

LUIGI DE MARZO

Dipartimento di Biologia, Difesa e Biotecnologie agro-forestali
Università della Basilicata - Potenza

Anatomia dei genitali interni e modalità di inseminazione in alcuni Coleotteri Anticidi

ABSTRACT

ANATOMY OF THE INTERNAL GENITALIA AND INSEMINATION MODALITIES IN SOME ANTHICIDS (COLEOPTERA)

Throughout the examination of 23 species of Anthicids, a comparative study is made of the internal genitalia in both males and females. The insemination strategies in this family are discussed on the basis of the anatomical data.

In most species, the male insemination device includes a powerful ejaculatory pump, of which three structural types can be divided. Two of these types exhibit the property of increasing their own muscular mass during the imaginal life, as long as the individual attains its own reproductive maturity. A further male evolutionary trend affects the ejaculatory duct length, which can be even 6 times as long as the insect body. A conspicuous equipment of male accessory glands occurs both Notoxinae and Microhoriini; it is related to the production of the abundant gelatinous sperm fraction. A pair of additional seminal vesicles is a characteristic feature of two species, *Cordicomus instabilis* and *Formicomus pedestris*.

Spermatheca of most species includes a membranous receptaculum, which is able to swell whilst it is filled with sperm. Filling does probably occur during the copulation, due to the pressure produced by the male ejaculatory pump.

Microhoriini exhibit a second type of spermatheca, which is lacking in its gland. Female genitalia in this tribe do retain their ancestral *bursa copulatrix*, where one or more spermatophores are built during the copulation. Likely, the receptaculum filling is delayed (after spermatophores are dissolved) and it is probably accomplished by the musculature of the female genitalia.

Key words: Coleoptera, Anthicidae, internal genitalia, comparative anatomy, insemination.

INTRODUZIONE

Anni fa, esaminando gli organi interni in una comunissima specie di Anticida del genere nominale, *Anthicus bifasciatus*¹, trovai interessanti due lineamenti anatomici, rispettivamente pertinenti ai due sessi e manifestamente connessi a un particolare svolgimento del processo di inseminazione. Si tratta del possesso, da parte del maschio, di un'ampolla eiaculatrice potente e ben strutturata e, da parte della femmina, di un ricettacolo spermatecale capace di

¹ Per ragioni che non hanno importanza per lo studio anatomico, questa specie è classificata da alcuni autori nel genere *Omonadus* (cfr. ANGELINI *et al.*, 1995) e si chiama *Omonadus bifasciatus* (Rossi).

rigonfiarsi durante il riempimento.

In seguito, estendendo l'esame dei medesimi organi ad altre specie di Anticidi, ho rilevato il quadro di variabilità che in questa nota viene illustrato e discusso in merito all'aspetto funzionale prospettato nel titolo.

MATERIALI E METODI

Le osservazioni anatomiche sono state condotte su preparati a fresco dei genitali interni di maschi e femmine, raccolti in diversi periodi dell'anno e sottoposti a dissezione in soluzione fisiologica (NaCl 0,9%), dopo un'anestesia con vapori di acetato di etile. I disegni sono stati eseguiti alla camera lucida sullo stesso tipo di preparati temporanei. Le immagini al microscopio a scansione-laser sono state riprese su organi inclusi in glicerolo tra due vetrini senza né fissazione né colorazione.

Le osservazioni sulla consistenza dello sperma e sulla motilità degli spermatozoi sono state condotte su organi estratti a femmine inseminate, disseccate nella stessa soluzione fisiologica senza anestesia preventiva.

Le specie esaminate sono 23 (cfr. tab. I) e rappresentano 12 generi e 2 sottofamiglie secondo l'assetto sistematico di BUCCIARELLI (1980).

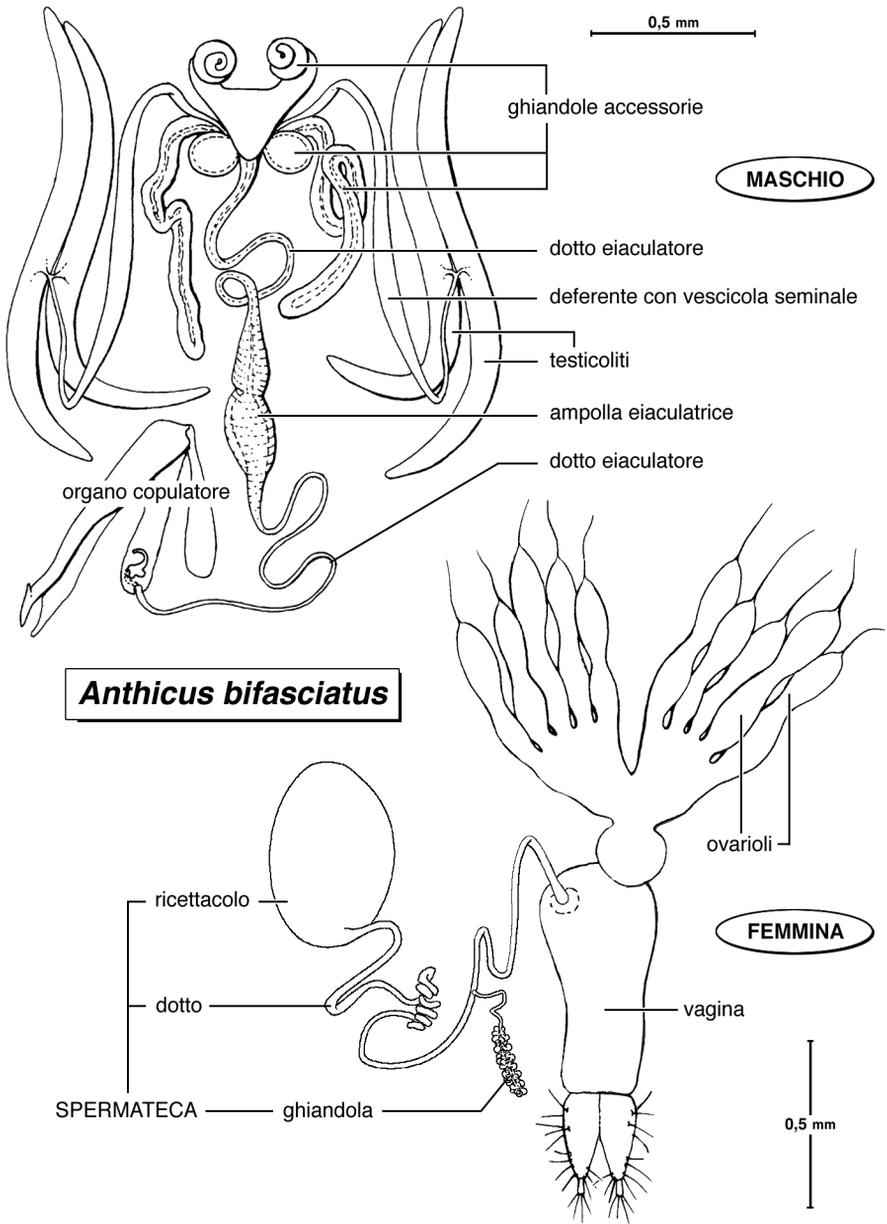
I termini anatomici si accordano con i fondamenti di SNODGRASS (1935), già riaffermati da GRANDI (1955) e, più di recente, da DAVEY (1985). In accordo con la raccomandazione di HARBACH & KNIGHT (1980: 43), il termine "spermateca" viene usato per indicare l'insieme di tre organi: il ricettacolo, il dotto e la ghiandola².

OSSERVAZIONI

CONDIZIONE DEI GENITALI INTERNI IN *ANTHICUS BIFASCIATUS*

In questa specie, dalla quale è iniziato lo studio, l'*ampolla eiaculatrice* consiste in un netto slargamento del *dotto eiaculatore* ed è situata intorno a metà lunghezza del dotto stesso (tav. 1). Ancora nel maschio, si osservano un complesso di 3 coppie di *ghiandole accessorie* di varia forma. I testicoli sono

² In letteratura, il termine "spermateca" (come anche il termine sinonimo "ricettacolo seminale") viene usato in modo diverso dagli studiosi: talvolta per indicare strettamente il serbatoio di conservazione degli spermatozoi, altre volte in modo comprensivo, per indicare l'insieme dei tre organi tipici (ricettacolo, dotto e ghiandola), altre volte ancora (come fa lo stesso SNODGRASS, l.c.) senza né distinzione né precisazione. Nel loro glossario, HARBACH & KNIGHT (l.c.) sottolineano queste discordanze e, infine, raccomandano di usare il termine in senso comprensivo.



Tav. 1 - *Anthicus bifasciatus* (Rossi) - Anatomia dell'apparato genitale nei due sessi. Nel maschio si osserva una cospicua ampolla eiaculatrice. Nella femmina, la spermatheca comprende un ricettacolo membranaceo, capace di rigonfiarsi durante il riempimento.

rispettivamente suddivisi in due *testicoliti* di forma molto allungata. I singoli *deferenti* presentano una dilatazione coassiale che costituisce una *vescicola seminale* tipica.

Nella femmina, il *ricettacolo* è un serbatoio a pareti esili, privo di tonaca muscolare, rigonfiabile e connesso alla *vagina* attraverso un *dotto* molto sottile (tav. 1). La *ghiandola spermatecale* sbocca a circa metà lunghezza di questo dotto.

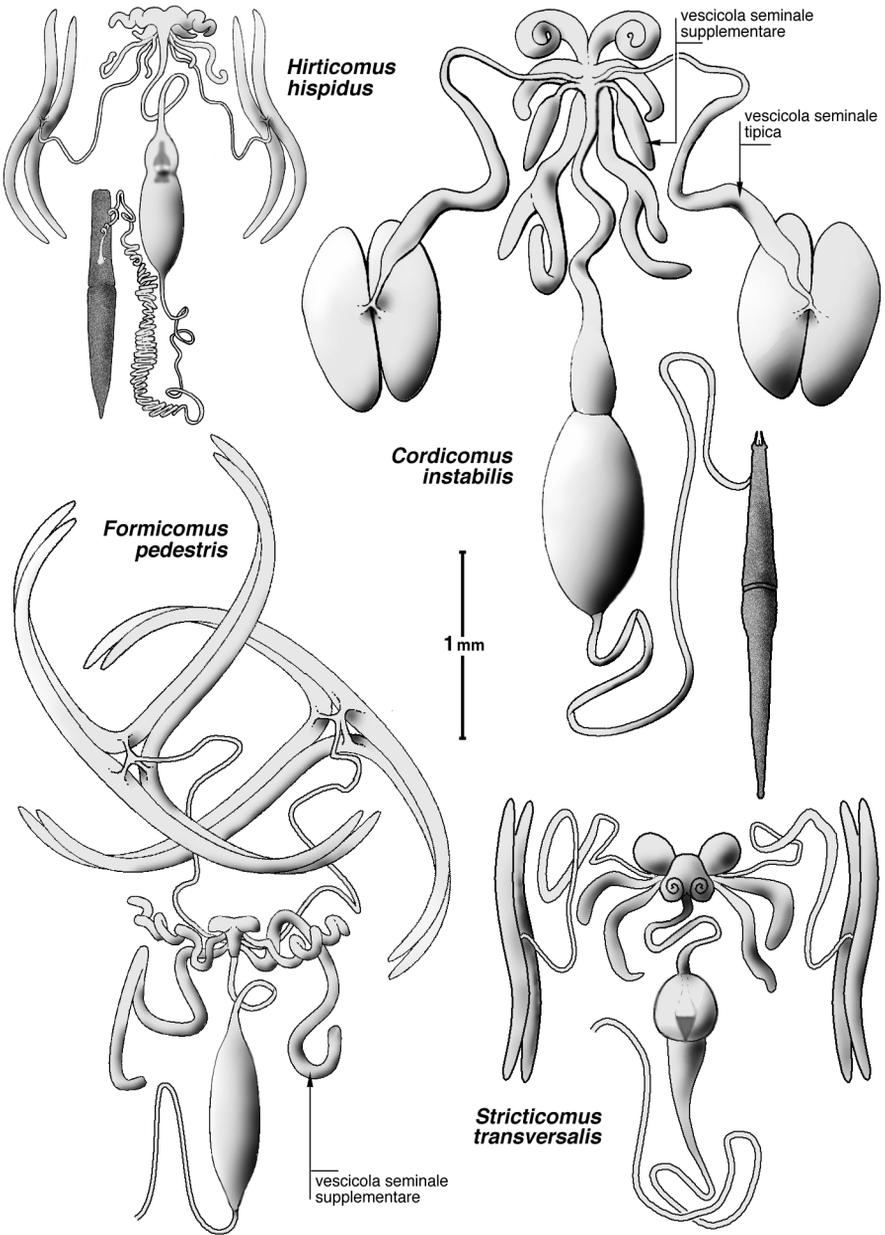
SPECIE DOTATE DI AMPOLLA EIACULATRICE

Nell'ambito dei taxa esaminati, l'ampolla eiaculatrice risulta presente in tutte le specie delle tribù Endomiini, Anthicini e Formicomini (cfr. tav. 2). La variabilità interspecifica dell'organo è ampia e si compendia con l'individuazione di tre tipi anatomici fondamentali, in accordo con i caratteri illustrati nel capitolo seguente.

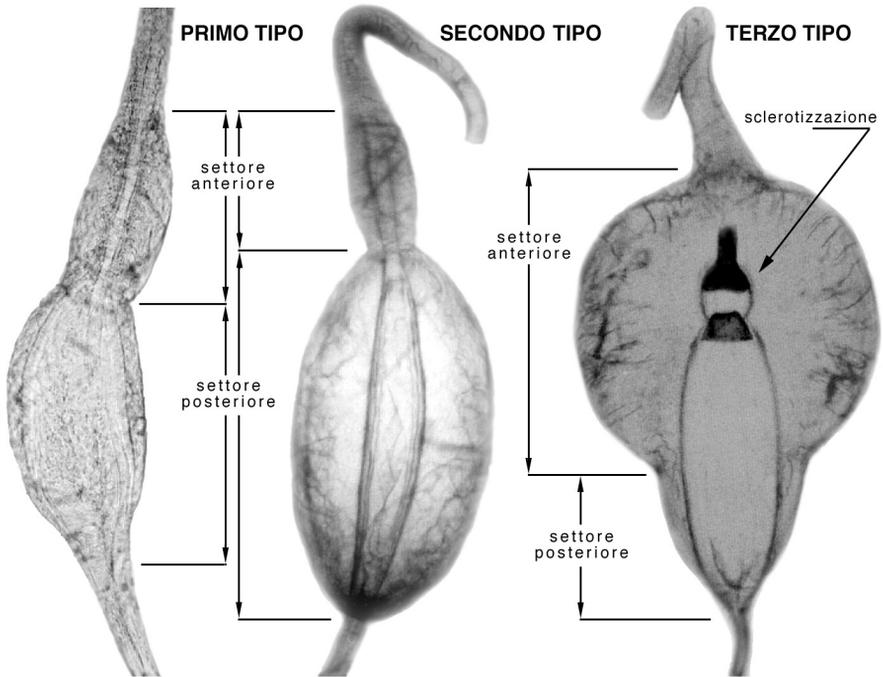
Le specie portatrici dell'ampolla e del relativo tipo anatomico sono elencate nella tab. I. Dalla medesima tabella si rileva l'assenza dell'ampolla sia nella subf.

Tab. I - Elenco delle specie esaminate, con indicazione della presenza/assenza dell'ampolla eiaculatrice nei rispettivi maschi. È indicato anche il tipo anatomico di ampolla eiaculatrice.

TAXA ESAMINATI	presenza/assenza dell'ampolla eiaculatrice	tipo anatomico dell'ampolla eiaculatrice
subf. Notoxinae		
<i>Notoxus cavifrons</i> append.	assente	
<i>Notoxus brachycerus</i>	assente	
<i>Notoxus lonai</i>	assente	
subf. Anthicinae		
tribù Endomiini		
<i>Endomia tenuicollis</i>	presente	terzo
<i>Endomia unifasciata</i>	presente	terzo
tribù Anthicini		
<i>Anthicus bifasciatus</i>	presente	primo
<i>Anthicus laeviceps</i>	presente	terzo
<i>Anthicus fenestratus</i>	presente	terzo
<i>Anthicus antherinus</i>	presente	terzo
<i>Anthicus invreai</i>	presente	terzo
<i>Anthicus niger</i>	presente	primo
<i>Hirticomus quadriguttatus</i>	presente	terzo
<i>Hirticomus hispidus</i>	presente	terzo
<i>Omonadus floralis</i>	presente	primo
<i>Omonadus formicarius</i>	presente	primo
<i>Cordicomus instabilis</i>	presente	secondo
<i>Cyclodinus minutus</i>	presente	secondo
<i>Cyclodinus coniceps</i>	presente	secondo
<i>Stricticomus transversalis</i>	presente	terzo
<i>Leptaleus rodriguezi</i>	presente	terzo
tribù Formicomini		
<i>Formicomus pedestris</i>	presente	secondo
tribù Microhoriini		
<i>Clavicomus paganettii</i>	assente	
<i>Microhoria raveli</i>	assente	



Tav. 2 - Apparato genitale maschile in specie della subf. Anthicinae dotate di ampolla eiaculatrice.



Tav. 3 - Tipi anatomici di ampolla eiaculatrice nella subf. Anthicinae, con indicazione delle caratteristiche differenziali. Il settore anteriore e il settore posteriore differiscono fra loro più o meno nettamente per lo spessore della tonaca muscolare. Inoltre, le ampolle del terzo tipo sono ulteriormente contraddistinte dalla presenza di una netta sclerotizzazione dell'intima cuticolare.

Notoxinae sia nella tribù Microhorini. Infatti, nelle specie appartenenti a questi taxa il dotto eiaculatore manifesta solo un lieve slargamento (cfr. tavv. 8 e 9).

TIPI DI AMPOLLA EIACULATRICE

Caratteristica generale dell'ampolla eiaculatrice è la sua suddivisione in due settori anatomici (*anteriore* e *posteriore*: tav. 3), che tra loro differiscono nettamente per lo spessore della tonaca muscolare.

L'individuazione del tipo anatomico dell'ampolla si basa su due caratteri (cfr. tab II): (a) differenza di spessore nella tonaca muscolare fra i due settori, (b) presenza/assenza di una sclerotizzazione dell'intima cuticolare a livello del settore anteriore.

Tab. II - Caratteristiche differenziali dei tre tipi fondamentali di ampolla eiaculatrice osservati nella subf. Anthicinae.

CARATTERE TIPO DI AMPOLLA	spessore della tonaca muscolare	presenza/assenza di sclerotizzazione
PRIMO TIPO	poco differente fra i due settori	assente
SECONDO TIPO	maggiore nel settore posteriore	assente
TERZO TIPO	maggiore nel settore anteriore	presente

Un ulteriore parametro di variabilità dell'ampolla si rileva nell'ambito delle ampolle del terzo tipo e riguarda il disegno formato dalla sclerotizzazione del settore anteriore (cfr. tav. 4).

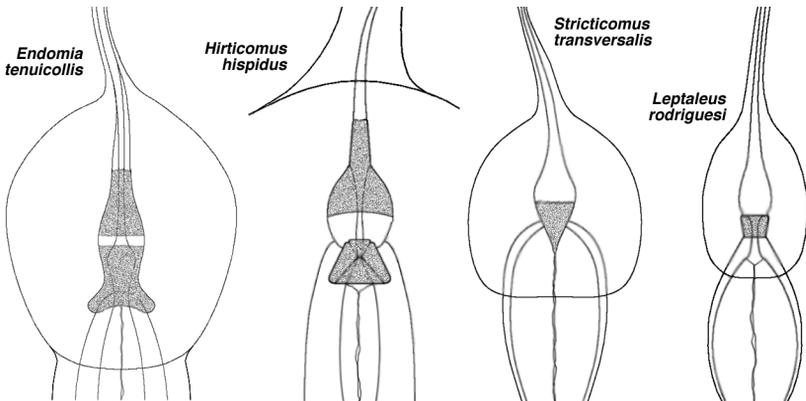
IPERTROFIA DELL'AMPOLLA EICULATRICE

Le ampolle eiaculatrici del secondo e del terzo tipo sono organi piuttosto voluminosi, che occupano buona parte della cavità viscerale (tav. 5); in più, esse manifestano la tendenza ad aumentare la propria massa muscolare nel corso della vita immaginale dei singoli individui, fino a diventare ipertrofiche nei maschi sessualmente maturi.

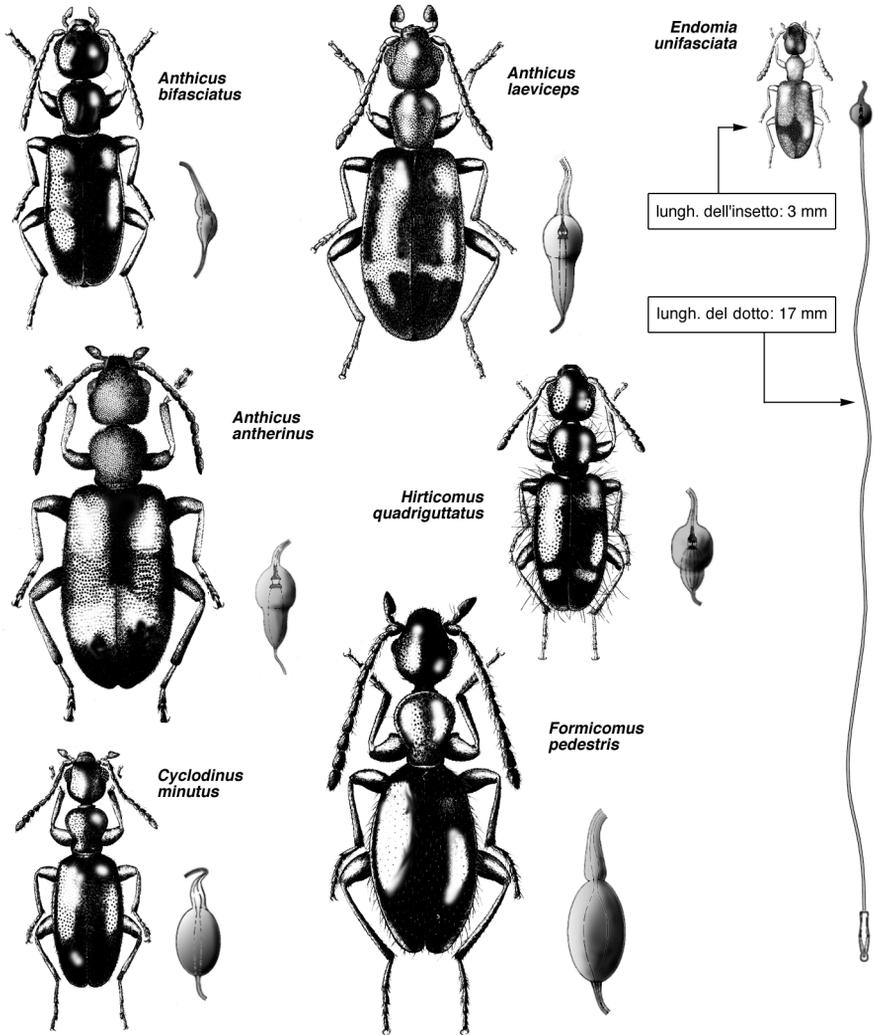
Come si vede in tav. 6, l'ipertrofia dell'ampolla riguarda il settore posteriore, nelle ampolle del secondo tipo, oppure il settore anteriore, nelle ampolle del terzo tipo.

LUNGHEZZA DEL DOTTO EICULATORE

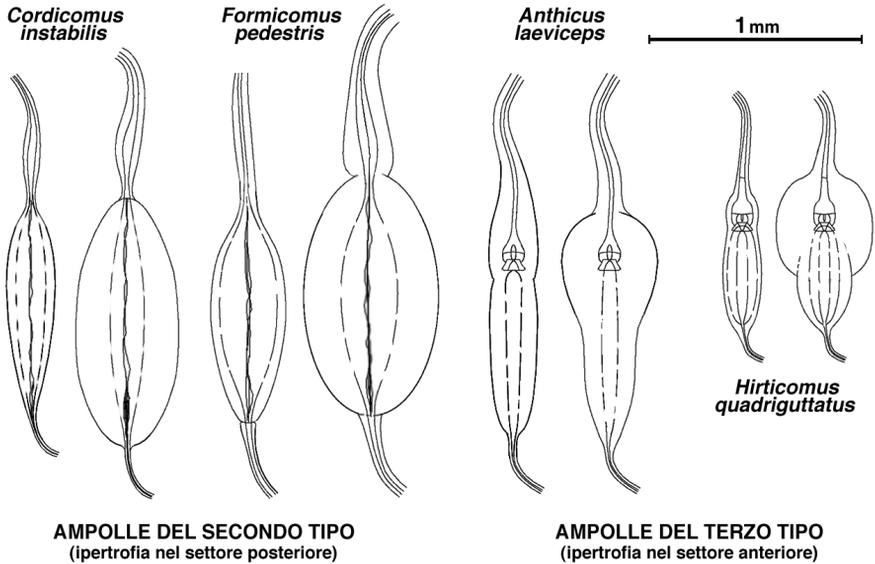
Questo parametro quantitativo si riferisce al tratto del dotto compreso fra l'ampolla e l'endofallo. Questa lunghezza è particolarmente ingente in



Tav. 4 - Esempi del disegno formato dalla sclerotizzazione dell'intima cuticolare del settore anteriore nelle ampolle eiaculatrici del terzo tipo.



Tav. 5 - Tavola dimostrativa della grandezza dell'ampolla eiaculatrice rispetto al corpo dell'insetto in alcuni Antici. Per *Endomia unifasciata* è evidenziata anche la lunghezza del dotto eiaculatore, che è pari a circa 6 volte quella del corpo dell'insetto. L'*habitus* delle specie comprese nella tavola è ridisegnato da BUCCIARELLI (1980).



Tav. 6 - Dimostrazione dell'ipertrafia nelle ampolle del secondo e del terzo tipo, dove la massa muscolare (del settore posteriore oppure del settore anteriore) aumenta in rapporto alla maturità sessuale.

Anthicus laeviceps (= 28 mm); ma anche altre specie esibiscono misure ragguardevoli (cfr. tav. 7). In senso relativo, la specie emergente è *Endomia unifasciata*, dove il dotto eiaculatore ha una lunghezza pari a quasi 6 volte quella del corpo dell'insetto (tav. 5).

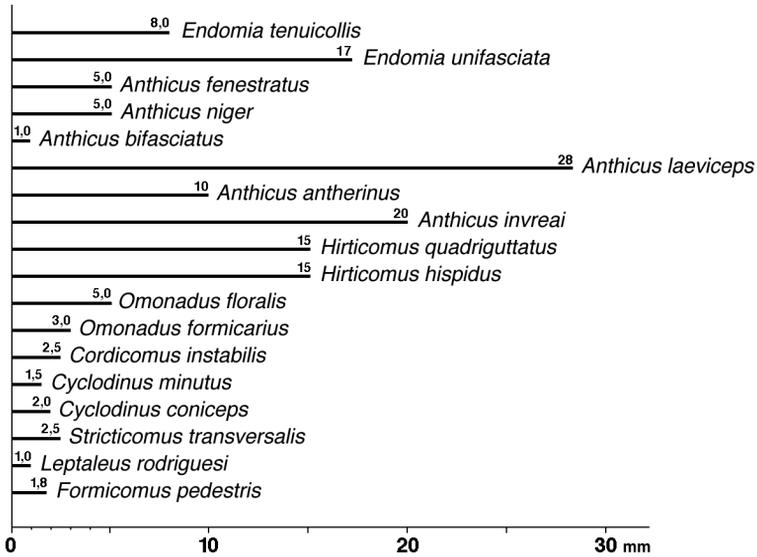
PARTICOLARITÀ NELLE GHIANDOLE ACCESSORIE

In generale, il corredo delle ghiandole accessorie maschili comprende da 2 a 4 coppie di organi globosi o tubuliformi di modeste dimensioni (cfr. tavv. 1 e 2). Due particolarità in questo aspetto anatomico si osservano:

- nei *Notoxus*, dove è notevole la lunghezza delle ghiandole di una delle tre coppie (tav. 8);
- nei Microhoriini, dove è presente una cospicua ghiandola impari (tav. 9).

PARTICOLARITÀ NELLE VESCICOLE SEMINALI

Come *Anthicus bifasciatus*, tutte le altre specie posseggono una coppia di vescicole seminali tipiche, cioè consistenti in uno slargamento più o meno pronunciato dei singoli deferenti.



Tav. 7 - Quadro della variabilità in lunghezza del dotto eiaculatore nelle specie dotate di ampolla eiaculatrice.

Una particolarità, che si osserva in *Cordicomus instabilis* e *Formicomus pedestris* consiste nel possesso di una coppia di *vescicole seminali supplementari*.

Si tratta di organi sacciformi, che hanno l'apparenza di ghiandole accessorie (cfr. tav. 2); in realtà, esaminate nei maschi sessualmente maturi, essi mostrano di contenere non semplice secreto, ma una massa compatta di spermatozoi.

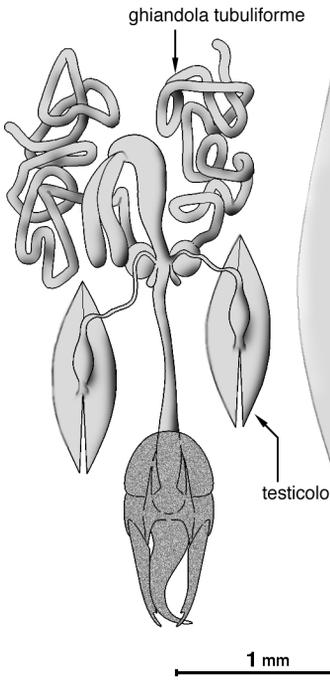
TIPI DI SPERMATECA

La variabilità interspecifica della spermateca riguarda soprattutto i seguenti caratteri:

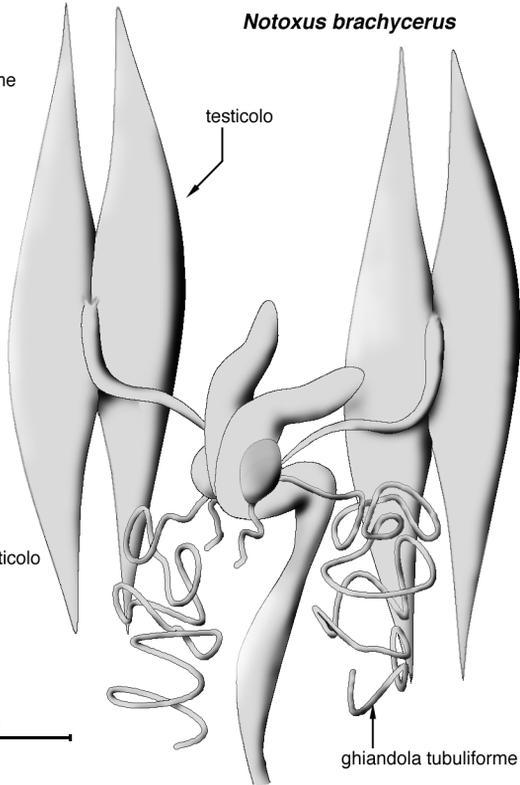
- (a) presenza/assenza della ghiandola spermatecale,
- (b) lunghezza del dotto,
- (c) forma del ricettacolo,
- (d) presenza/assenza di tratti del dotto ravvolti a elica,
- (e) posizione della ghiandola.

In particolare, i caratteri (a) e (b) individuano due tipi fondamentali di spermateca (cfr. tab. III):

Notoxus cavifrons



Notoxus brachycerus



Tav. 8 - Apparato genitale maschile in due specie di *Notoxus* (subf. Notoxinae), nelle quali si registra l'assenza dell'ampolla eiaculatrice.

- il *primo tipo* (tavv. 10-11) è il più diffuso fra le specie esaminate; si trova in *Anthicus bifasciatus* (fig. 1.B) e in tutte le altre specie con esclusione dei Microhoriini; si caratterizza per la presenza di una ghiandola di tipo acinoso, per la notevole lunghezza del dotto e per la consistenza membranacea delle pareti del ricettacolo;

- il *secondo tipo* (tav. 12) si osserva in *Microhoria raveli* e in *Clavicomus paganettii* (tribù Microhoriini); consiste in un serbatoio non rigonfiabile, con epitelio alto e con dotto di modesta lunghezza, privo della ghiandola.

VARIABILITÀ INTRASPECIFICA NEL VOLUME DEL RICETTACOLO

Nelle osservazioni preliminari su *Anthicus bifasciatus*, la prerogativa del ricettacolo di questa specie, di rigonfiarsi durante il riempimento, era intuibile

Tab. III - Caratteristiche differenziali dei due tipi fondamentali di spermateca riscontrati nelle specie esaminate.

CARATTERE TIPO DI SPERMATECA	presenza/assenza della ghiandola	lunghezza del dotto
PRIMO TIPO	presente	modesta
SECONDO TIPO	assente	ingente

guardando alla consistenza membranacea delle pareti dell'organo.

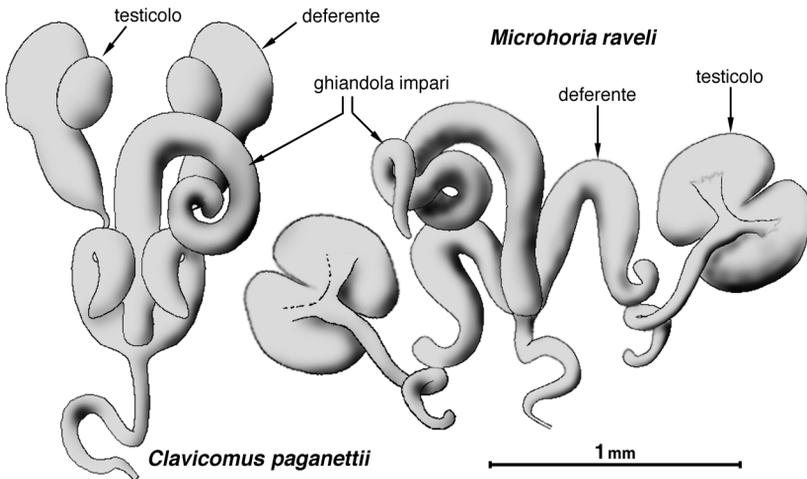
Una successiva analisi del fenomeno è stata eseguita esaminando numerose femmine raccolte lo stesso giorno, nella stessa località. I risultati (cfr. tav. 13) mostrano una notevole variabilità in volume, che sussiste sia confrontando le femmine

vergini con le femmine inseminate, sia confrontando fra loro le femmine inseminate.

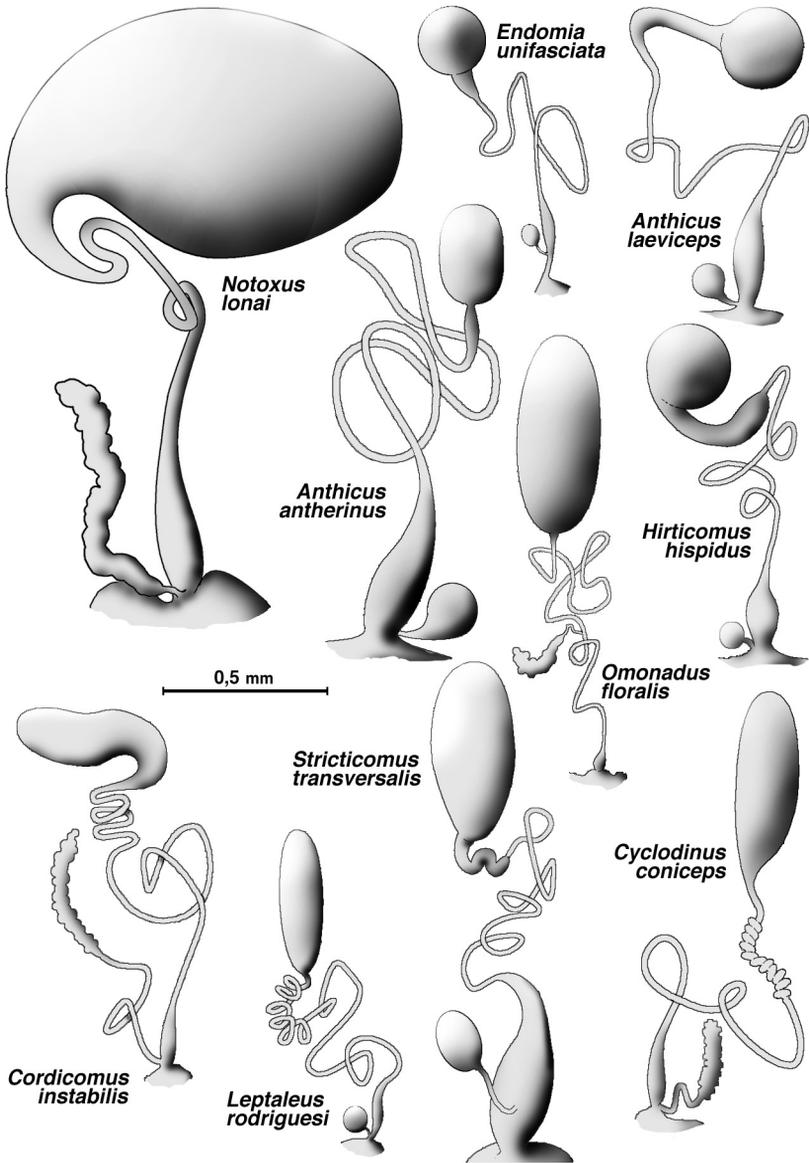
Cospicue differenze fra femmine vergini e femmine inseminate sono state rilevate anche in altre specie dotate di spermateca del primo tipo (cfr. tav. 14). Le basi strutturali della capacità del ricettacolo di rigonfiarsi risiedono nella condizione iniziale, fortemente pieghettata dell'intima cuticolare del ricettacolo (cfr. tav. 15).

LOCALIZZAZIONE DELLO SPERMA NELLE SPECIE CON RICETTACOLO RIGONFIABILE

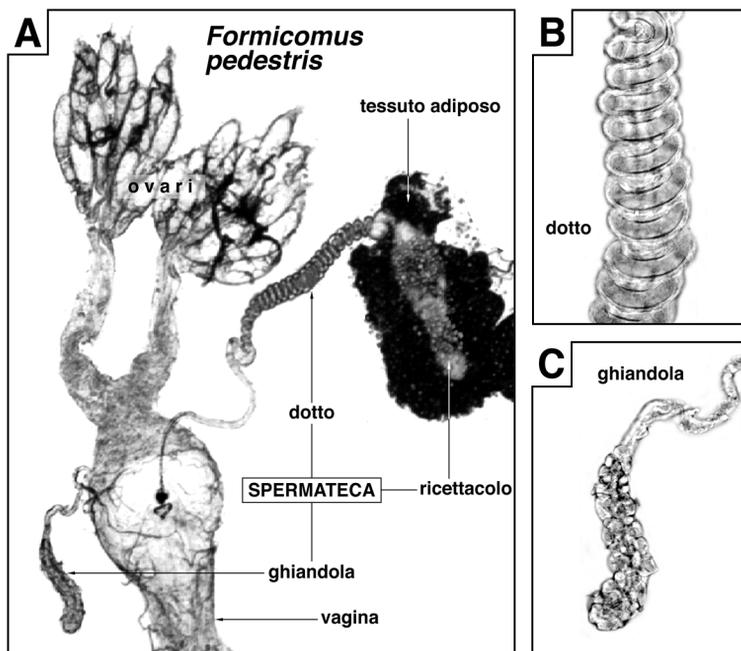
Nelle specie dotate di spermateca del primo tipo, le femmine inseminate conservano lo sperma esclusivamente all'interno del ricettacolo. Lo sperma



Tav. 9 - Apparato genitale maschile in due specie della tribù Microhoriini, nelle quali si registra l'assenza dell'ampolla eiaculatrice.



Tav. 10 - Variabilità anatomica della spermatea del primo tipo.



Tav. 11 - *Formicomus pedestris* (Rossi) - Apparato genitale femminile e dettagli della spermateca.

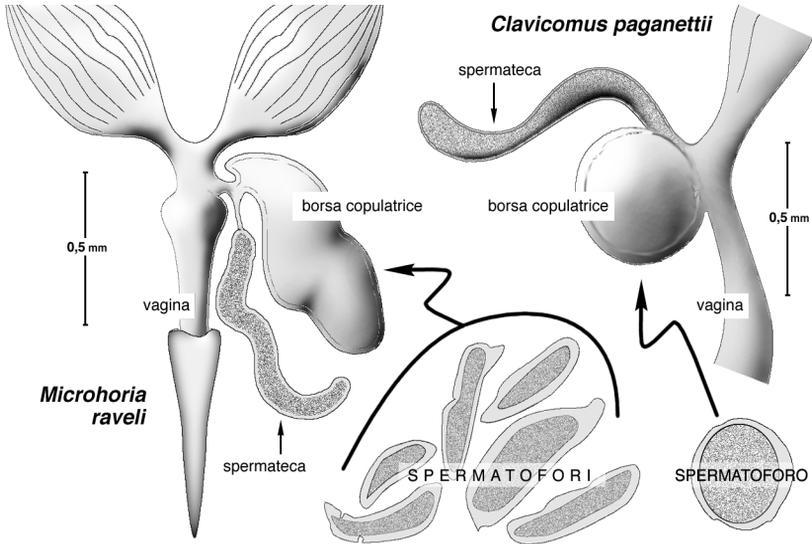
consiste in una massa compatta di spermatozoi privi della tipica motilità, mescolati con un secreto, verosimilmente derivante dalla ghiandole accessorie maschili.

La quantità di questo secreto è risultata molto abbondante nelle Notoxinae, dove lo sperma ha una consistenza gelatinosa.

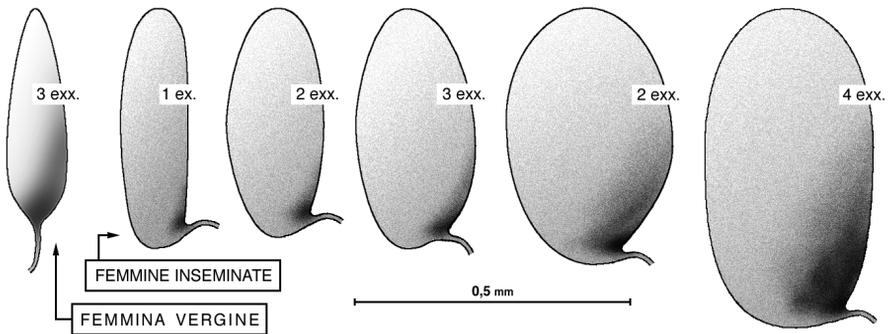
FABBRICAZIONE DI SPERMATOFORI NEI MICROHORIINI

L'apparato genitale femminile dei Microhoriini possiede due organi caratteristici: (1) una spermateca del secondo tipo, (2) un diverticolo vaginale specializzato per la conservazione temporanea dello sperma (= *borsa copulatrice*; cfr. tav. 12), dove vengono fabbricati uno o più spermatofori.

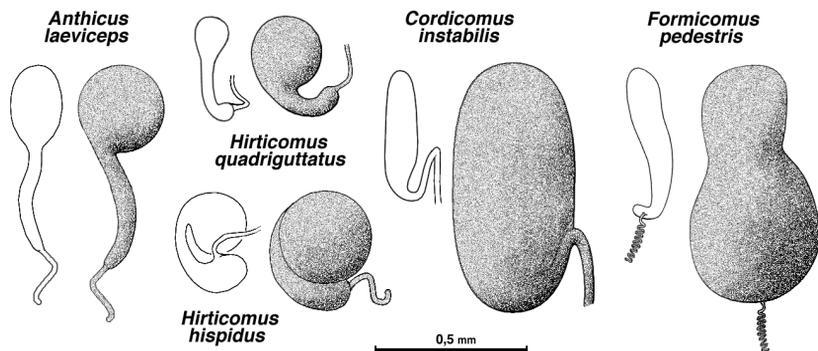
Esaminando numerose femmine di *Microhoria raveli*, ho contato da 1 a 6 spermatofori (integri o già parzialmente dissolti) per ciascun individuo, mentre nelle femmine di *Clavicomus paganettii* ho sempre trovato un singolo spermatoforo.



Tav. 12 - Apparato genitale in due specie della subf. Microhoriini, dotate di spermateche del secondo tipo. In entrambe, la vagina presenta un diverticolo (= *borsa copulatrice*) adibito a contenere da 1 fino a 6 spermatofori.



Tav. 13 - *Anthicus bifasciatus* (Rossi) - Dimostrazione della variabilità intraspecifica del volume del ricettacolo della spermateca. E' stato analizzato un campione di 15 femmine (3 vergini e 12 inseminate) provenienti da una singola raccolta.

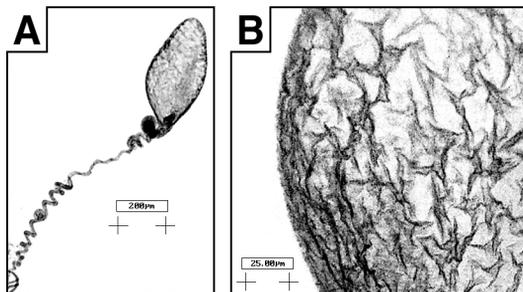


Tav. 14 - Dimostrazione della differenza in volume del ricettacolo della spermateca tra femmine vergini e femmine inseminate in cinque specie dotate di spermateca del primo tipo.

DISCUSSIONE

FORME DI TRASFERIMENTO DELLO SPERMA

Come si apprende dalle opere citate in bibliografia, il trasferimento degli spermatozoi dal maschio alla femmina può avvenire, negli Insetti in generale, sia con l'uso di sperma libero sia attraverso la fabbricazione di spermatofori. A questo riguardo, DAVEY (1960) sottolinea che queste due modalità sono distribuite senza ordine apparente nella scala sistematica degli Insetti.



Tav. 15 - *Formicomus pedestris* (Rossi). Ricettacolo della spermateca in una femmina vergine, ripreso con il microscopio a scansione-laser. Si osserva la condizione fortemente pieghettata dell'intima cuticolare, che è destinata a distendersi durante il riempimento del ricettacolo.

Nei Coleotteri in particolare, il dualismo era già noto anche all'interno di alcune famiglie e generi, come già mostravano alcuni esempi in letteratura (cfr. FIORI, 1961; DE MARZO, 1994) e come ora risulta evidente anche per gli Anticidi.

Infatti, in questa famiglia si trovano sia i Microhoriini, che fabbricano spermatofori, sia numerose specie che usano sperma libero.

INGRESSO DEGLI SPERMATOZOI NEL RICETTACOLO

Questa seconda fase del processo di inseminazione si svolge negli Insetti in generale (cfr. le opere citate in bibliografia) attraverso una varietà di meccanismi, che possono agire da soli o in combinazione e che possono essere diversi anche all'interno di gruppi sistematici di piccole dimensioni. In sintesi, questi meccanismi sono: (A) azione muscolare coordinata delle vie genitali, (B) iniezione diretta di sperma nel ricettacolo della spermateca ad opera del maschio, (C) migrazione attiva degli spermatozoi, (D) trasporto degli spermatozoi attraverso l'emolinfa nei casi di inseminazione traumatica. Negli Anticidi si riconoscono i primi due meccanismi.

Nei Microhoriini, che fabbricano spermatofori, l'ingresso dello sperma nel ricettacolo avviene probabilmente qualche tempo dopo la copula, dopo che si è verificata la rottura degli spermatofori, e probabilmente grazie al meccanismo (A). Nelle altre specie (subf. Notoxinae e tribù Endomiini, Anthicini e Formicomini), il meccanismo più probabile è il (B), che prevede il riempimento del ricettacolo mentre la copula è in atto.

EVOLUZIONE DELL'APPARATO MASCHILE

In rapporto all'adozione del meccanismo (B), il dotto eiaculatore tende a realizzare una potente ampolla eiaculatrice. A livello ontogenetico, questa tendenza si esprime, in alcune specie, con l'acquisizione della condizione ipertrofica dell'ampolla eiaculatrice nei maschi sessualmente maturi.

La seconda tendenza del dotto eiaculatore, di aumentare in lunghezza, è difficile da spiegare in termini di vantaggio funzionale, perché sembra risolversi in un ostacolo al trasferimento dello sperma. Probabilmente, il potenziale svantaggio di questa modificazione è compensato dalla sovrabbondante potenza dei tipi più perfezionati di ampolla eiaculatrice.

Le ghiandole accessorie tendono a ridursi di dimensioni, in rapporto alla minor esigenza quantitativa della frazione gelatinosa dello sperma, e tendono a produrre un secreto di consistenza fluida, che offre minor resistenza all'attraversamento del sottile dotto della spermateca.

EVOLUZIONE DELL'APPARATO FEMMINILE

La vagina perde la borsa copulatrice in rapporto all'abbandono del costume riproduttivo di fabbricare spermatofori.

Allo stesso modo di quanto si constata per il dotto eiaculatore, la spermateca tende ad acquisire un dotto molto lungo ed esile, talvolta in parte avvolto a elica.

Il ricettacolo acquista la capacità di rigonfiarsi, grazie alla condizione iniziale pieghettata delle sue pareti. Forse, in alcune specie, il tegumento del ricettacolo ha raggiunto la capacità di proliferare durante il periodo riproduttivo, per aumentare lo spazio disponibile per lo sperma.

CONCLUSIONI

Gli Anticidi offrono un ulteriore esempio dell'esistenza nei Coleotteri di differenti modalità di inseminazione anche all'interno di singole famiglie. Come negli Stafilinidi del genere *Aleochara* (cfr. DE MARZO, l.c.), le differenti strategie riproduttive sono basate su ingenti modificazioni anatomiche. Queste riguardano, nel maschio, il dotto eiaculatore e, nella femmina, il ricettacolo della spermateca.

Gli aspetti anatomo-funzionali che restano da perfezionare, dopo questo primo studio complessivo, sono:

- il funzionamento dell'ampolla eiaculatrice, per trovare il significato alla comparsa della sclerotizzazione nelle ampolle del terzo tipo;
- la funzione delle vescicole seminali supplementari di *Cordicomus* e *Formicomus*.

RIASSUNTO

Viene studiata la variabilità anatomica dei genitali interni maschili e femminili in 23 specie di Anticidi.

Nel maschio si individuano due tendenze evolutive: (a) potenziamento dell'ampolla eiaculatrice, (b) allungamento del dotto eiaculatore. Nella femmina, si individua la tendenza al possesso di un ricettacolo spermatecale capace di rigonfiarsi durante il riempimento.

I dati anatomici, coordinati con osservazioni su consistenza e localizzazione dello sperma, indicano due modalità di inseminazione: (I) uso di sperma libero, direttamente pompato dal maschio all'interno del ricettacolo della spermateca; (II) fabbricazione di spermatofori all'interno della borsa copulatrice e trasferimento dilazionato dello sperma nel ricettacolo per azione muscolare delle vie genitali femminili.

Parole chiave: Coleoptera, Anthicidae, genitali interni, anatomia comparata, inseminazione.

BIBLIOGRAFIA

- ANGELINI F., P. AUDISIO, M. BOLOGNA, A. DE BIASE, M. E. FRANCISCOLO, G. NARDI, E. RATTI & M. F. ZAMPETTI, 1995 - Coleoptera Polyphaga XII. Heteromera, escl. Lagriidae, Alleculidae, Tenebrionidae. In: Checklist delle specie della Fauna italiana, Calderini ed., Bologna, 57: 30 pp.
- BUCCIARELLI I., 1980 - Fauna d'Italia. XVII: Coleoptera Anthicidae. Calderini Ed., Bologna, 240 pp.
- BURSELL E., 1970 - An introduction to Insect Physiology. Academic Press, 276 pp.
- CARAYON J., 1977 - L'insémination extragénitale traumatique. In: Grassé P. P., *Traité de Zoologie*, vol. 8, fasc. 5.A, pp. 351-390.
- DAVEY K. G., 1958 - The migration of spermatozoa in the female of *Rhodnius prolixus* Stal. *J. Exp. Biol.*, 35: 694-701.
- DAVEY K. G., 1960 - The evolution of spermatophores in Insects. *Proc. R. ent. Soc. London* (A), 35: 107-113. fotocopiato
- DAVEY K. G., 1965 - Reproduction in the Insects. Olivier & Boyd edd., 96 pp.
- DAVEY K. G., 1985 - The female reproductive tract. In: *Comprehensive Insect physiology, biochemistry and pharmacology*, Kerkut & Gilbert edd., Pergamon Press, 1: 15-36.
- DAVIS N. T., 1964 - Studies of the reproductive physiology of the cimicidae (Hemiptera). I. Fecundation and egg maturation. *J. Insect Physiol.*, 10: 947-963.
- DE MARZO L., 1994 - Dettagli strutturali dell'armatura genitale maschile in *Aleochara tristis* Grav. (Coleoptera Staphylinidae). *Mem. Soc. entom. ital.*, 72: 233-243 (1993).
- DE WILDE J., 1964 - Reproduction. In: "The Physiology of Insecta" Academic Press, vol. I, pp. 10-58.
- ENGELMANN F., 1970 - The Physiology of Insect reproduction. Pergamon Press, 307 pp.
- FIORI G., 1961 - Gli spermatofori negli Artropodi e la loro evoluzione per quanto concerne gli Insetti - *Atti Acc. naz. ital. Entomol.*, Bologna, 9: 31-54.
- GRANDI G., 1951 - Introduzione allo studio dell'Entomologia - Ed. Agricole, Bologna, I: 1-950.
- GRASSÉ P. P., 1977 - L'accouplement et l'insémination. In "Traité de Zoologie", vol. 8, fasc. 5.A, pp. 331-349.
- HARBACH R. E. & K. L. KNIGHT, 1980 - Voce "Spermatheca". In: *Taxonomists' glossary of mosquito anatomy*, Plexus Publ. Inc., Marlton, 415 pp.
- HINTON H. E., 1964 - Sperm transfer in insects and the evolution of haemocoelic insemination. In: "Insect reproduction", Symp. R. ent. Soc. London, 2: 95-107.
- HINTON N., 1945 - A monograph of the beetles associated with stored products. British Museum Publ., vol. 7, 443 pp.
- SNODGRASS R. E., 1956 - Anatomy of the honey bee. Comstock Publ. Ass., 334 pp.
- WEBER H., 1933 - Lehrbuch der Entomologie. Fischer ed., Stuttgart, 726 pp.
- WIGGLESWORTH V. B., 1972 - The principles of Insect Physiology. Chapman & Hall, London, 827 pp.