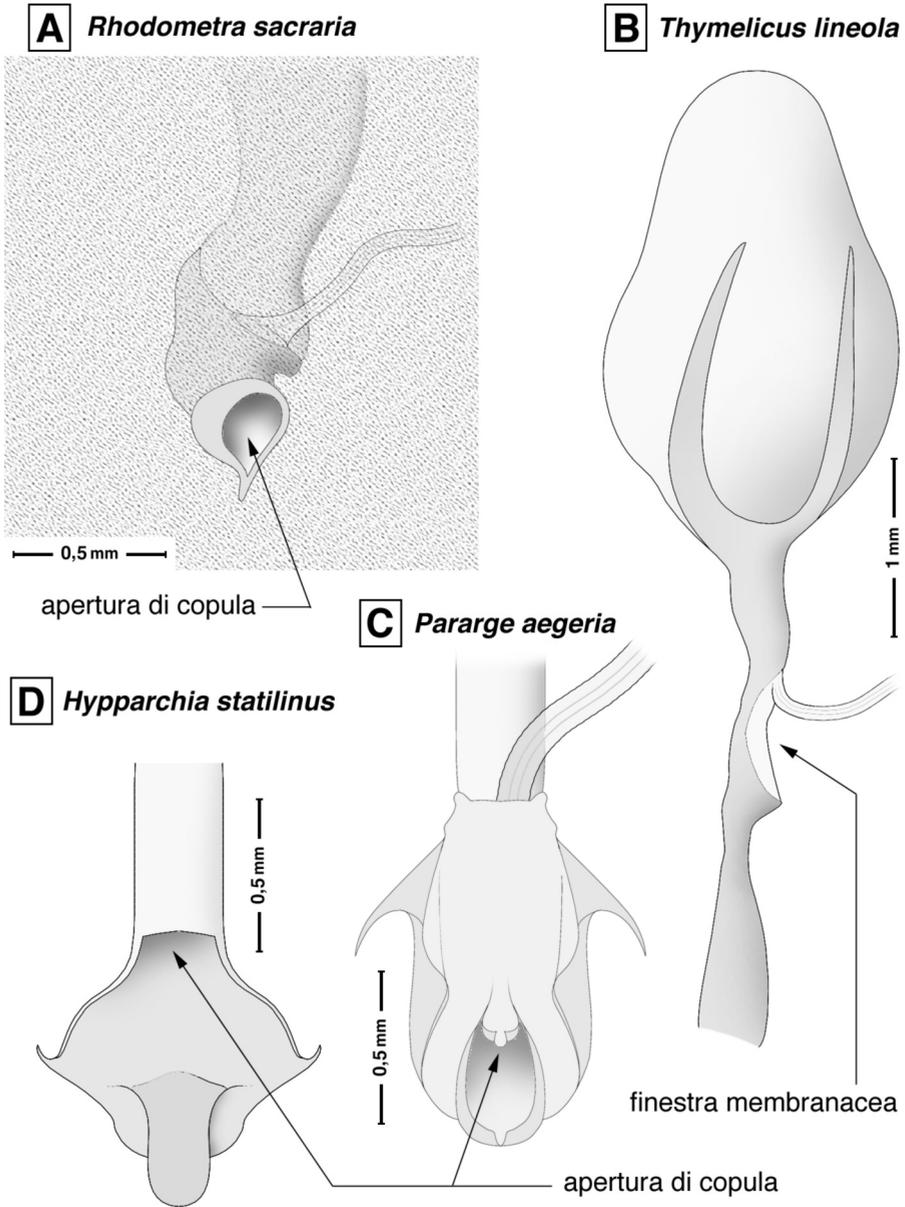


Fig. 11 – Aspetto della sclerificazione del canale copulatore nelle specie indicate.

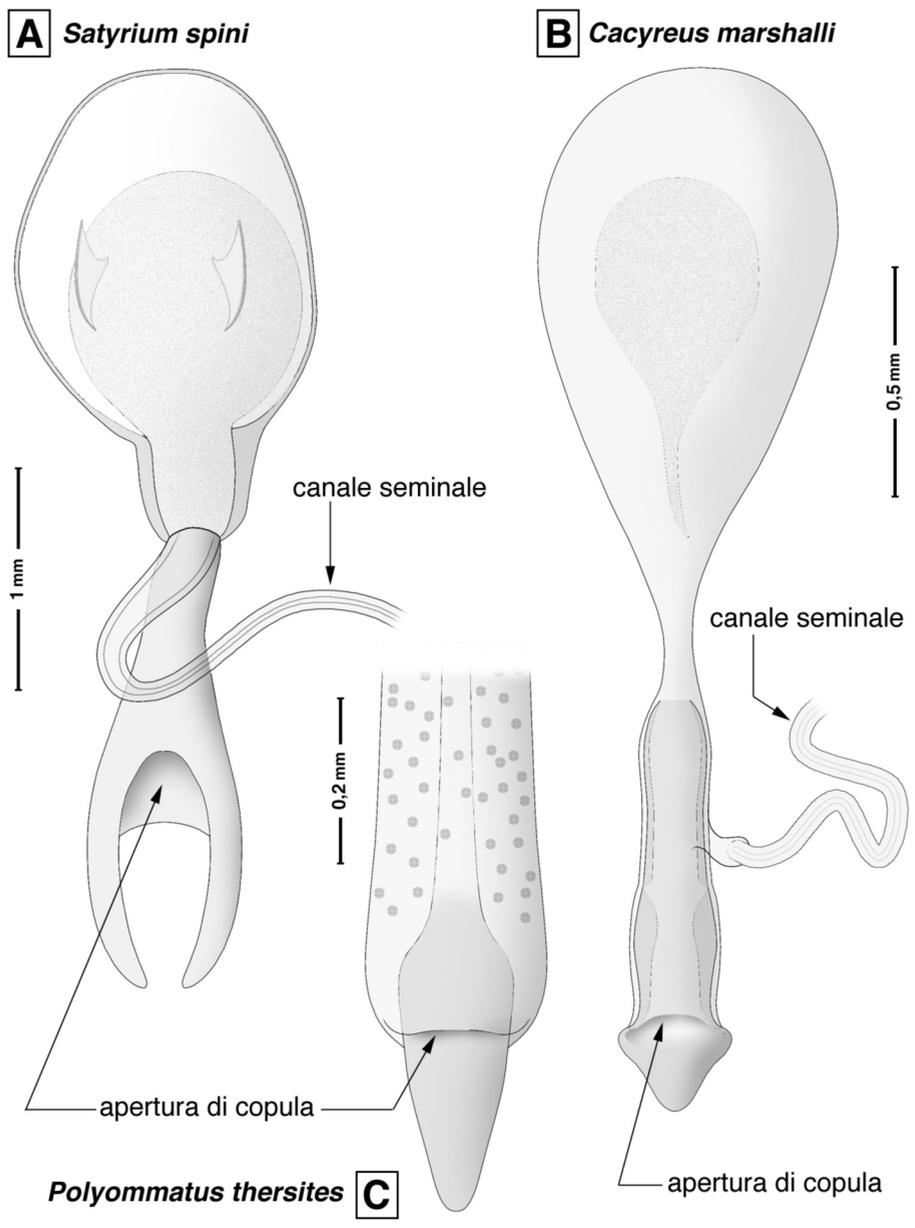


Fig. 12 - Diversità morfologica della sclerificazione del canale copulatore nei Lycaenidae.

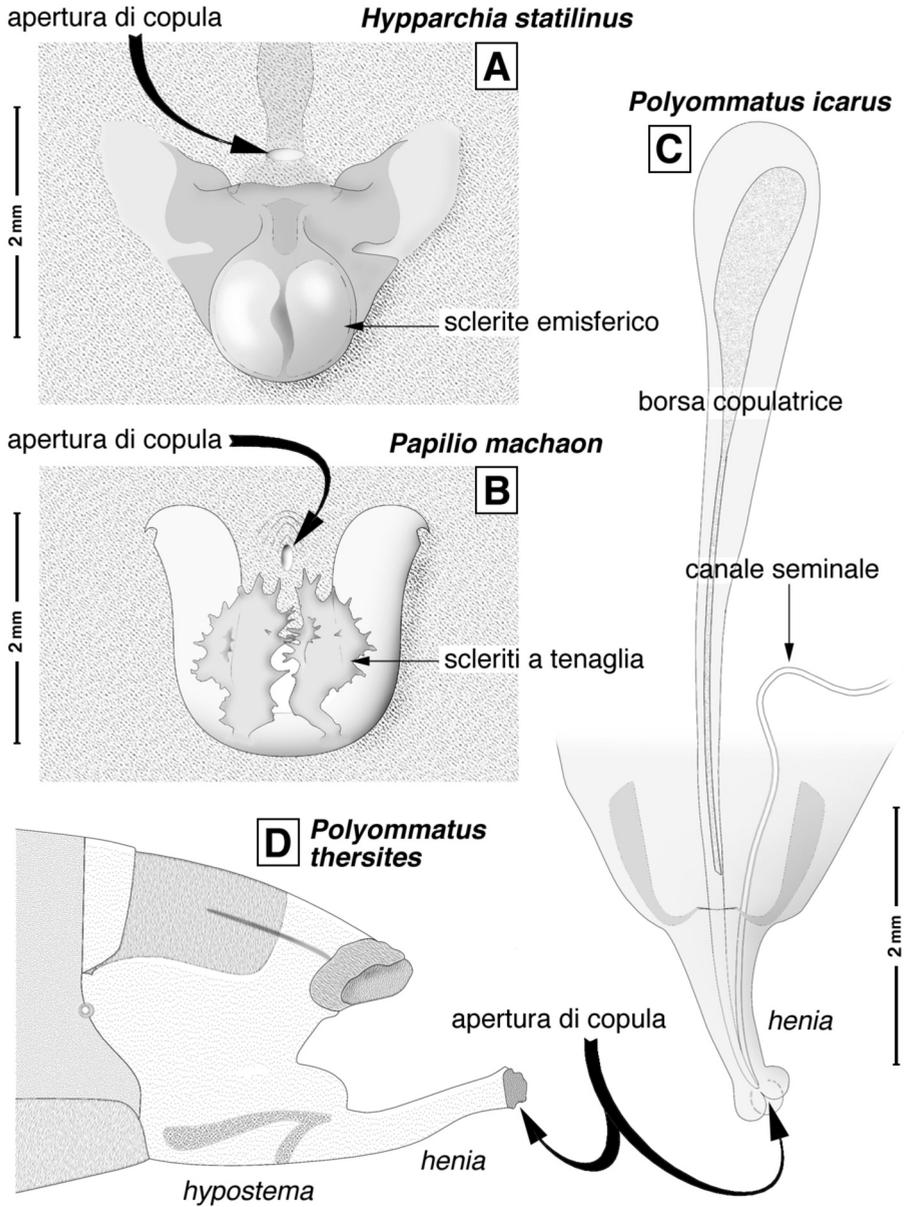


Fig. 13 - Particolarità dell'addome in Dityria di varie famiglie: A-B, scleriti annessi all'apertura di copula; C-D, regione esertile (= *henia*) nei *Polyommatus* indicati. Lo schema in fig. 13.D è ridisegnato da BOURGOGNE (1951).

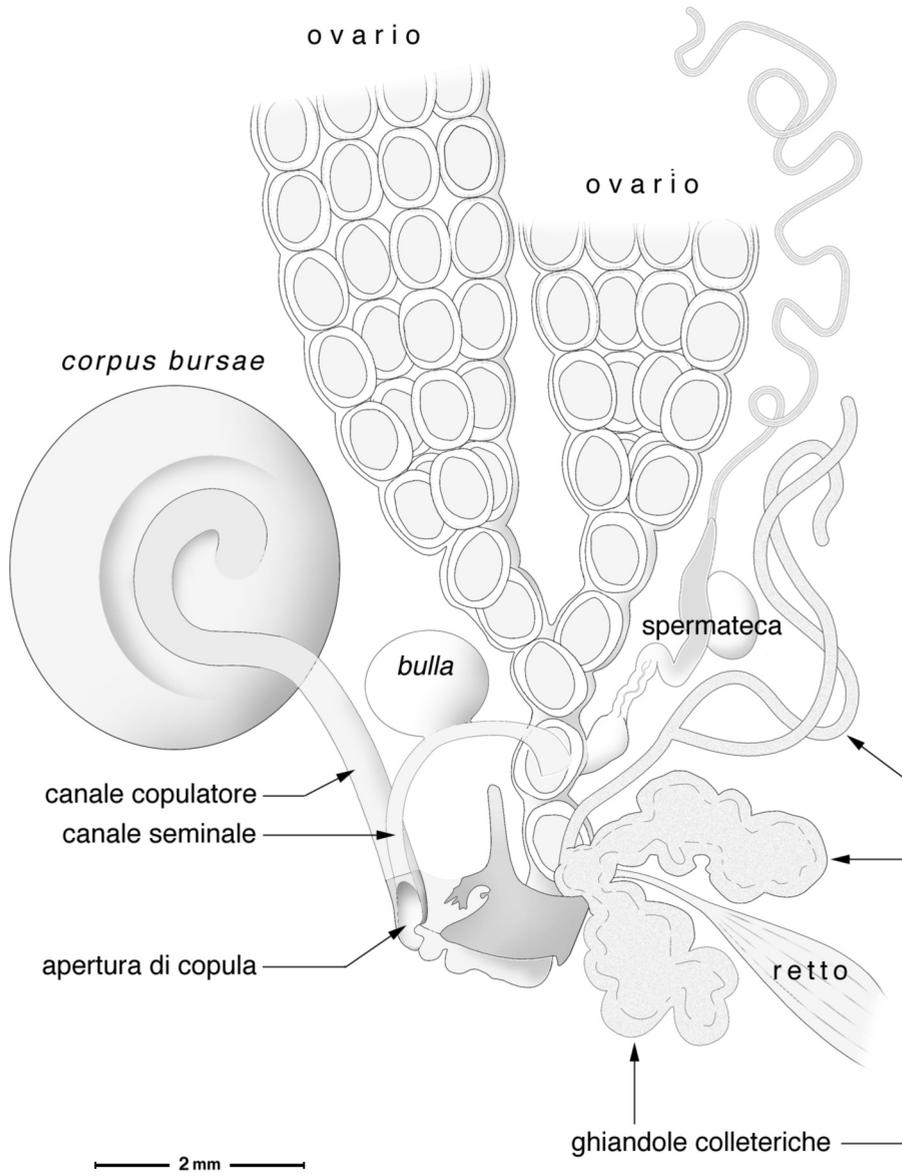


Fig. 14 - Apparato genitale femminile corredato di *bulla* in *Zygaena erythrus* (Zygaenidae).

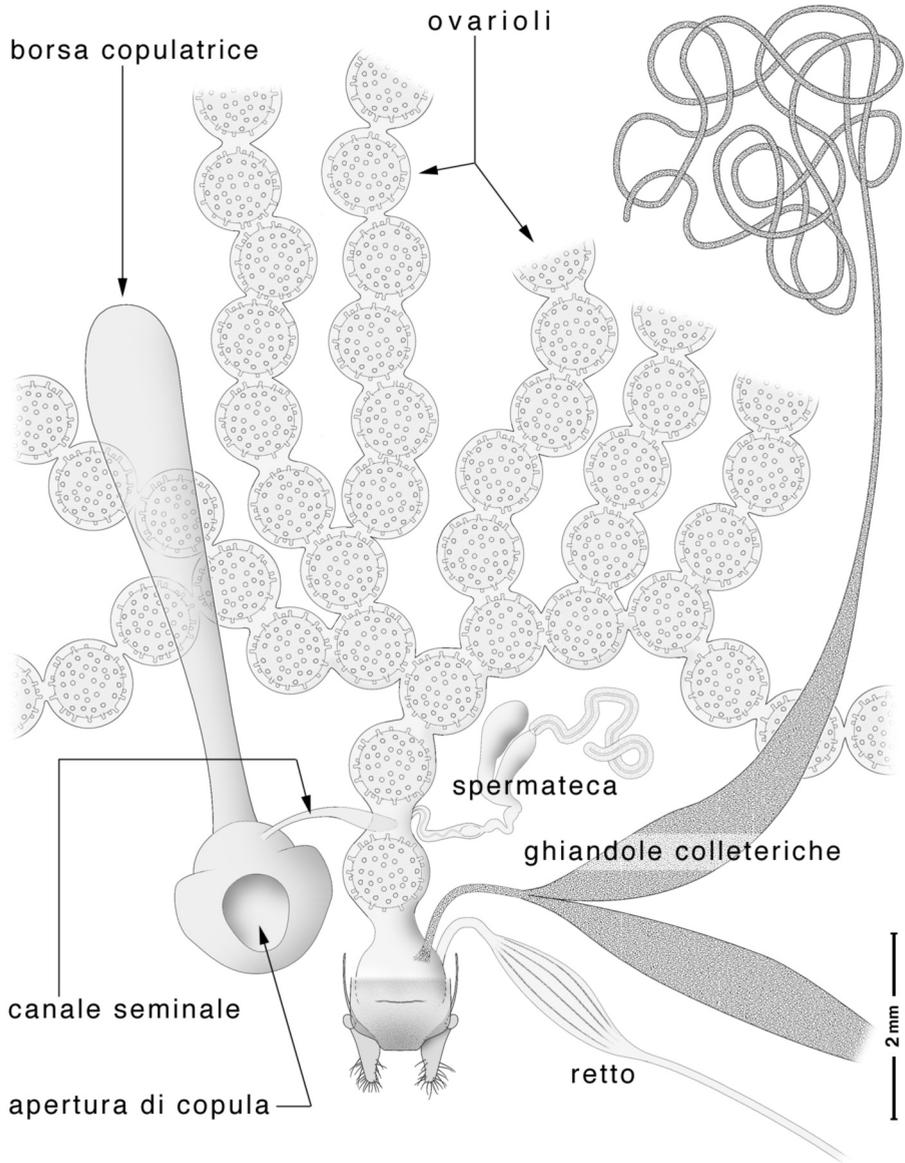


Fig. 15 - Apparato genitale femminile in *Carcharodus alceae* (Hesperiidae).

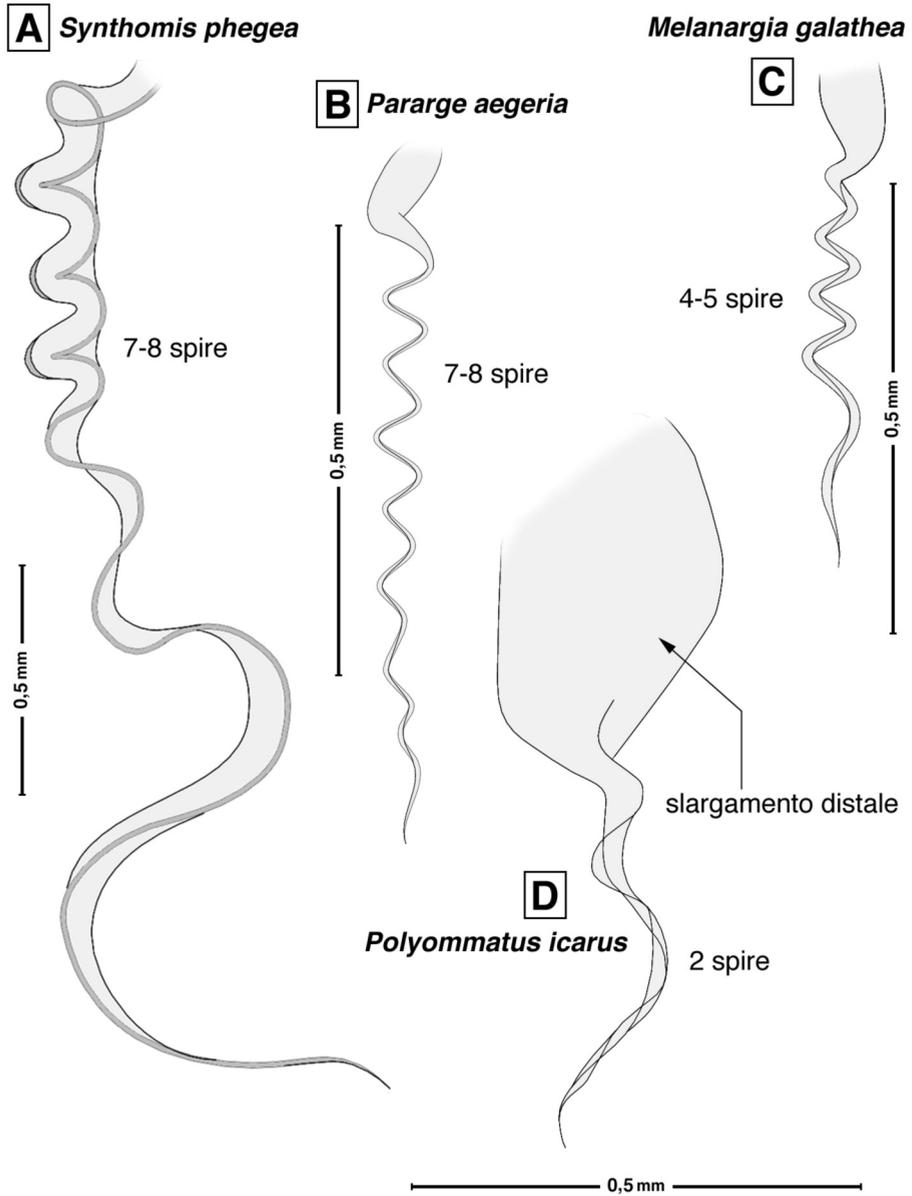


Fig. 16 – Lineamenti dello sclerite elicoidale della spermateca in Dityrisia delle specie indicate.

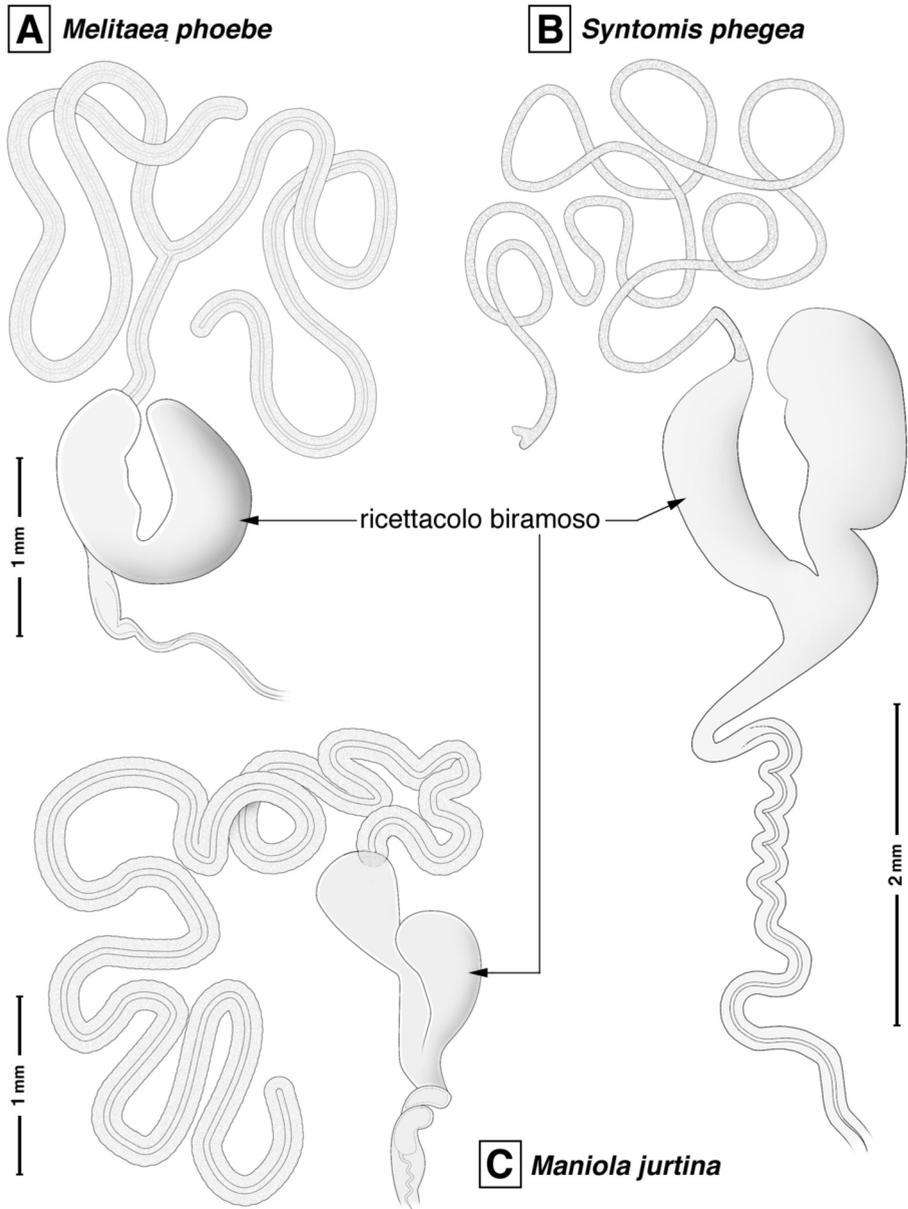


Fig. 17 – Esempi di spermateca con ricettacolo biramoso.

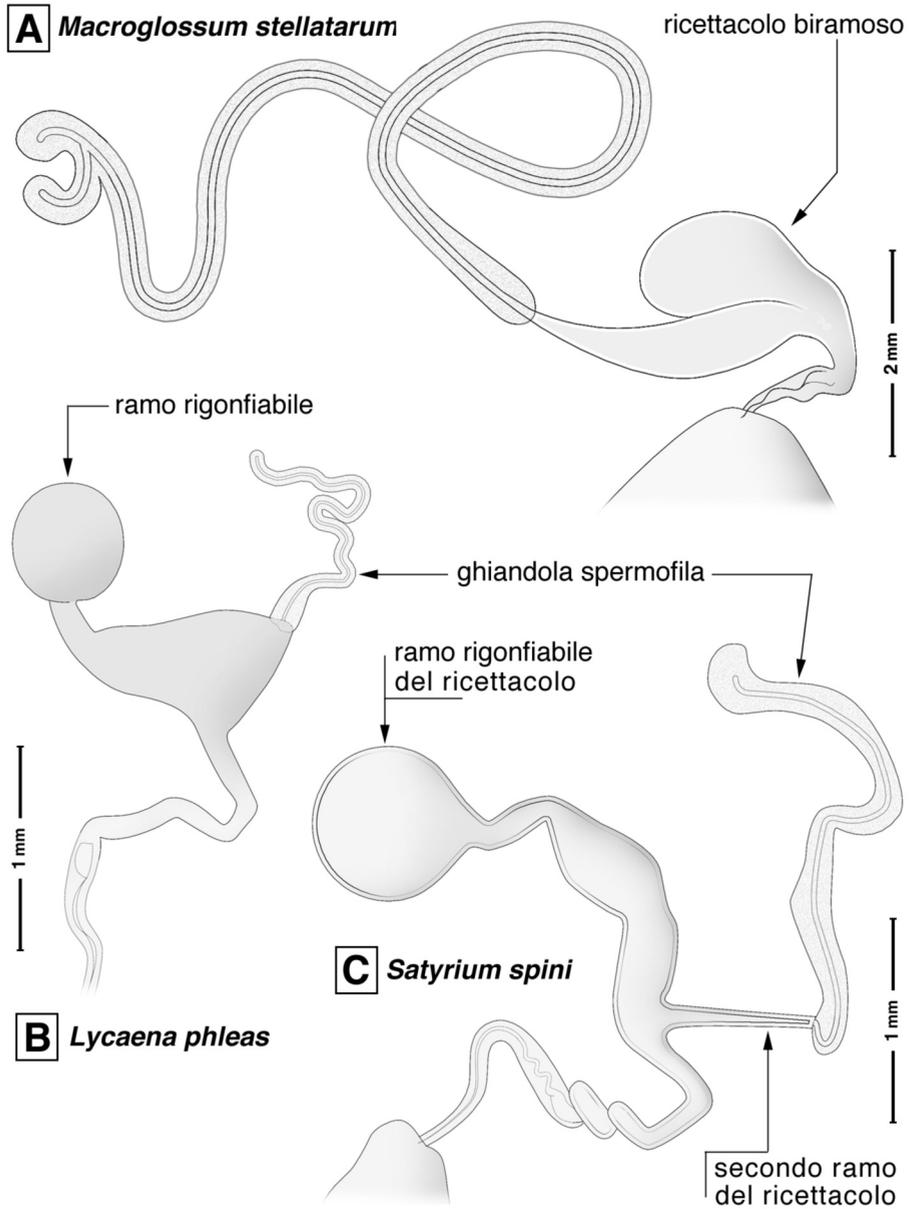


Fig. 18 – Ulteriori esempi della diversità morfologica della spermateca nei Ditrysia: A, biramosa; B-C, con ramo rigonfiabile; C, con ramo adattato per la connessione della ghiandola spermofila.

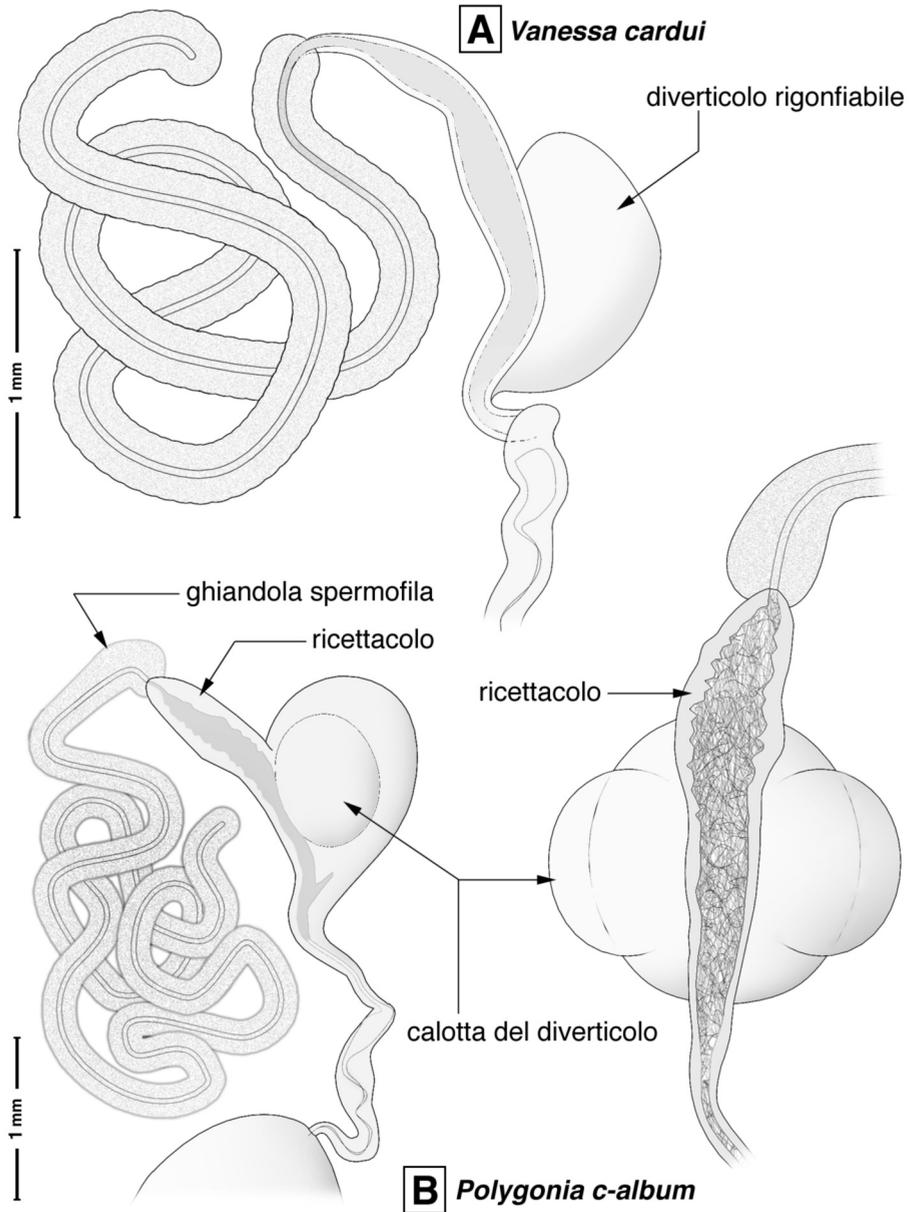


Fig. 19 – Esempi di spermateca con diverticolo rigonfiabile.

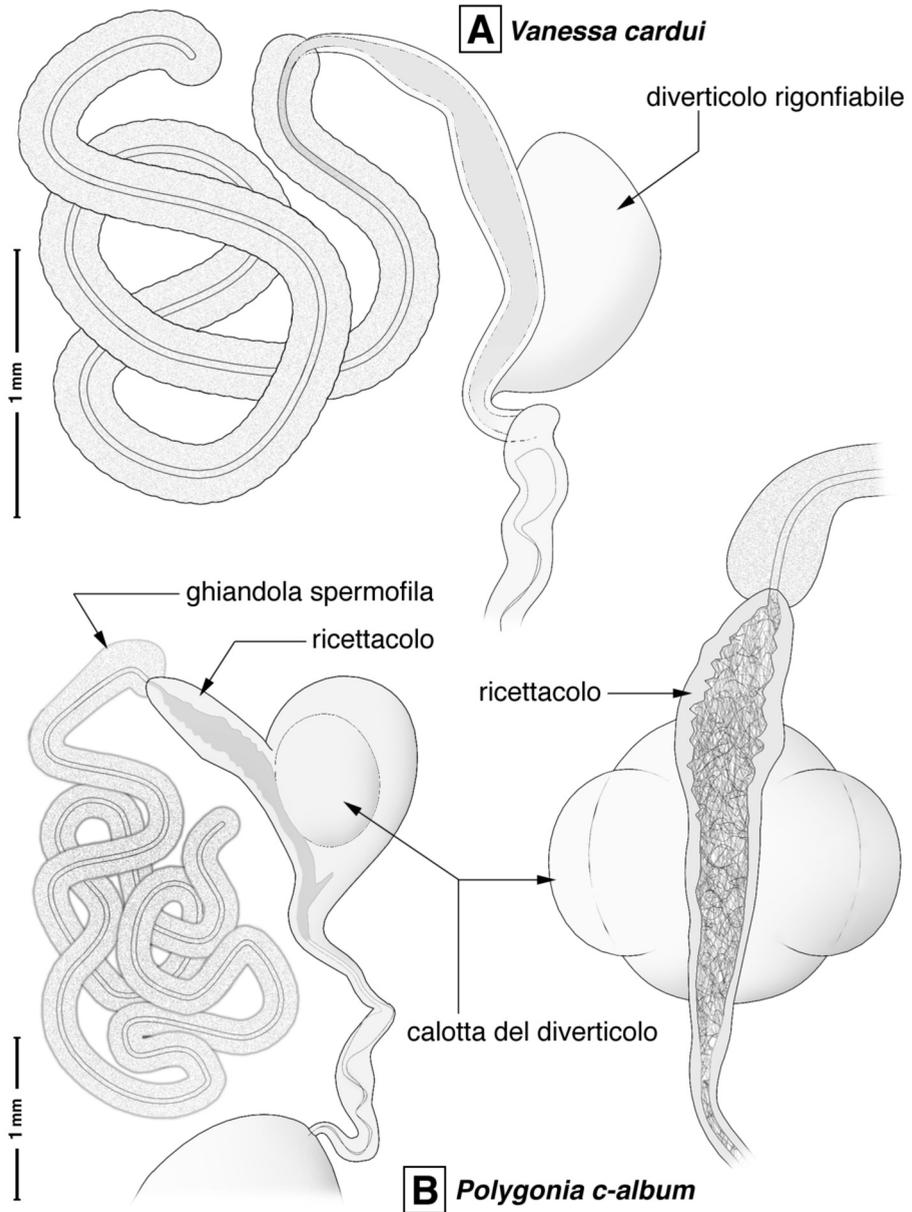


Fig. 20 – Ulteriori esempi di spermateca con diverticolo rigonfiabile.

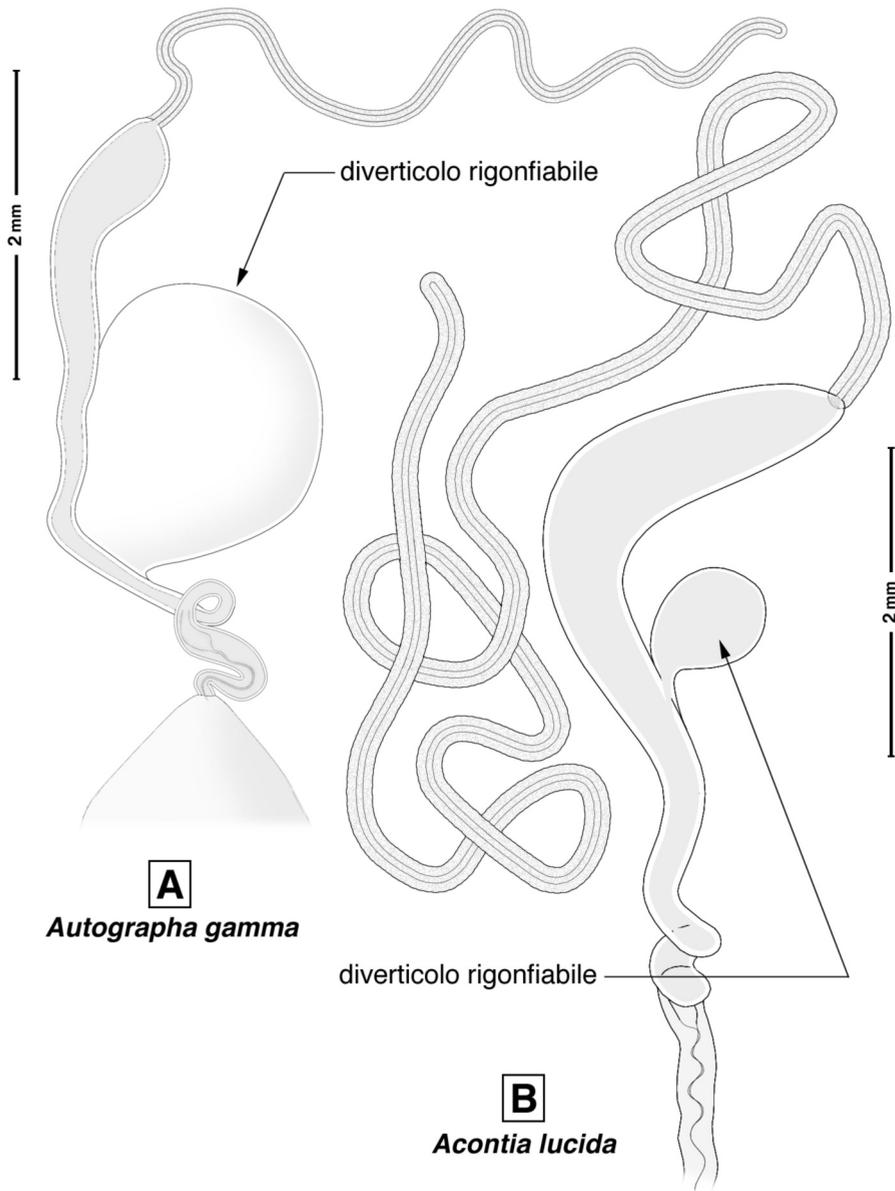
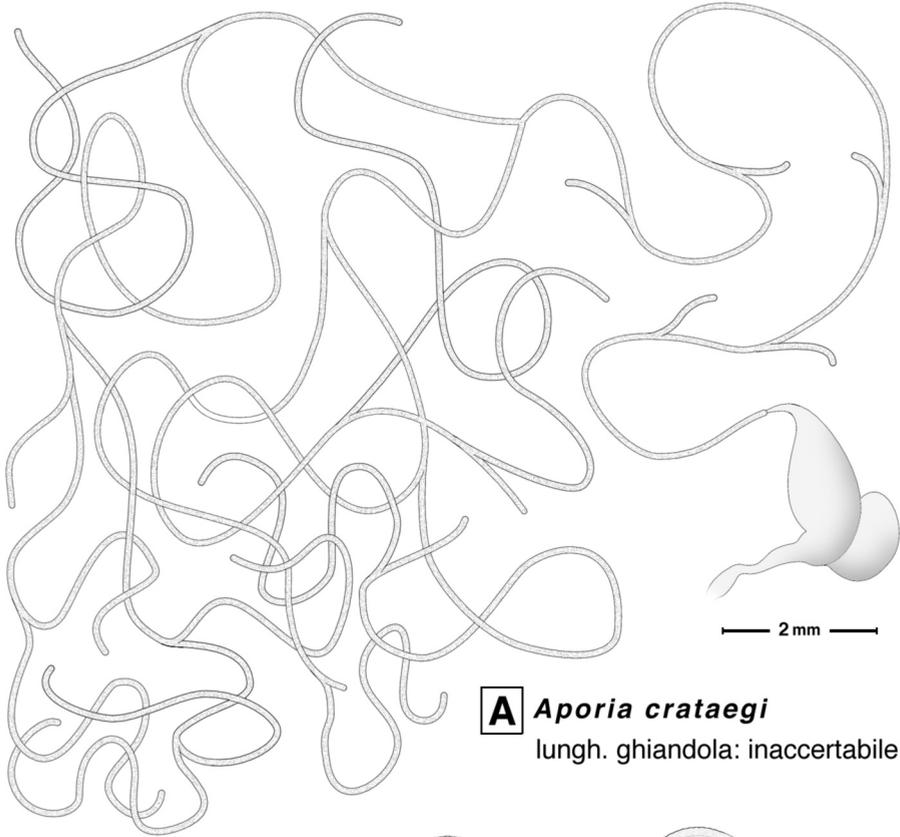
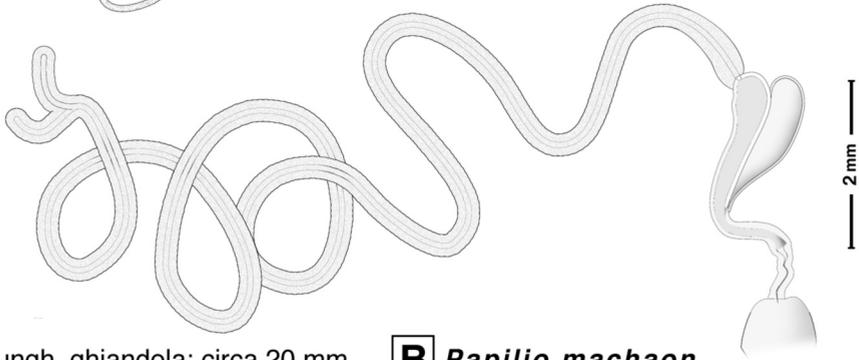


Fig. 21 – Spermateca con diverticolo rigonfiabile in Noctuidae.



**A** *Aporia crataegi*  
lungh. ghiandola: inaccertabile



lungh. ghiandola: circa 20 mm **B** *Papilio machaon*

Fig. 22 – Esempi di ghiandola spermofila di lunghezza rilevante.

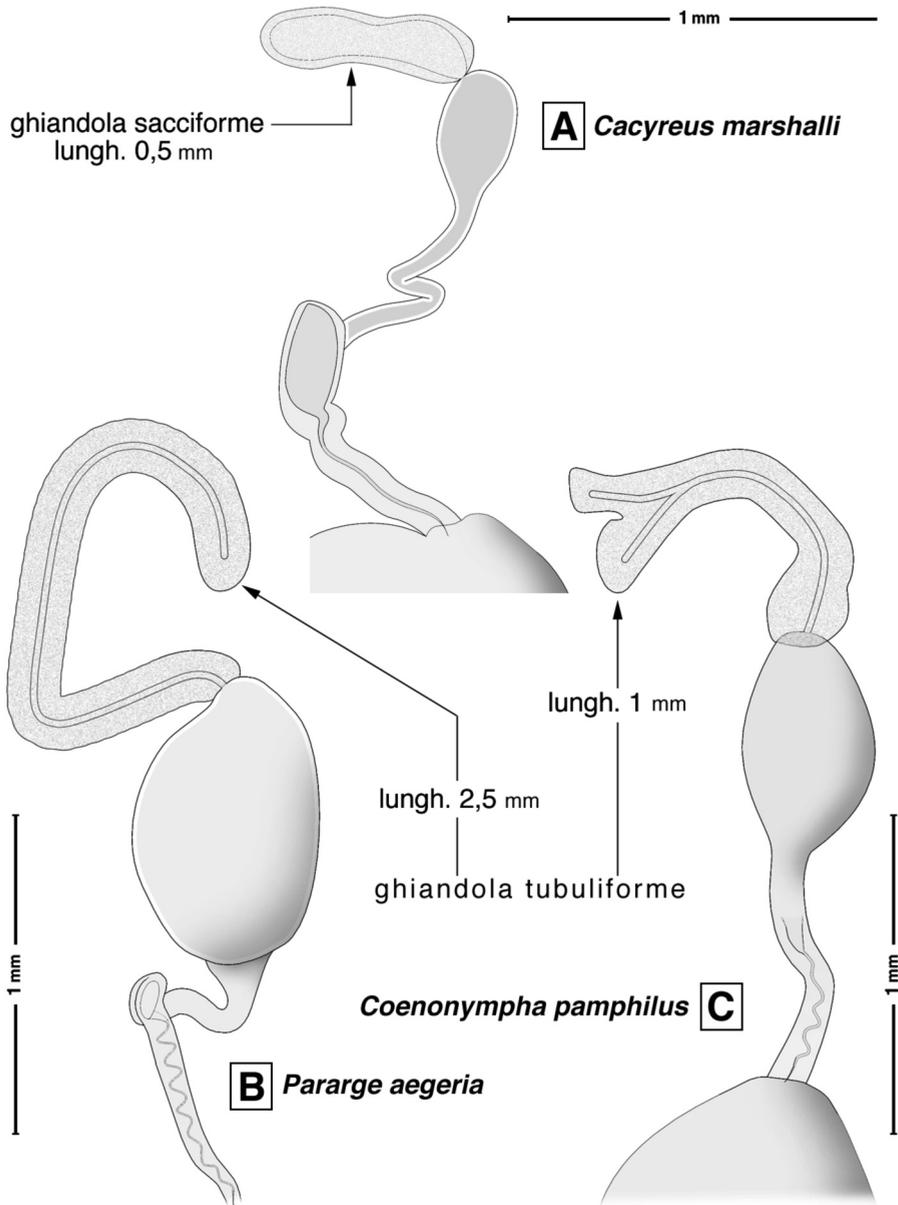


Fig. 23 – Esempi di ghiandola spermofila di lunghezza infima.

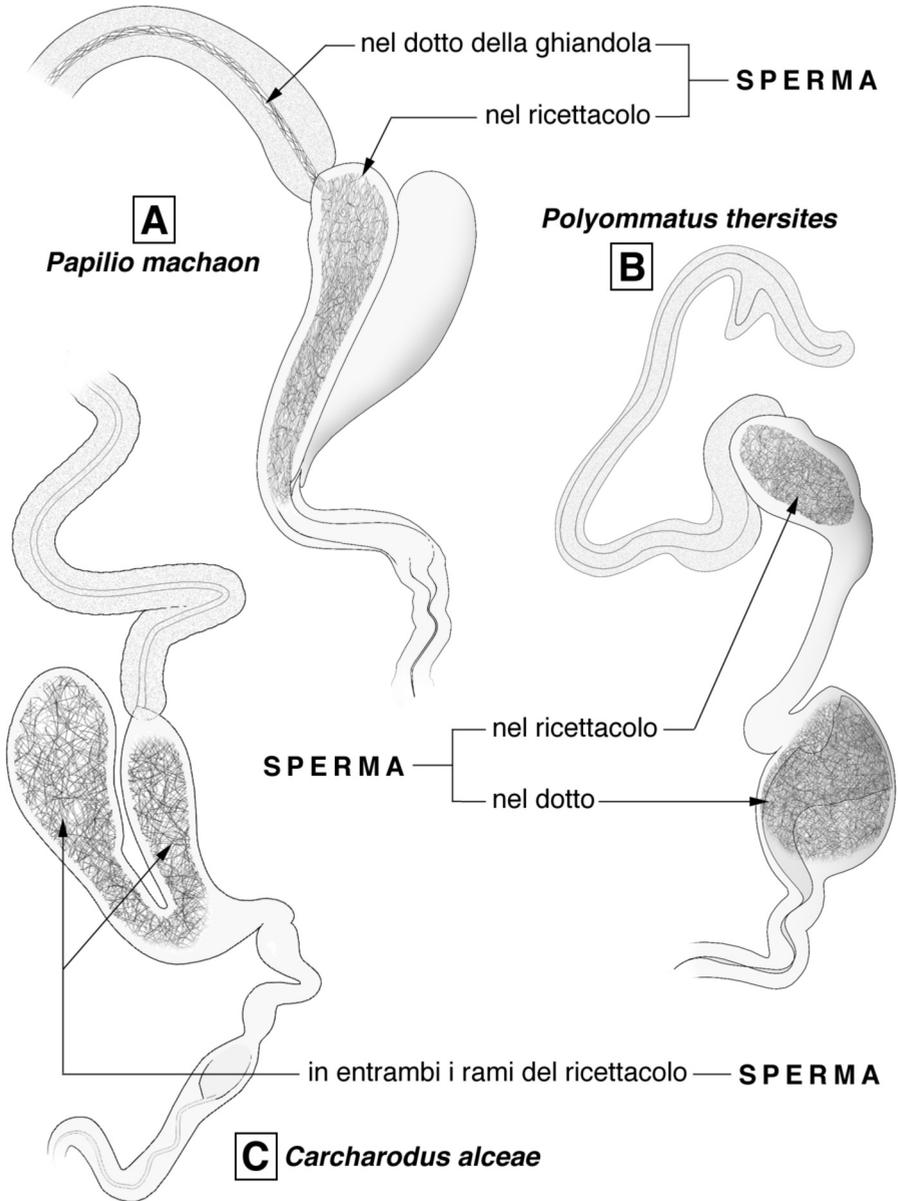


Fig. 24 – Possibili dislocazioni della massa spermatica nella spermateca nei Ditrysia esaminati.

INDICE DELLE FIGURE

|   |                     |
|---|---------------------|
| <i>Acontia lucida</i> (Hufnagel) (Noctuidae) .....                  | Figg. 8, 21         |
| <i>Aporia crataegi</i> (Linnaeus) (Pieridae) .....                  | Figg. 6, 9, 22      |
| <i>Autographa gamma</i> (Linnaeus) (Noctuidae) .....                | Figg. 8, 21         |
| <i>Cacyreus marshalli</i> Butler (Lycaenidae) .....                 | Figg. 12, 23        |
| <i>Carcharodus alceae</i> (Esper) (Hesperiidae) .....               | Figg. 15, 24        |
| <i>Coenonympha pamphilus</i> (Linnaeus) (Satyridae) .....           | Figg. 23            |
| <i>Colias alfacariensis</i> Ribbe (Pieridae) .....                  | Figg. 9, 19         |
| <i>Hipparchia statilinus</i> (Hufnagel) (Satyridae) .....           | Figg. 5, 11, 13     |
| <i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus) (Lycaenidae) .....                | Figg. 18            |
| <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linnaeus) (Sphingidae) .....       | Figg. 6, 18         |
| <i>Maniola jurtina</i> Linnaeus (Satyridae) .....                   | Figg. 17            |
| <i>Melanargia galatea</i> (Linnaeus) (Satyridae) .....              | Figg. 16            |
| <i>Melitaea phoebe</i> (Denis & Schiffermüller) (Nymphalidae) ..... | Figg. 4, 17         |
| <i>Papilio machaon</i> Linnaeus (Papilionidae) .....                | Figg. 6, 13, 22, 24 |
| <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus) (Satyridae) .....                 | Figg. 5, 10, 11, 23 |
| <i>Pieris brassicae</i> Linnaeus (Pieridae) .....                   | Figg. 9             |
| <i>Pieris edusa</i> (Fabricius) (Pieridae) .....                    | Figg. 4, 9          |
| <i>Pieris rapae</i> (Linnaeus) (Pieridae) .....                     | Figg. 1, 2, 3, 4, 9 |
| <i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus) (Nymphalidae) .....             | Figg. 20            |
| <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg) (Lycaenidae) .....           | Figg. 12, 13, 16    |
| <i>Polyommatus thersites</i> (Cantener) (Lycaenidae) .....          | Figg. 13, 24        |
| <i>Prays oleae</i> (Bernard) (Yponomeutidae) .....                  | Figg. 7, 10         |
| <i>Rhodometra sacraria</i> (Linnaeus) (Geometridae) .....           | Figg. 6, 11         |
| <i>Satyrium spini</i> (Denis & Schiffermüller) (Lycaenidae) .....   | Figg. 10, 12, 18    |
| <i>Syntomis phegea</i> (Linnaeus) (Syntomidae) .....                | Figg. 7, 9, 16, 17  |
| <i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer) (Hesperiidae) .....        | Figg. 11            |
| <i>Tortrix viridana</i> Linnaeus (Tortricidae) .....                | Figg. 7, 10, 19     |
| <i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus) (Nymphalidae) .....                | Figg. 5, 20         |
| <i>Zygaena erythrus</i> (Hübner) (Zygaenidae) .....                 | Figg. 14, 19        |