

F. INTOPPA, M. G. PIAZZA, G. BOLCHI SERINI, A. CARINI

**Discriminazione mediante le appendici genitali maschili dei sottogeneri
di *Bombus* Latreille s. l. e *Psithyrus* Lepeletier s. l. presenti in Italia
(Hymenoptera Apidae Bombinae)**

Riassunto - Lo studio è stato volto all'esame e alla discussione della struttura e della variabilità delle appendici genitali maschili esterne della sottofamiglia Bombinae. Ne è conseguita la redazione di una tabella in cui la nomenclatura pre-scelta per indicarne le diverse parti è posta a confronto con quella impiegata da precedenti Autori. In base alla morfologia di tali appendici è stata poi stilata una chiave dicotomica per discriminare i sottogeneri di *Psithyrus* Lepeletier s. l. e di *Bombus* Latreille s. l. presenti in Italia, corredata da fotografie al SEM relative a ciascun sottogenere.

Abstract - *Discrimination through the male genitalia of the subgenera of Bombus Latreille s. l. and Psithyrus Lepeletier s. l. living in Italy (Hymenoptera Apidae Bombinae).*

The study examined and discussed the morphology and variability of male genitalia in the Bombinae subfamily, with a comparison of the nomenclature used by former Authors. The characteristics of the considered apparatus have been used to draw up a dichotomic key of the subgenera of *Psithyrus* Lepeletier s.l. and *Bombus* Latreille s.l. which can be found in Italy, accompanied by SEM-photos of each subgenus.

Key words: male genitalia, *Bombus*, *Psithyrus*, Italy.

INTRODUZIONE

Il problema della discriminazione dei diversi sottogeneri dei Bombinae è stato di recente affrontato dagli Autori di questa stessa nota (Intoppa *et al.*, 1997) redigendo una chiave di classificazione applicabile alle femmine e basata su caratteri morfologici del capo, considerati attraverso un'approfondita e rinnovata valutazione diagnostica. Poiché gli stessi parametri non risultano adatti all'identificazione dei maschi, nei quali sono, invece, le appendici genitali ad esibire elementi morfologici utili allo scopo, appunto queste strutture vengono qui riesaminate per evidenziarne gli aspetti

più caratterizzanti e più facilmente individuabili per la determinazione di sottogeneri e specie.

Se, come sembra, fu Shuckard (1840), in una monografia sui Dorylidae, uno dei primi entomologi ad applicare l'uso della forma delle appendici genitali per la classificazione, per quanto riguarda i Bombinae, il primo studioso a descriverne quelle esterne maschili riconoscendovi i caratteri diagnostici più costanti nell'ambito di gruppi di specie fu certamente Schenk (1859). In seguito, verso la fine dell'Ottocento, l'impiego di tali strutture si diffuse stabilmente, come testimoniano gli scritti di alcuni dei più rappresentativi Autori di quel periodo, quali Morawitz (1881), Schmiedeknecht (1882-84), Radoszkowski (1884). A quest'ultimo, anzi – se si eccettuano alcuni contributi parziali precedenti (Thomson, 1872) – si fa risalire il più concreto tentativo di formare gruppi di specie, fino a quel momento riunite considerando la sola colorazione, sulla base dei genitali maschili e di aver così fornito gli elementi per la successiva costituzione dei sottogeneri. Un altro importante contributo fu quello di Krüger (1917) che stabilì le sezioni *Anodontobombus* e *Odontobombus* utilizzando, oltre che particolarità delle zampe, anche la conformazione dei genitali. Allo stesso autore (Krüger, 1920) è attribuibile la prima compilazione di chiavi dicotomiche delle specie nelle quali l'uso dei caratteri delle appendici genitali maschili è estensivo e generalizzato.

MORFOLOGIA E NOMENCLATURA DELLE APPENDICI GENITALI MASCHILI DEI BOMBINAE

Le appendici genitali maschili dei Bombinae sono costituite da pezzi fortemente sclerificati, la cui sagoma (fig. 1) – pur su uno schema comune peraltro anche ad altri Imenotteri (Tuxen, 1970) – è tipica per ciascuna specie o gruppo di specie.

La parte basale è formata da uno sclerite ad anello (*gonobase*), lucido e privo di peli, attraverso il quale fuoriesce il pene membranoso, prosecuzione del canale eiaculatorio, e a propria volta sorretto da tre scleriti e cioè uno medio-dorsale, la *spata*, e un paio laterali, le *valve del pene*.

La spata è una sottile struttura appiattita a forma di scudo – da stretta a relativamente larga, ma sempre più lunga che larga – la cui parte distale si restringe e si incurva ventralmente, mentre la prossimale termina con profilo arrotondato o angolato. Le valve del pene sono formazioni subcilindriche, più o meno ingrossate alla base e diritte o ricurve, di lunghezza varia, il cui apice si piega ventralmente e risulta variamente conformato.

Sull'anello basale sono articolati i *gonocoxiti*, scleriti allungati, interi, più o meno fortemente convessi, il cui profilo, in posizione basale mediana, può estroflettersi nei *processi parapeniali*, mentre l'intero articolo è percorso da una *carena longitudinale*. Sul margine distale del gonocoxite, dorsalmente, è connesso il *gonostilo*, mentre sulla faccia ventrale è inserita la *volsella*. Questa formazione – originariamente costituita in altri Imenotteri da due pezzi opponibili a mo' di pinza, e cioè il *digitus* all'interno e la *cuspis* lateralmente – è regredita o variamente modificata negli Apoidei. Nel caso

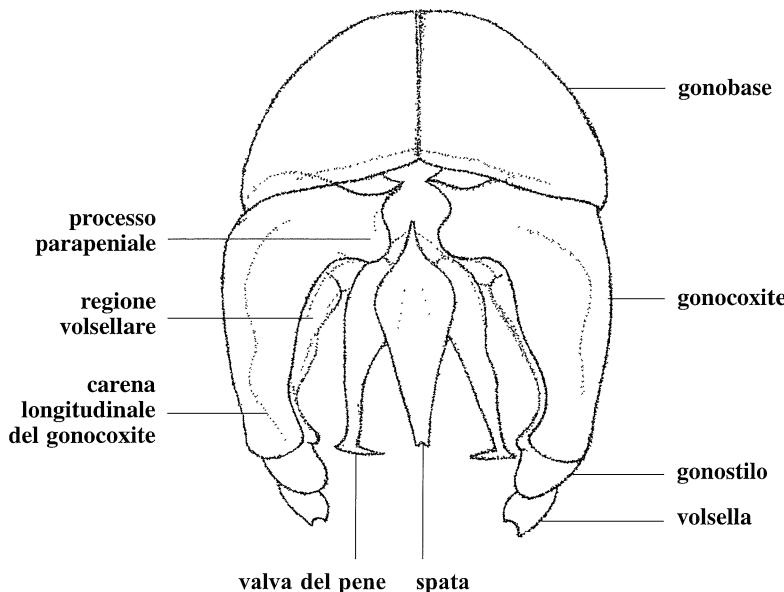


Fig. 1 - Schema dei principali elementi morfologici delle appendici genitali di *Bombus lapidarius* Linné in visione dorsale.

dei Bombinae viene generalmente indicata come volsella soltanto la parte distale della cuspis, che rimane l'elemento più riconoscibile dell'intera struttura.

La complessità morfologica dell'apparato e le difficoltà a seguirne l'evoluzione embrionale e a omologare i pezzi nei vari gruppi di Imenotteri hanno dato origine ad una certa confusione nella nomenclatura impiegata dagli Autori, che, come già evidenziato altrimenti (Kopelke, 1982; Bolchi Serini, 1988), hanno spesso adottato terminologie di uso proprio per indicarne le diverse parti.

Un punto controverso, che riguarda in particolare i Bombinae, è quello dell'identità della volsella, diversamente interpretata dagli Autori che si sono occupati dell'ontogenesi dei vari scleriti. Zander (1910), ad esempio, ritiene di origine volsellare una piccola scaglia ("Schuppe") presente sulla superficie ventrale interna del gonocoxite, senza tuttavia descrivere la parte ventrale-distale dei gonocoxiti stessi. Snodgrass (1941) ritiene che tale parte ignorata da Zander sia derivata dal lobo ventrale del gonostilo, con il quale è connessa per un tratto della sua lunghezza mediante una membrana. In ogni caso egli adotta una nomenclatura (*parameri* e *lobi paramerali*) che risulta "non impegnativa" dal punto di vista ontogenetico. Più tardi Smith (1970) conclude, sulla base della similarità della loro posizione, che nei Bombinae la "Schuppe" di Zander deriva dal digitus della volsella ancestrale, mentre la più ampia struttura ventrale, allungata e aderente al gonostilo, ne rappresenta la cuspis.

Tab. 1 - Nomenclatura adottata nella chiave dicotomica della presente nota e confronto con termini impiegati da altri Autori.

Nomenclatura adottata	gonocoxite	gonostilo	volsella	valva del pene
Autori (1)	stipite	squama	lacinia	sagitta
Autori (2)	stipite	squama	volsella	sagitta
Autori (3)	gonocoxite	gonostilo	volsella	valva del pene
Snodgrass, 1941	lamina paramerale o basiparamero	lamella dorsale del paramero	lamella ventrale del paramero	sagitta
Michener, 1944	gonocoxite	gonostilo	volsella	valva del pene
Smith, 1970	gonocoxite	gonostilo	cuspis	rachide distale
Milliron, 1971	“clasper” esterno	squama	volsella	sagitta
Kopelke, 1982	basiparamero	parte prossimale del paramero	parte distale del paramero	valva del pene
Ito, 1985	gonocoxite	squama	gonostilo	valva del pene
Amiet, 1996	gonoxite	gonostilo	volsella	valva

(1) Schmiedeknecht 1882-84; Friese & Wagner, 1909; Quilis Pérez, 1927, 1931; Hedicke, 1930; Popov, 1931; Pittioni, 1937, 1939; Knechtel, 1955; Kruseman, 1945; May, 1959; Elfling, 1960; Richards, 1968

(2) Radoszkowski, 1884; Richards, 1927; Alford, 1975; Prys-Jones & Corbet, 1987

(3) Løken, 1973, 1984; Thorpe *et al.*, 1983; Williams, 1985; Rasmont & Adamski, 1995

Un’ampia panoramica relativa a questi lavori e a più recenti studi di sistematica evolutiva appare in Williams (1985, 1991), secondo il quale, in assenza di studi ontogenetici più dettagliati, “il peso dell’evidenza sostiene l’argomento che sia più probabile una derivazione volsellare del lobo ventrale in questione”.

Discussioni sulle caratteristiche e sulla variabilità delle strutture dei genitali maschili nei Bombinae sono state sostenute da diversi altri Autori, alcuni dei quali vanno particolarmente segnalati.

Kopelke (1982), osservando la giustapposizione dei genitali maschili e femminili di *Bombus lapidarius* L. durante la copula, estende la descrizione alla variabilità di alcuni caratteri di tali strutture relativamente a 17 specie. Tra i vari elementi, l’Autore ritiene di un certo interesse la presenza di peli piumosi e la loro posizione sugli scleriti. Si tratta, tuttavia, di elementi rivelatisi non utilizzabili per la discriminazione dei sottogeneri non essendo costanti nelle specie appartenenti a un medesimo gruppo.

Ito (1985) prende in esame 121 caratteri nell’ambito dei sottogeneri attribuendo a ciascuno di essi cinque livelli di stato e fornendo un ampio quadro della loro morfo-

logia. Tale complesso e pregevole approfondimento, peraltro, è più adatto a supportare un'indagine cladistica, piuttosto che la costruzione di una chiave dicotomica.

Rilevante un ulteriore lavoro di Williams (1994) che considera i vari caratteri sulla base della loro importanza funzionale.

Per quanto riguarda il nostro apporto, adottiamo la terminologia riportata nella tab. 1, ponendola a confronto con quella di altri Autori. Inoltre, constatato direttamente il valore diagnostico delle parti che compongono le appendici genitali maschili, riteniamo che per compilare una chiave esaurente e utile, possano tenersi in considerazione le sole porzioni distali dei vari pezzi, facilmente osservabili in visione dorsale, senza che sia necessaria l'estrazione dell'intero apparato. Tali elementi sono qui di seguito brevemente descritti.

Gonocoxite. Di questo sclerite è considerato l'apice distale, che può essere affusolato (fig. 2b), digitiforme (fig. 2a), subquadrato (fig. 2d) e in alcuni casi più o meno distintamente protuso verso l'interno (fig. 4).

Gonostilo. Il suo profilo distale può essere più o meno convesso (fig. 3c), o lievemente degradante verso l'interno, oppure nettamente triangolare con apice appuntito (fig. 2d) o arrotondato. Talvolta invece il gonostilo è di forma subtriangolare (fig. 3d) o assume forme molto particolari: allungato a "fagiolo" (fig. 3b) o revoluto a "orecchio" (fig. 2b). È spesso caratterizzato dalla presenza di una protrusione basale rivolta verso l'interno che può essere lunga e appuntita (fig. 4), oppure brevemente digitiforme (fig. 3c), dotata a volte di un folto ciuffo di setole.

Volsella. Essendo situata ventralmente al gonostilo, la voltsella può risultare da questo quasi completamente nascosta (fig. 3a), oppure è visibile solo il suo apice (fig. 3d), ma nella maggior parte dei casi essa sporge nettamente oltre il gonostilo con un profilo variamente conformato. L'apice ha una forma molto variabile: appuntito od ottuso e curvato verso l'interno (fig. 2a) oppure, mediante la presenza di un angolo subapicale, può essere troncato o troncato-incavato (fig. 3c). In alcuni casi la formazione di un dente mediano interno conferisce alla voltsella una forma più complessa, costituita da un processo più o meno allungato e biforcato (fig. 2b).

Gonostili e voltselle sono membranosi in *Psithyrus* e sclerificati in *Bombus*: nel primo caso il loro colore è distintamente più chiaro di quello dei gonocoxiti, normalmente bruno scuro.

Un caso particolare è rappresentato da gonostili e voltselle di *Thoracobombus* Dalla Torre la cui variabilità all'interno del sottogenere stesso è tale da consentire una discriminazione a livello di specie (fig. 4).

Valve del pene. Possono presentare o meno un dente mediano latero-ventrale più o meno sviluppato (fig. 5) e una porzione subapicale esterna denticolata (fig. 3c); più raramente è presente una spazzola interna di peli. L'apice può essere dritto o incur-

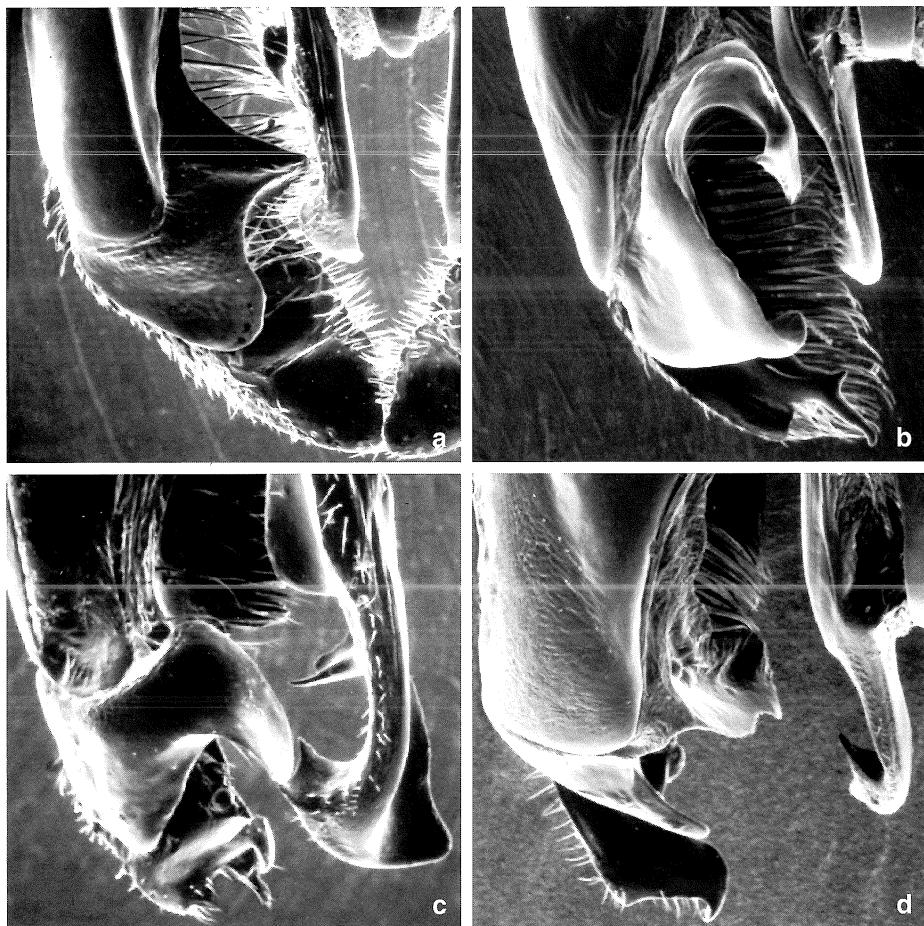


Fig. 2 - Elementi distali della metà sinistra dell'apparato genitale di *Psithyrus (Allopsithyrus) maxillosus* (Klug) (a), *Bombus (Megabombus) hortorum* (Linné) (b), *Bombus (Subterraneobombus) subterraneus* (Linné) (c), *Bombus (Rhodobombus) mesomelas* Gerstaecker (d).

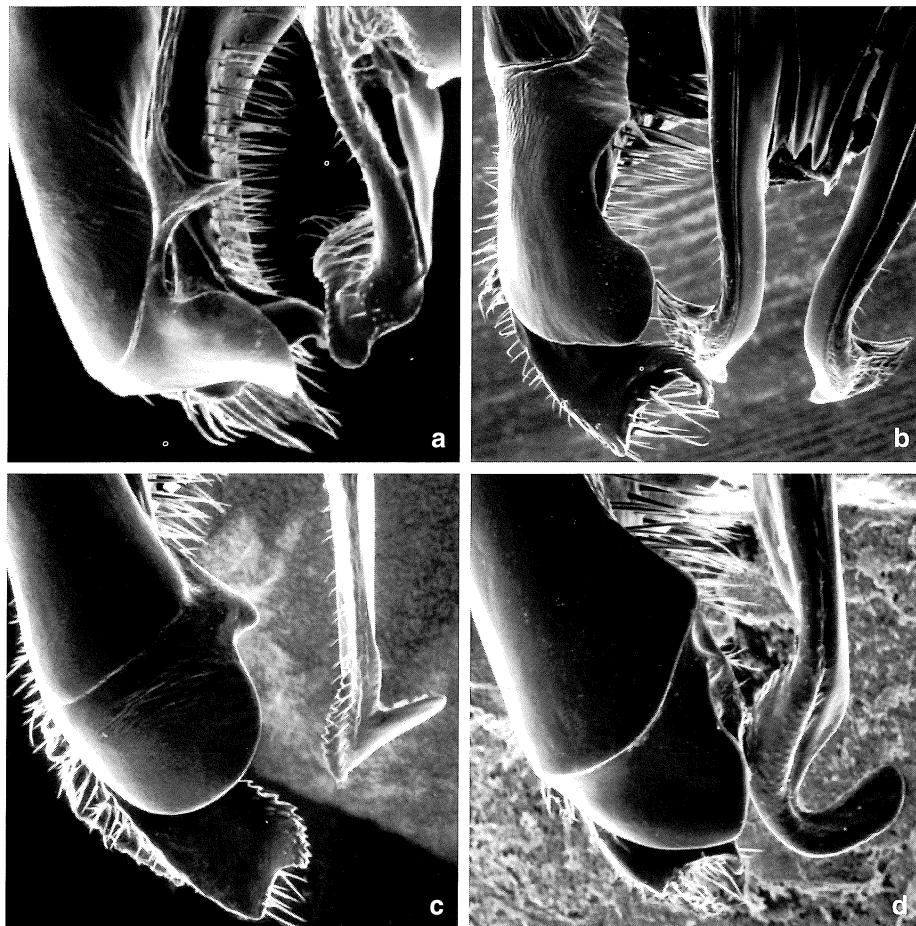


Fig. 3 - Elementi distali della metà sinistra dell'apparato genitale di *Bombus* s.str. *lucorum* (Linné) (a), *Bombus* (*Kallobombus*) *soroeensis* (Fabricius) (b), *Bombus* (*Melanobombus*) *lapi-
darius* (Linné) (c), *Bombus* (*Pyrobombus*) *pratorum* (Linné) (d).

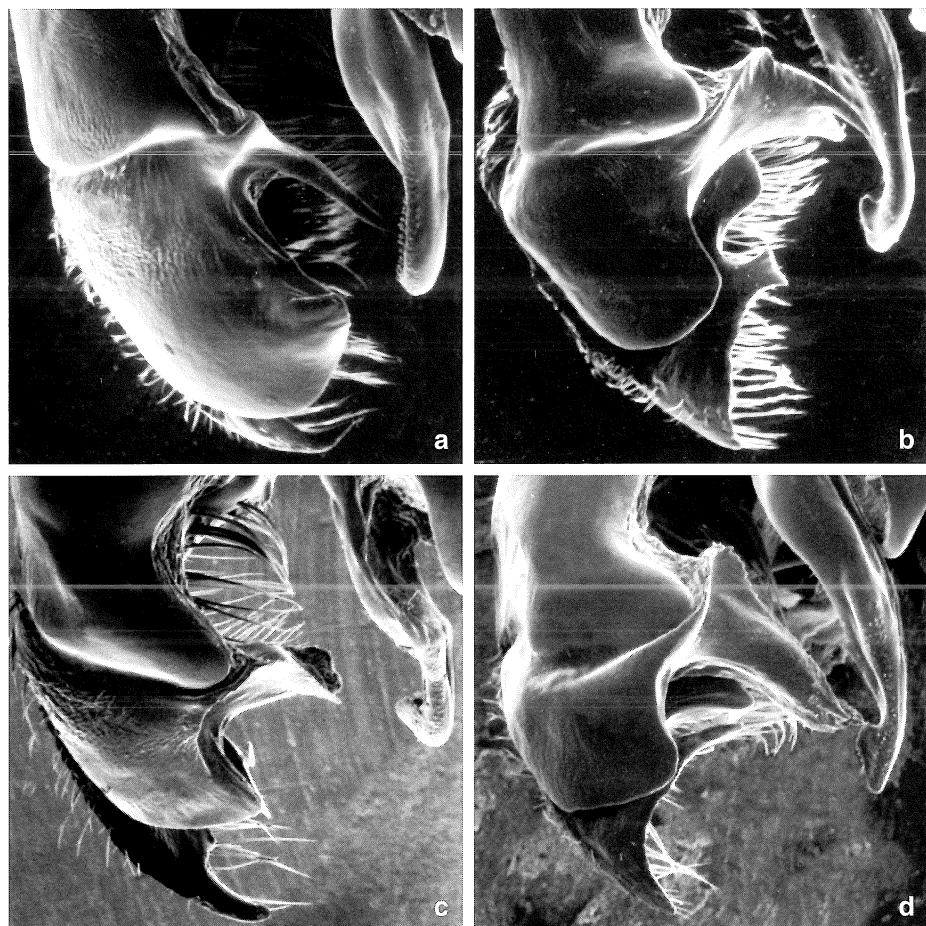


Fig. 4 - Elementi distali della metà sinistra dell'apparato genitale di alcuni *Thoracobombus*: *pascuorum* (Scopoli) (a), *sylvarum* (Linné) (b), *humilis* Illiger (c), *ruderarius* (Müller) (d).



Fig. 5 - Valva del pene di *Psithyrus (Metapsithyrus) campestris* (Panzer) in visione latero-dorsale.

vato verso l'interno (fig. 3d) o l'esterno (fig. 3b), e di struttura più o meno complessa (figg. 2c, 3a).

Nel caso che l'apparato genitale sia completamente estroflesso possono talvolta risultare utili, per il confronto tra due sottogeneri o tra due specie, i profili delle carene longitudinali e dei processi parapeniali dei gonocoxiti e della parte medio-prossimale della spata. La gonobase invece è abbastanza costante nella forma tanto da non presentare caratteri distintivi.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano il Museo Civico di Storia Naturale di Milano, il Museo Regionale di Scienze Naturali di Torino e tutti i colleghi che hanno collaborato alla realizzazione del presente lavoro mettendo a disposizione esemplari delle proprie collezioni. Si ringrazia inoltre il Dott. Stefano Loretì del CR ENEA Casaccia per la preziosa collaborazione.

**CHIAVE DEI SOTTOGENERI DI *PSITHYRUS* E DI *BOMBUS*
SECONDO I CARATTERI DELLE APPENDICI GENITALI MASCHILI**

1. Genitali con volselle e gonostili membranosi, generalmente di colore nettamente più chiaro dei gonocoxiti, che sono bruno scuro. Volselle subtriangolari o allungate, quasi digitiformi, senza processo mediano, e lunghe più del doppio rispetto ai gonostili. Valve del pene espanso latero-dorsalmente alla base, assottigliantisi verso l'apice (fig. 5) *PSITHYRUS* s.l. **2**
 - Genitali con volselle e gonostili sclerificati, più o meno dello stesso colore dei gonocoxiti, bruni. Volselle e valve del pene mai contemporaneamente come sopra... *BOMBUS* s.l. **6**
2. Volselle allungate, a profilo digitiforme (fig. 6) *Fernaldaepsithyrus* Frison
- Volselle a profilo più o meno subtriangolare **3**
3. Valve del pene con dente mediano non differenziato. Volselle con apice appuntito (fig. 7) *Ashtonipsithyrus* Frison
- Valve del pene con dente mediano latero-ventrale (visibile latero-dorsalmente) distintamente sviluppato **4**
4. Volselle con lato interno distintamente concavo, soprattutto nella metà prossimale. Gonostili con profilo superiore degradante dall'esterno verso l'interno (fig. 8) *Psithyrus* s.s. Lepeletier
- Volselle con lato interno più o meno diritto. Gonostili con profilo distale largamente convesso **5**
5. Volselle molto larghe, con apice angoloso e lato interno terminante in corrispondenza dell'apice del processo basale del gonostilo, che porta una frangia di numerose e fitte setole (fig. 9) *Metapsithyrus* Popov
- Volselle più strette, a lati quasi paralleli nella metà prossimale e apice arrotondato, con lato interno in posizione più arretrata rispetto all'apice del processo basale del gonostilo, che porta una frangia di poche e rade setole (fig. 10) *Allopsithyrus* Popov
6. Gonostili con processo basale lungo e appuntito, di struttura per lo più complicata e disposta su piani diversi (figg. 11-15). A volte tale struttura non è distintamente visibile, ma comunque il processo basale oltrepassa sempre il profilo del gonostilo (fig. 4a) *Odontobombus* **7**
 - Gonostili con processo non conformato come sopra, ossia assente o corto e arrotondato, quasi digitiforme (figg. 16-18, 20-23); se tuttavia il processo è sottile e appuntito, allora non è mai più lungo del corpo del gonostilo (fig. 19) *Anodontobombus* **11**

7. Gonostili con processo quasi revoluto, conformato caratteristicamente "a orecchio". Valve del pene con parte apicale esterna distintamente denticolata. Volselle con processo apicale interno molto sviluppato, allungato e distintamente biforcato (fig. 11) *Megabombus* Dalla Torre
- Gonostili, valve e voltselle mai come sopra 8
8. Apice delle valve del pene allargate in un lembo interno concavo, subtriangolare, e in uno esterno più piccolo, troncato. Volselle con apice troncato (fig. 12) *Subterraneobombus* Vogt
- Valve del pene con apice conformato diversamente 9
9. Volselle coperte per oltre metà della loro lunghezza dai gonostili, dai quali sporgono distalmente per lo più con il solo apice, appuntito e ricurvo verso l'interno. Angolo apicale interno dei gonocoxiti distintamente protruso (figg. 4, 13) *Thoracobombus* Dalla Torre
- Volselle e gonocoxiti mai contemporaneamente come sopra 10
10. Gonostili a profilo acutamente triangolare, con apice appuntito e incurvato verso l'interno. Volselle incurvate verso l'interno con apice troncato-incavato (fig. 14) *Rhodobombus* Dalla Torre
- Gonostili con apice largamente arrotondato. Volselle con apice appuntito, non o poco incurvate verso l'interno, e con un largo processo mediano distintamente biforcato (fig. 15) *Mucidobombus* Skorikov
11. Valve del pene con apice fortemente incurvato verso l'interno (figg. 16-18) 12
- Valve del pene con apice conformato diversamente 14
12. Apice delle valve del pene ricurvo ad angolo retto o acuto (fig. 16) *Melanobombus* Dalla Torre
- Apice delle valve del pene ricurvo a forma di uncino arrotondato (figg. 17-18) 13
13. Volselle quasi completamente celate dai gonostili, che sono piccoli e subtriangolari, privi di processo basale interno definito (fig. 17) *Pyrobombus* Dalla Torre
- Volselle con apice troncato-incavato, distintamente sporgenti dai gonostili, che sono trasverso-quadrati e presentano un distinto processo basale interno digitiforme (fig. 18) *Alpigenobombus* Skorikov
14. Volselle della stessa lunghezza dei gonostili, dai quali sono quasi completamente celate. Gonostili subtriangolari, con proiezione basale stretta e allungata. Valve del pene con apice incurvato e caratteristicamente dilatato all'esterno (fig. 19) *Bombus* s.s. Latreille

- Volselle più lunghe dei gonostili, dai quali sporgono distintamente. Gonostili più lunghi che larghi. Valve del pene diversamente conformate 15
- 15. Volselle con apice troncato, prolungato sul lato interno in un lobo dentellato (fig. 23)
..... *Alpinobombus* Skorikov
- Volselle con apice lungamente appuntito o biforcato 16
- 16. Valve del pene con apice diritto, ottuso e una distinta proiezione mediana esterna. Gonostili laminari, concavi verso l'interno (fig. 20) *Confusibombus* Ball
- Valve del pene con apice diritto o incurvato, prive di proiezioni mediane. Gonostili conformati diversamente. 17
- 17. Valve del pene con apice diritto e acuto, fornite di spazzola apicale interna di peli. Volselle con apice appuntito (fig. 21) *Mendacibombus* Skorikov
- Valve del pene con apice a forma di ascia e distintamente incurvato verso l'esterno, prive di spazzola di peli. Volselle con apice biforcato (fig. 22) *Kallobombus* Dalla Torre

KEY OF THE SUBGENERA OF *PSITHYRUS* AND *BOMBUS*
ON THE GROUND OF MALE GENITALIA

1. Genitalia with membranous volsellae and gonostyli, whose color is generally much lighter than dark brown gonocoxita. Subtriangular or prolonged volsellae, almost fingershaped, without any middle process, more than twice as long as gonostyli. Penis valvae laterally and dorsally expanded at the base, thinner toward the apex (fig. 5) *PSITHYRUS* s.l. 2
- Genitalia with sclerous volsellae and gonostyli, more or less the same colour as brown gonocoxita. Volsellae and penis valvae never contemporarily as above *BOMBUS* s.l. 6
2. Extended volsellae, with fingershaped outline (fig. 6) *Fernaldaepsithyrus* Frison
- Volsellae with more or less subtriangular outline 3
3. Penis valvae with middle tooth not clearly developed. Volsellae with sharp apex (fig. 7) *Ashtonipsithyrus* Frison
- Penis valvae with lateral-ventral middle tooth (visible on the side and on the back) distinctly developed 4
4. Volsellae with clearly concave inner side, mainly in the proximal half. Gonostyli with upper outline sloping from the outside to the inside (fig. 8) *Psithyrus* s.s. Lepeletier
- Volsellae with more or less straight inner side. Gonostyli with largely convex distal outline 5
5. Very large volsellae with angular apex and inner side ending near the apex of gonostyli basal process, with a fringe of many thick bristles (fig. 9) *Metapsithyrus* Popov
- Narrower volsellae, with almost parallel sides in the proximal half and with round apex; the inner side is behind the apex of gonostyli basal process, with a fringe of few thin bristles (fig. 10) *Allopsithyrus* Popov
6. Gonostyli with long and sharp basal process, whose structure is mostly complex, set on different levels (figs 11-15). Sometimes that structure is not clearly visible; however, the basal process always surpasses the gonostylus outline (fig. 4a) *Odontobombus* 7
- Gonostyli with process not as above, that is absent or short and round, almost fingershaped (figs 16-18, 20-23); if, however, the process is thin and sharp, then it is never longer than the gonostylus itself (fig. 19) *Anodontobombus* 11
7. Gonostyli with typically earshaped process. Penis valvae with outer apical part endowed with small teeth. Volsellae whose inner apical process is much developed, extended and clearly bifurcated (fig. 11) *Megabombus* Dalla Torre

- Gonostyli, penis valvae and volsellae never as above 8
- 8. Apex of penis valvae enlarged in an inner concave edge subtriangular and in a smaller external one, cut off at tip. Volsellae with cut-off apex (fig. 12) *Subterraneobombus* Vogt
- Penis valvae with different apex 9
- 9. Volsellae covered for more than half their length by gonostyli, from which they mainly stretch out only with their apex, sharp and bent inwards. Inner apical corner of gonocoxita distinctly protruding (figs 4, 13) *Thoracobombus* Dalla Torre
- Volsellae and gonocoxita never contemporarily as above 10
- 10. Gonostyli with an outline in the shape of an acute triangle, sharp apex, bent inwards. Volsellae bent inwards with cut-off concave apex (fig. 14) *Rhodobombus* Dalla Torre
- Gonostyli with largely rounded apex. Volsellae with sharp apex, not or little bent inwards, with a large clearly bifurcated middle process (fig. 15) *Mucidobombus* Skorikov
- 11. Penis valvae with apex strongly bent inwards (figs 16-18) 12
- Penis valvae with different apex 14
- 12. Apex of penis valvae bent in the shape of right or acute angle (fig. 16) *Melanobombus* Dalla Torre
- Apex of penis valvae bent like a rounded hook (figs 17, 18) 13
- 13. Volsellae almost completely concealed by small subtriangular gonostyli, which are devoid of inner basal process (fig. 17) *Pyrobombus* Dalla Torre
- Volsellae with cut-off and concave apex, clearly protruding from gonostyli, which are transverse and square, showing a distinct fingershaped inner basal process (fig. 18) *Alpigenobombus* Skorikov
- 14. Volsellae of the same length as gonostyli by which they are almost completely concealed. Subtriangular gonostyli with an extended narrow basal protrusion. Penis valvae with curved apex typically expanding outwards (fig. 19) *Bombus* s.s. Latreille
- Volsellae longer than gonostyli, they distinctly protrude from. Gonostyli more long than large. Different penis valvae 15
- 15. Volsellae with cut-off apex, extended on the inner side in an indented lobe (fig. 23) *Alpinobombus* Skorikov
- Volsellae with apex very sharp or bifurcated 16

16. Penis valvae with erect, blunt apex and a distinct external middle protrusion. Laminar gonostyli, concave inwards (fig. 20)..... *Confusibombus* Ball
- Penis valvae with erect or curved apex, without middle protrusion. Gonostyli different.17
17. Penis valvae provided with inner apical hair brush, erect and acute apex. Volsella with sharp apex (fig. 21)..... *Mendacibombus* Skorikov
- Penis valvae with axe-shaped apex, strongly bent outwards, no hair brush. Volsellae with bifurcated apex (fig. 22)..... *Kallobombus* Dalla Torre

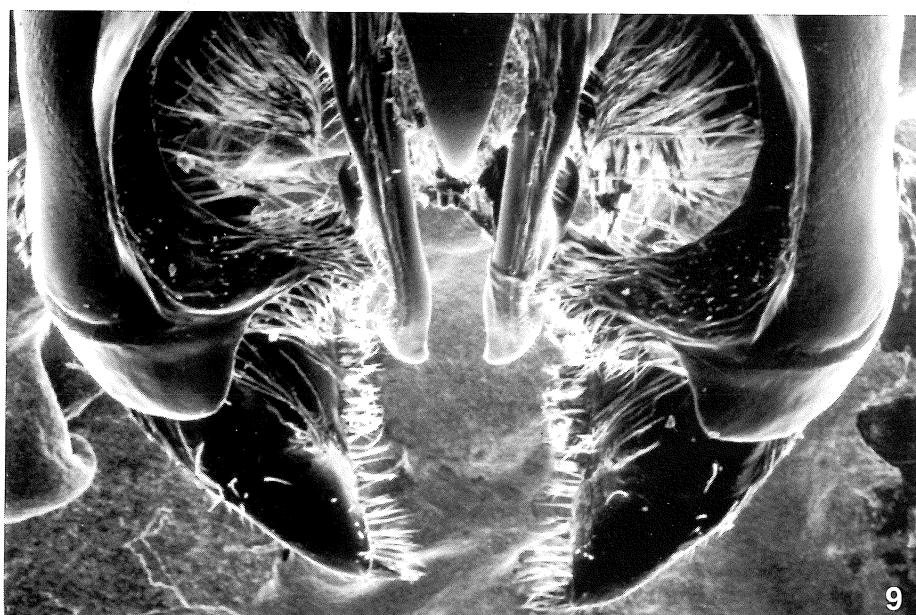


6

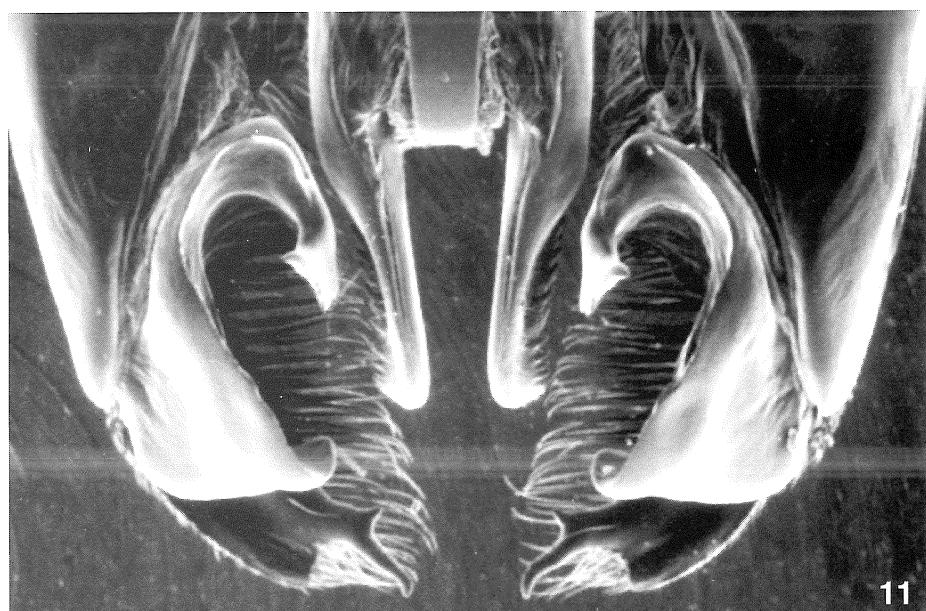


7

Figg. 6-7 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris* Lepéletier (fig. 6) e di *Psithyrus (Ashtonipsithyrus) bohemicus* (Seidl) (fig. 7).



Figg. 8-9 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Psithyrus* s.s. *rupestris* (Fabricius) (fig. 8) e di *Psithyrus* (*Metapsithyrus*) *campestris* (Panzer) (fig. 9).



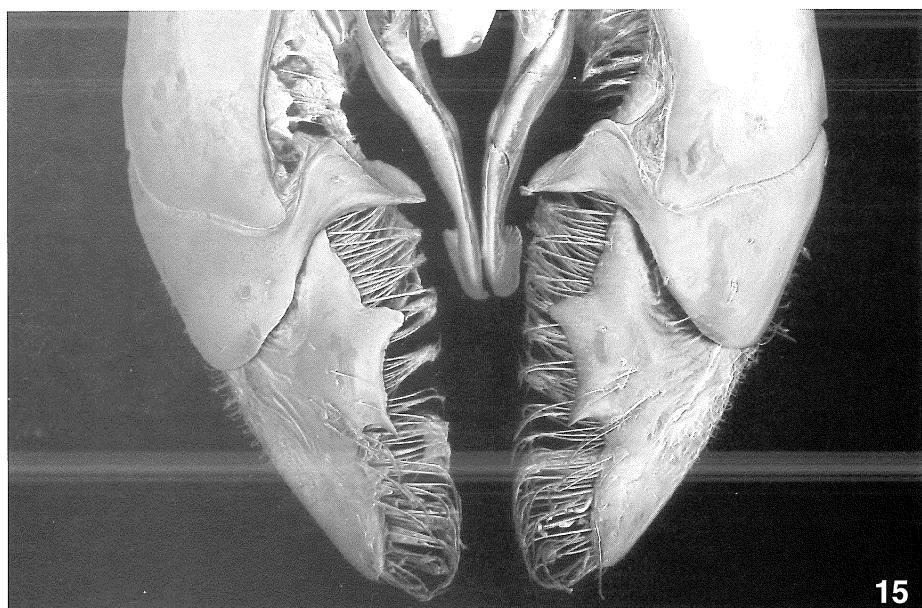
Figg.10-11 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Psithyrus (Allopsithyrus) maxillosus* (Klug) (fig. 10) e di *Bombus (Megabombus) hortorum* (Linné) (fig. 11).



Figg. 12-13 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Subterraneobombus) subterraneus* (Linné) (fig. 12) e di *Bombus (Thoracobombus) humilis* Illiger (fig. 13).

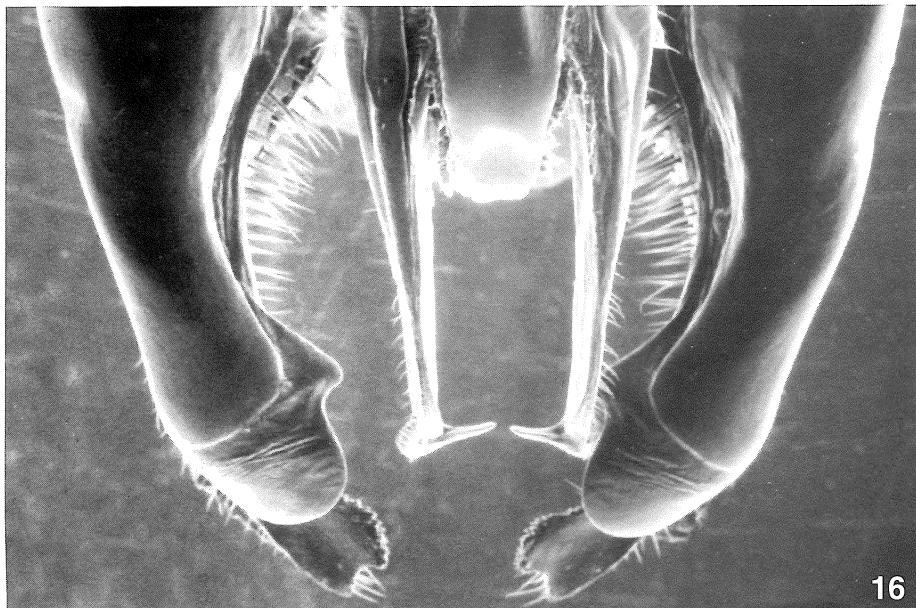


14

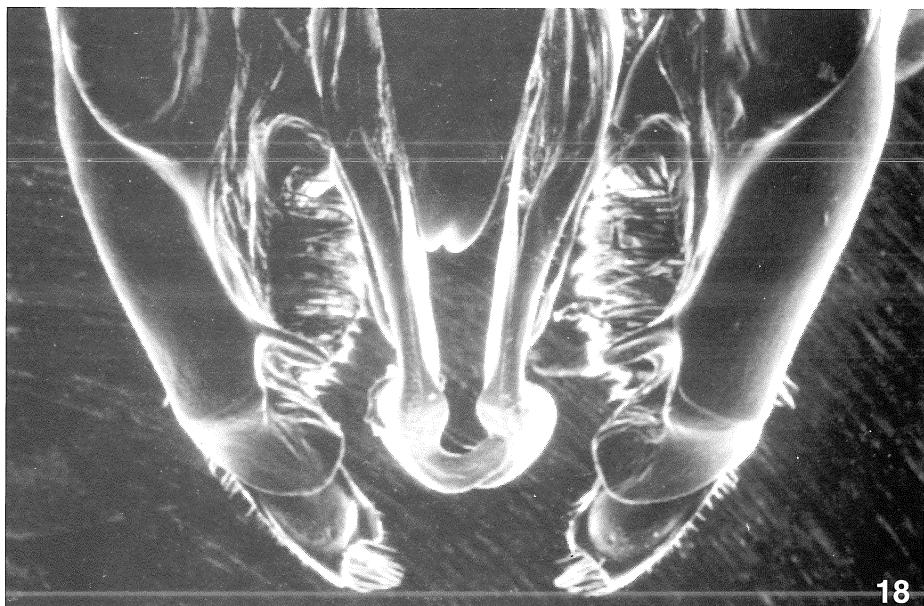


15

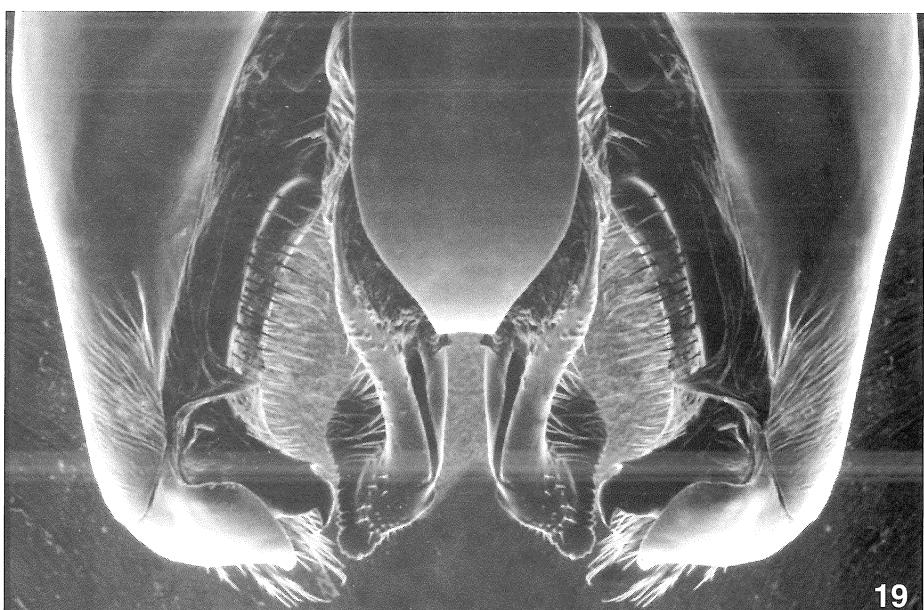
Figg. 14-15 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Rhodobombus) mesomelas* Gerstaecker (fig. 14) e di *Bombus (Mucidobombus) mucidus* Gerstaecker (fig. 15).



Figg. 16-17 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Melanobombus) lapidarius* (Linné) (fig. 16) e di *Bombus (Pyrobombus) monticola* Smith (fig. 17).



18

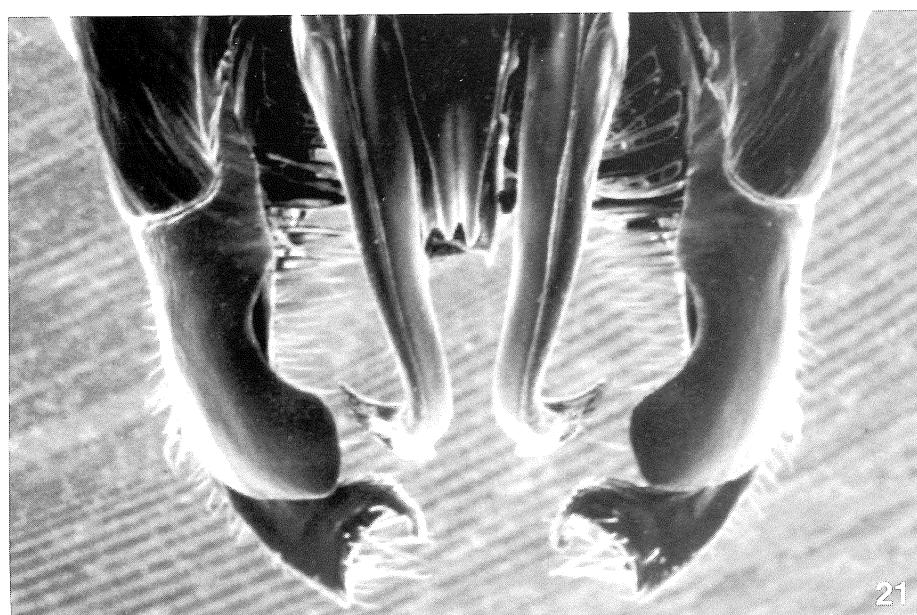


19

Figg. 18-19 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Alpigenobombus) wurfleini* Radoszkowski (fig. 18) e di *Bombus s.s. terrestris* (Linné) (fig. 19).



20

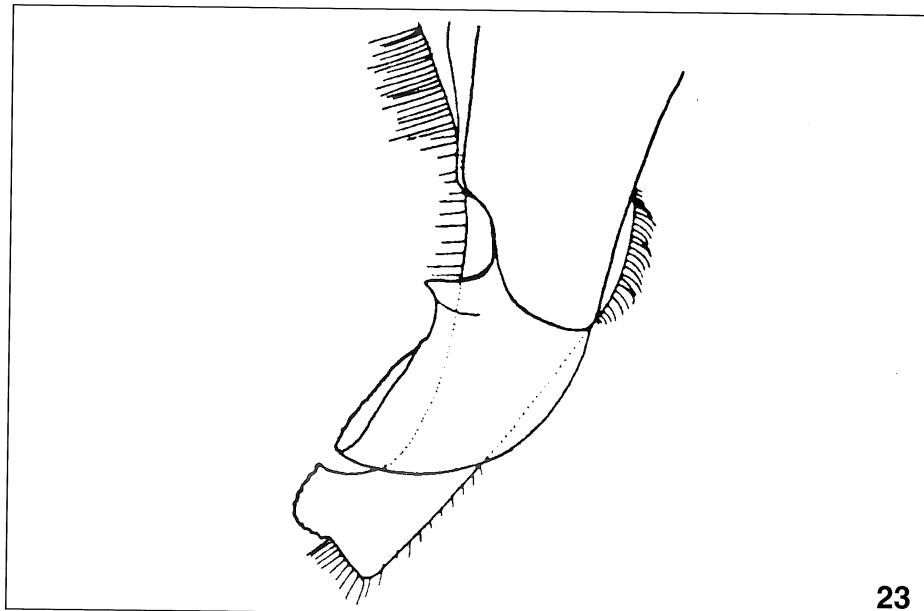


21

Figg. 20-21 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Confusibombus) confusus* Schenk (fig. 20) e di *Bombus (Mendacibombus) mendax* Gerstaecker (fig. 21).



22



23

Figg. 22-23 - Elementi distali dell'apparato genitale di *Bombus (Kallobombus) soroeensis* (Fabricius) (fig. 22) e di *Bombus (Alpinobombus) alpinus* (Linné) (fig. 23)

BIBLIOGRAFIA

- ALFORD D. V., 1975 - Bumblebees. - Davis-Pointer, London: 1-352.
- AMIET, F., 1996 - Hymenoptera. Apidae, 1. Teil - Insecta helvetica, 12, Schweiz. Ent. Ges.: 1-98.
- BOLCHI SERINI G., 1988 - Sulla morfologia delle appendici genitali maschili di alcuni *Bombus* Latr. - Boll. Zool. agr. Bachic., Ser. II, 20: 1-15.
- ELFVING R., 1960 - Die Hummeln und Schmarotzerhummeln Finnlands. - Fauna fenn., 10: 1-43.
- FRIESE H., WAGNER F., 1909 - Zoologische Studien an Hummeln. I. Die Hummeln der deutschen Fauna. - Zool. Jb., Syst., XXIX: 1-104.
- HEDICKE H., 1930 - Hautflüger (Hymenoptera). In: Brohmer P., Ehrmann P., Ulmer G. Die Tierwelt Mitteleuropas. - Verlag Von Quelle & Meyer, Leipzig, V. Band, Lief. 1, Insekten 2. Teil: 230-244.
- INTOPPA F., PIAZZA M.G., BOLCHI SERINI G., 1997 - Elementi morfologici per una chiave dei sottogeneri di *Bombus* Latreille s.l. e *Psithyrus* Lepeletier s.l. presenti in Italia (Hymenoptera Apidae). - Boll. Zool. agr. Bachic., Ser. II, 29: 1-43.
- ITO M., 1985 - Supraspecific classification of bumblebees based on the characters of male genitalia. - Contr. Inst. low temp. Sci. Hokkaido Univ., Ser. B, 20: 1-143.
- KNECHTEL W. K., 1955 - Hymenoptera. Subfamilia Apinae. - Fauna Repub. pop. rom., Insecta, IX (1): 1-113.
- KOPELK J. P., 1982 - Funktion der Genitalstrukturen bei *Bombus*-Arten am Beispiel von *B. lapidarius* (Linnaeus, 1758) und deren Bedeutung für die Systematik. - Senckenberg. Biol., 62: 267-286.
- KRÜGER E., 1917 - Zur Systematik der mitteleuropäischen Hummeln. - Ent. Mitt., VI (1/3): 55-66.
- KRÜGER E., 1920 - Beiträge zur Systematik und Morphologie der mittel-europäischen Hummeln. - Zool. Jb., Syst., 42: 289-464.
- KRUSEMAN G., 1945 - Tabellen tot het bepalen van de Nederlandsche soorten der Genera *Bombus* Latr. en *Psithyrus* Lep. - Tijdschr. Ent., LXXXIII: 173-188.
- LØKEN A., 1973 - Studies on Scandinavian Bumble Bees. - Norsk ent. Tidsskr., 20: 1-218.
- LØKEN A., 1984 - Scandinavian species of the genus *Psithyrus* Lepeletier. - Ent. scand., Suppl. 23: 1-45.
- MAY J., 1959 - Die Hummeln der Tschechoslowakei. - Cslká Akad. Zemed. Ved, Praha: 1-171.
- MICHENER C. D., 1944 - Comparative external morphology, phylogeny, and a classification of the bees. - Bull. Am. Mus. nat. Hist., 82 (6): 157-326.
- MILLIRON H. E., 1971 - A monograph of the western hemisphere bumblebees. I. The genera *Bombus* and *Megabombus* subgenus *Bombias*. - Mem. ent. Soc. Can., 82: 1-80.
- MORAWITZ F., 1881 - Die Russischen *Bombus*-Arten in der Sammlung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. - Mélang. biol., XI: 69-144.
- PITTIONI B., 1937 - Die Hummelfauna des Kalsbachtales in Ost-Tirol. - Festschr. 60. Geb. E. Strand, III: 64-122.
- PITTIONI B., 1939 - Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan-Halbinsel, II. Spezieller Teil. - Mitt. K. naturw. Inst. Sofia, XII: 49-114.
- POPOV V. V., 1931 - Zur Kenntnis der paläarktischen Schmarotzerhummeln (*Psithyrus* Lep.). - Eos, Madr., VII: 131-209.
- PRYS-JONES O. E., CORBET S. A., 1987 - Bumblebees. - Cambridge Univ. Press, Cambridge: 1-86.

- QUILIS PÉREZ M., 1927 - Los Apidos de España: Género *Bombus* Latr. - An. Inst. nac. 2a. Enseñanza Valencia, 1927: 1-121.
- QUILIS PÉREZ M., 1931 - Los *Psithyrus* españoles. - Eos, Madr., VIII: 185-222.
- RADOSZKOWSKI O., 1884 - Révision des armures copulatrices des mâles du genre *Bombus*. - Byull. Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody, 59: 1-42.
- RASMONT P., ADAMSKI A., 1995 - Les Bourdons de la Corse. - Notes fauniques de Gembloux, 31: 3-87.
- RICHARDS O. W., 1927 - The specific characters of the British Humblebees. - Trans. R. ent. Soc. Lond., 75: 233-268.
- RICHARDS O. W., 1931 - Some notes on the humble-bees allied to *Bombus alpinus* L. - Tromsø Mus. Årsh., 50 (1927) (6): 1-32.
- RICHARDS O. W., 1968 - The subgeneric divisions of the genus *Bombus* Latreille. - Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), 22 (5): 209-276.
- SCHENK A., 1859 - Die nassauischen Bienen. - Jahrb. Ver. Naturk. Nassau, 14: 1-414.
- SCHMIEDEKNECHT H. L. O., 1882-1884 - Apidae Europeae. I. *Nomada*, *Bombus*, *Psithyrus* et *Andrena*. - Gumperda et Berolini: 1-890.
- SHUCKARD W.E., 1840 - Monograph of the Dorylidae, a Family of the Hymenoptera Heterogyna. - Taylor's Ann. Nat. Hist., V: 188-202; 258-272; 315-329.
- SMITH E. L., 1970 - Evolutionary morphology of the external insect genitalia. 2. Hymenoptera. - Ann. ent. Soc. Am., 63: 1-27.
- SNODGRASS R. E., 1941 - The male genitalia of Hymenoptera. - Smiths. Inst., Washington: 1-86.
- THOMSON C. G., 1872 - Skandinaviens Hymenoptera. - Tom. II. (Apis Lin.), Lund: 1-286.
- THORPE R.W., HORNING D.S., DUNNING L.L., 1983 - Bumble bees and cuckoo bumble bees of California. - Bull. Calif. Ins. Surv., 23: 1-79.
- TUXEN S. L., 1970 - Taxonomist's glossary of genitalia in insects. - Munksgaard, Copenhagen: 1-359.
- WILLIAMS P. H., 1985 - A preliminary cladistic investigation of relationships among the bumble bees. - Syst. Ent., 10: 239-255.
- WILLIAMS P. H., 1991 - The bumble bees of the Kashmir Himalaya. - Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), 60 (1): 1-204.
- WILLIAMS P. H., 1994 - Phylogenetic relationships among bumble bees (*Bombus* Latr.): a reappraisal of morphological evidence. - Syst. Ent., 19: 327-334.
- ZANDER E., 1910 - Beiträge zur Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge der Hymenopteren. - Z. wiss. Zool., 67: 461-489.

Nota: Le fotografie al SEM sono di Mario Michelassi, le fotografie all'ESEM XL30 (figg. 8, 12, 15, 20, 21) sono del dott. Stefano Loretì. Il disegno di fig. 23 è tratto da Richards, 1931.

DOTT. FRANCESCO INTOPPA, DOTT. MARIA GIOIA PIAZZA, DOTT. ALFREDO CARINI - Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Sezione di Apicoltura, via Leonida Rech 36, I-00156 Roma.

PROF. GRAZIELLA BOLCHI SERINI - Istituto di Entomologia agraria, Università degli Studi, via Celoria 2, I-20133 Milano.