

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA “LA SAPIENZA”**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI**  
**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE NATURALI**

Tesi di Laurea

**Ciclo biologico e attività bottinatrice  
dei bombi presenti a “Valle Fiorita” (P.N.A.)  
(Hymenoptera, Apoidea)**

**Relatore**

Prof. Augusto Vigna Taglianti

**Laureando**

Graziano Gabriele  
Matricola n. 11109736

**Correlatore**

Dr. M. Gioia Piazza

**Anno accademico 2001-2002**

## INDICE

PREMESSA	1
SCOPO DELLA RICERCA	3
TASSONOMIA E DISTRIBUZIONE DEI BOMBI	7
<b>Introduzione</b>	7
<b>Diagnosi dei Bombinae</b>	8
<b>Distribuzione</b>	9
CICLO DELLA COLONIA	10
<b>Ricerca del nido e formazione della colonia</b>	10
<b>Nutrimiento delle larve</b>	13
<b>Sviluppo delle larve</b>	14
<b>Sviluppo della colonia</b>	18
<b>La produzione di individui sessuati</b>	20
<b>Differenze di caste</b>	21
<b>Comportamento dei sessuati</b>	22
<b>La fine della colonia</b>	23
<b>Svernamento</b>	24
<b>Parassitismo sociale</b>	24
<b>Cenni di biologia di <i>Psithyrus</i></b>	25
<b>Rapporto filetico <i>Psithyrus-Bombus</i></b>	28
ATTIVITÀ BOTTINATRICE	30
<b>Interazione tra bombi e piante</b>	30
<b>Modalità di bottinaggio</b>	33
<b>Fiori visitati e specificità di bottinaggio</b>	36

IL PIANORO “LE FORME” E IL GRUPPO DELLE MAINARDE	38
A) STORIA DELLE MAINARDE	38
<b>Premessa</b>	38
<b>Il Parco Nazionale d’Abruzzo e le Mainarde</b>	38
B) GEOMORFOLOGIA E VEGETAZIONE DEL GRUPPO MONTUOSO DELLE MAINARDE	40
<b>Orografia</b>	40
<b>Lineamenti geologici dell’area Meta-Mainarde</b>	41
<b>Clima</b>	42
<b>Processi morfogenetici</b>	44
<b>Origine e descrizione del pianoro le Forme</b>	45
<b>Aspetti vegetazionali</b>	48
MATERIALI E METODI	51
RISULTATI E DISCUSSIONE	56
<b>Dati relativi alle specie e alle popolazioni dei bombi</b>	56
<b>Confronto tra aprile-giugno 2001 e aprile-giugno 2002</b>	65
<b>Flora di Valle Fiorita</b>	67
<b>Confronto tra Sorgente, Faggeta e Prateria</b>	76
<b>Analisi statistica</b>	81
SCHEDE DELLE SPECIE	91
<i>Psithyrus rupestris</i>	92
<i>Psithyrus vestalis</i>	94
<i>Psithyrus campestris</i>	96
<i>Psithyrus maxillosus</i>	98
<i>Psithyrus sylvestris</i>	100

<i>Bombus terrestris</i>	101
<i>Bombus lucorum</i>	104
<i>Bombus pratorum</i>	106
<i>Bombus lapidarius</i>	108
<i>Bombus soroeensis</i>	110
<i>Bombus hortorum</i>	113
<i>Bombus ruderatus</i>	115
<i>Bombus subterraneus</i>	117
<i>Bombus mesomelas</i>	119
<i>Bombus sylvarum</i>	121
<i>Bombus ruderarius</i>	123
<i>Bombus humilis</i>	125
<i>Bombus pascuorum</i>	127
<i>Bombus mucidus</i>	129
CONCLUSIONI	130
RINGRAZIAMENTI	132
BIBLIOGRAFIA	133

**Ciclo biologico e attività bottinatrice  
dei bombi presenti a “Valle Fiorita”**

## PREMESSA

Da sempre le api domestiche sono note all'uomo non solo per la produzione di miele e degli altri prodotti dell'alveare ma anche per il servizio svolto nei riguardi dell'agricoltura, attraverso l'impollinazione della maggior parte delle piante coltivate. Tuttavia, pur essendo ritenute i principali agenti impollinatori, la loro efficienza non è la stessa nei riguardi delle diverse colture. In molti casi è indispensabile il contributo di altri pronubi i quali, avendo caratteristiche che meglio si adattano ai fiori di una data specie botanica, risultano più appropriati.

La consapevolezza che le api selvatiche sono molto importanti per la produttività agricola, e la recente rivalutazione del loro ruolo nella conservazione della biodiversità ambientale attraverso l'impollinazione della flora spontanea, hanno determinato un rinnovato interesse per la conoscenza delle diverse specie e del loro effettivo valore economico nei riguardi degli ecosistemi. Questo contributo, reso più prezioso nella crisi attraversata dall'apicoltura, è tuttavia minacciato dalla progressiva riduzione delle popolazioni dei pronubi selvatici negli ambienti antropizzati.

Negli ultimi anni diversi Autori hanno messo in risalto il progressivo declino dei pronubi selvatici in molte parti dell'Europa occidentale e in vari paesi del mondo (Williams, 1986; Westrich, 1990; Corbet *et al.*, 1991; Allen-Wardell *et al.*, 1998; Kearns *et al.*, 1998). I fattori responsabili della riduzione dei pronubi possono essere naturali: brusche e durature variazioni di clima, presenza di predatori e parassiti, catastrofi naturali ecc. possono determinare una riduzione più o meno drastica delle loro popolazioni. Ma certamente è l'uomo, con le sue attività, la più importante causa dell'alterazione degli equilibri che regolano la vita di questi insetti.

Nell'ambiente agrario, la riduzione della biodiversità vegetale è considerata la prima causa della riduzione della biodiversità degli insetti (Mänd *et al.*, 2001): infatti, il cambiamento dell'uso del suolo, lo sviluppo di pratiche intensive di produzione e l'uso improprio di erbicidi e di insetticidi (Osborne *et al.*, 1991) hanno determinato un considerevole impoverimento della composizione della flora spontanea, con conseguente riduzione della densità e della biomassa vegetali (Erviö e Salonen, 1987). La riduzione di pronubi è dovuta anche e soprattutto alla rimozione di siepi, bordi di campi, piccole isole di vegetazione e bordi stradali, che da sempre costituiscono aree idonee ai siti di nidificazione e al pascolo delle colonie (Fussell e Corbet, 1991, 1992; Batra, 1995; Dramstad e Fry, 1995; Westrich, 1995; Pekkarinen e Teräs, 1998). Le relative proporzioni di queste risorse e la loro distribuzione spaziale sono

quindi importanti fattori che influiscono sul successo delle popolazioni di questi insetti.

Oltre il danno economico in campo agricolo, purtroppo non compensato dagli interventi dell'apicoltura – considerata un settore marginale, cui le politiche nazionali e comunitarie riservano spazi e incentivi molto limitati – la mancata attività pronuba nei riguardi delle piante spontanee provoca un notevole decremento della qualità dell'ambiente in quanto causa un depauperamento della varietà nella vegetazione naturale. Inoltre, questo impatto sulla vegetazione comporta una forte perdita di altre specie di insetti, uccelli e piccoli mammiferi ad essa associati per habitat e cibo, con una generale alterazione dell'integrità del territorio inteso nella sua globalità.

In definitiva risulta quindi di estremo interesse proteggere questa fauna selvatica ausiliare, approfondendo la conoscenza delle diverse specie, la distribuzione, la biologia e i loro rapporti con l'ambiente.

Tra i pronubi selvatici, uno dei gruppi più importanti è rappresentato dai bombi, imenotteri sociali appartenenti alla famiglia Apidae che vivono in colonie annuali composte da tre caste: la regina, le operaie e i maschi.

I membri di una colonia di bombi, dovendo raccogliere nettare e polline per nutrire le larve e se stessi, visitano numerose piante durante la stagione attiva: l'assidua ricerca di queste fonti di cibo, la capacità di bottinare anche in condizioni climatiche sfavorevoli e la loro attitudine a visitare anche i fiori a corolla lunga (che sono invece di difficile accesso per altri apoidei a ligula corta come l'ape domestica), li rendono abituali ed eccellenti impollinatori sia di piante coltivate che spontanee, e capaci di supplire all'insufficienza degli altri pronubi.

I bombi rappresentano quindi una componente importante degli ecosistemi sia agrari che naturali, e dalla loro attività pronuba dipende strettamente la conservazione di molte specie di piante. Inoltre, in un dato ambiente, esistono forti correlazioni tra numero di specie di bombi, numero di piante e relativa fauna associata, tanto che l'abbondanza e la diversità dei bombi potrebbero essere usate come indice di biodiversità e di qualità degli habitat.

Molti Autori hanno fornito significativi contributi alla conoscenza di questi insetti, affrontando i diversi argomenti riguardanti la sistematica, la biologia, l'identificazione di specie e sottospecie, la messa a punto di tecniche di allevamento e la loro commercializzazione.

## SCOPO DELLA RICERCA

Per quanto riguarda la distribuzione dei bombi in Italia, molte specie sono presenti più o meno diffusamente su tutto il territorio, alcune sono alpine o comunque limitate alle regioni settentrionali, altre sono tipicamente montane e presenti su Alpi e Appennini, altre infine sono limitate alle isole. L'ambiente montano risulta, tra tutti, quello più interessante, in quanto i bombi si sono particolarmente adattati a questi habitat, dove molte specie vegetali localizzate dipendono dalla loro azione pronuba.

In particolar modo l'Appennino è stato oggetto di approfondite ricerche da parte di diversi Autori, in quanto nella sua sezione centrale è stata individuata la zona di passaggio tra le sottospecie settentrionali e quelle meridionali. Tradizionalmente, molti studi si sono soffermati a valutare le situazioni per cui, attraverso una dispersione geografica, i *taxa* si possono differenziare in specie, sottospecie e forme cromatiche. Questa tendenza fa sì che, in genere, in un'area piuttosto circoscritta al centro di un grosso areale permanga la forma tipica, mentre alla sua periferia possono trovarsi popolazioni marginali che presentano variazioni fenotipiche o differenti frequenze geniche. Va ricordato a questo punto che nei bombi le specie si riconoscono soprattutto per i caratteri morfologici, mentre le sottospecie si distinguono per la colorazione del mantello.

Nell'Appennino, già dai lavori di Reinig (1930, 1935, 1939) e di Tkalcu (1960), erano note forme di ibridazione segnalate dalla variabilità cromatica, sia per quanto riguarda i bombi che gli psitiri: infatti, lungo l'Appennino le forme settentrionali, tendenzialmente più scure, presentano progressive variazioni verso le forme meridionali, che hanno invece una colorazione generalmente più chiara.

Osservazioni preliminari relative alle biocenosi dei bombi nella regione appenninica tra gli 800 e i 1400 m sono state condotte da Tkalcu (1960), che le ha confrontate con quelle fatte sulle Alpi da Pittioni (1940) concludendo che nell'Appennino le specie più frequenti si ritrovano mediamente dagli 800 m in su, mentre più a sud questo limite sale a 1000-1200 m.

Le sottospecie tipicamente vicarianti mediterranee descritte da vari autori e che si scostano dalle caratteristiche delle sottospecie dell'Europa centrale si riducono solo a poche entità che si ritrovano ad altitudini inferiori fino alle coste. Per es., secondo Tkalcu (1960), *Bombus terrestris* ssp. *calabricus*, *B. lapidarius* ssp. *decipiens*, *Psithyrus vestalis* ssp. *obenbergeri*, *P. rupestris* ssp. *siculus*, hanno caratteristiche di mediterraneità. Inoltre, lungo l'Appennino, *B. sylvarum* è presente con la ssp. *rogenhoferi* e *P. maxillosus* con la ssp. *italicus*.

Non meno interessante è stabilire come varia la distribuzione degli psitiri in confronto ai loro ospiti in Italia peninsulare: mentre le specie di bombi considerate presentano un'ampiezza di variazione ristretta, gli psitiri mostrano una variabilità molto più grande, anche se essa non raggiunge quella dell'Europa centrale. Molto caratteristici sono *P. campestris* e *P. maxillosus* ssp. *italicus* che si presentano con una colorazione più scura di quella dei loro ospiti e con tracce di melanizzazione, mentre in tutte le altre specie e sottospecie nominate queste forme di melanizzazione sono completamente scomparse. Per questi motivi, poiché *B. pascuorum* è presente nel nord con la ssp. *pascuorum* e a sud con la ssp. *melleofacies*, la popolazione più settentrionale del suo parassita *P. campestris* estremamente scura dovrebbe essere allora considerata come una tipica forma geografica, mentre in realtà in Italia è nota solo la sottospecie tipica.

Note sulla variabilità cromatica di diverse specie sono fornite da Comba (1964), che compila un elenco della fauna bombidologica del Parco Nazionale d'Abruzzo e di qualche altra località dell'Abruzzo e del Lazio, ambientandola nei particolari aspetti geofisici, climatici e vegetazionali. Alle specie ritrovate aggiunge quelle citate per le due regioni dalla letteratura esistente, dando infine il quadro finale della popolazione di *Bombus* e *Psithyrus* di Lazio e Abruzzo.

Reinig (1970) studia, in otto specie appenniniche, la distribuzione delle forme cromatiche, che definisce passaggi tra sottospecie allopatriche, sostenendo quindi l'esistenza di vere e proprie zone di ibridazione, la cui ampiezza oscillerebbe tra i 100 e i 300 km. Non tutte queste forme diverse, secondo l'Autore, derivano da situazioni climatiche differenti, perché la loro presenza non coincide fedelmente con le precise variazioni climatiche dovute alla latitudine.

Ricciardelli D'Albore (1986) studia la distribuzione alle varie fasce altitudinali di *Bombus* e *Psithyrus* nell'Umbria, la loro rappresentatività, la flora spontanea e coltivata bottinata e il ruolo che questi insetti rivestono nell'impollinazione delle colture agrarie. Questi dati vengono ripresi da Quaranta (1996) che ha ampliato le indagini sulle specie presenti nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini. Queste ricerche, tra l'altro, confermano le osservazioni degli altri autori secondo le quali il limite altitudinale di molte specie nell'Appennino centrale è più alto di quello che si registra nell'Europa continentale (*B. terrestris*, *B. ruderatus*, *P. vestalis*); fa eccezione *B. mesomelas*, che nell'Italia centrale scende fino alla fascia planiziaria, mentre nell'Europa centrale non scende sotto i 1800 metri. Tra le specie più rare sono segnalate *B. sylvarum sylvarum* Linné, 1761, *Bombus mucidus mollis* (Pérez, 1879), e *B. monticola konradini* (Reinig, 1965).

Sulla base dei risultati esposti è stata avviata la presente ricerca con lo scopo di fornire un contributo alla conoscenza delle specie di bombi presenti in un ambiente particolare, il Pianoro “le Forme” (attualmente indicato dalla segnaletica come “Valle Fiorita”), situato nell’Appennino centro-meridionale, a 1450 m slm, nella parte molisana del Parco Nazionale d’Abruzzo. Il pianoro appartiene al gruppo del M. Meta, che rappresenta l’estremo limite meridionale nella continuità della catena appenninica centrale: in pratica quindi il passaggio tra le forme scure settentrionali e quelle chiare meridionali ha compimento in questa zona. Inoltre, questo sistema montuoso costituisce sicuramente l’estremo baluardo per le specie montane che dalle Alpi si sono parzialmente spinte a sud sfruttando le quote appenniniche più elevate.

L’area prescelta per le indagini presenta tutti gli aspetti geomorfologici e vegetazionali di una valle altomontana ed è circondata quasi completamente da una ampia faggeta che, isolandola, protegge l’integrità del suo territorio (fig. 1).

Questa conformazione e l’altitudine rendono la valle un luogo ideale per lo studio delle colonie di bombi presenti, che possono in queste condizioni mantenere i loro caratteri praticamente inalterati.



Fig. 1 - Valle Fiorita vista dalla cima del monte la Meta.

Partendo da questi presupposti si è ritenuto interessante, oltre all'individuazione delle diverse specie presenti nella valle, valutare la loro frequenza relativa, il loro ciclo biologico, la distribuzione, nell'ambito di una specie, delle diverse forme cromatiche. Essendo poi di particolare importanza il rapporto tra bombo e pianta soprattutto nei periodi "critici" che si verificano abitualmente negli ambienti montani, si è posta particolare attenzione all'esame della flora bottinata dalle diverse specie per mettere in luce rapporti privilegiati tra piante e bombi durante i rispettivi cicli fenologici.

A complemento di questi aspetti, si è voluto accertare la presenza di specie montane alle quote più alte del M. Meta con la consapevolezza che esso potesse rappresentare l'estremo limite meridionale della loro diffusione.

## TASSONOMIA E DISTRIBUZIONE DEI BOMBI

### **Introduzione**

I bombi costituiscono un gruppo di api sociali, comprendente circa 300 specie presenti nella maggior parte delle regioni geografiche del globo ma prevalenti, al contrario di altri insetti sociali, nelle regioni temperate e fredde dell'emisfero settentrionale e particolarmente abbondanti nella zona temperata settentrionale compresa tra 60° e 65° di latitudine.

In una classificazione ampiamente accettata, i bombi appartengono alla sottofamiglia Bombinae che, insieme ad Apinae, Meliponinae ed Euglossinae, costituisce la famiglia Apidae.

Gli Apidae si differenziano dagli altri Apoidea per i seguenti caratteri: faccia con una sola sutura tra ogni torulo antennale e il clipeo; palpi labiali con i due segmenti basali appiattiti, almeno due volte più lunghi dei segmenti distali; labbro generalmente più largo che lungo; ali anteriori usualmente con tre cellule submarginali; ali posteriori con lobo jugale più corto della cellula basale o mancante; tibie posteriori delle femmine (di specie non parassite) con apparato di raccolta del polline (scopa) in una forma caratteristica denominata “corbicola” o “cestella”.

I Bombinae sono rappresentati da due generi, *Bombus* e *Psithyrus*: il primo è morfologicamente molto variabile e comprende circa 30 sottogeneri (Richards, 1968), mentre *Psithyrus* è più omogeneo e comprende 7 sottogeneri (Popov, 1931).

Questo sistema tassonomico, con diagnosi e chiavi dei sottogeneri, è stato ampiamente usato dagli specialisti che desideravano caratterizzare i gruppi di specie più strettamente simili. Sfortunatamente i concetti dei due autori riguardo ai sottogeneri non sono sempre in accordo con le recenti opinioni filogenetiche, in quanto alcuni di questi raggruppamenti appaiono ora essere parafiletici (es. *Mendacibombus*) o addirittura polifiletici.

Per lungo tempo *Psithyrus* è stato considerato un genere a sé in funzione del particolare comportamento delle specie come parassiti sociali delle colonie di *Bombus* e in virtù delle loro distinzioni morfologiche. Comunque molti studi recenti (ampiamente riportati in Ito, 1985) hanno dimostrato che, sebbene *Psithyrus* sia molto

probabilmente monofiletico, i restanti bombi non lo sono. Le recenti ricerche di Williams (1991, 1995) hanno invece indotto l'autore a formulare una soluzione più pratica, riconoscendo un singolo genere *Bombus* e includendovi *Psithyrus* come sottogenere. Attualmente l'uso di un singolo genere per tutti i Bombinae è largamente accettato dalla maggior parte degli autori.

Nella presente tesi, per semplicità di esposizione, viene mantenuto il classico uso dei nomi *Bombus* e *Psithyrus*.

### **Diagnosi dei Bombinae**

I Bombinae possono essere distinti dagli altri Apidae attraverso i caratteri seguenti (Williams, 1991).

Il labbro è largo almeno due volte rispetto alla lunghezza ed è privo del margine centrale longitudinale, sebbene nelle femmine sia presente una forte depressione trasversale basale. Il clipeo presenta una depressione subapicale trasversale e angoli latero-apicali curvati indietro verso l'occipite. L'area malare separa l'occhio composto dalla base delle mandibole, spesso con una distanza maggiore della larghezza delle mandibole alla loro base. La volsella dei genitali maschili è fortemente allargata e protrusa apicalmente oltre il gonostilo. Gli scleriti sono in genere neri o marrone chiaro nei bordi distali ma non sono mai marcati con colori giallo lucido, rosso o metallico. Le ali possono essere da trasparenti o fortemente scurite ma mostrano raramente riflessi fortemente metallici. Le ali posteriori sono prive del lobo jugale. Le femmine dei bombi hanno 12 segmenti antennali (scapo, pedicello e 10 flagellomeri) e 6 tergiti e sterniti gastrali visibili. I maschi hanno 13 segmenti antennali (11 flagellomeri) e 7 tergiti e sterniti gastrali visibili.

I bombi sono insetti grandi e robusti (lunghezza del corpo 7-27 mm). Il loro corpo ha una densa copertura di peli piumosi lunghi e variamente colorati, sebbene siano ridotti o assenti su alcune parti della superficie ventrale del gastro, del propodeo, della faccia anteriore del primo tergite e del capo. Il clipeo e le parti laterali della faccia sono sempre di colore nero.

## Distribuzione

Nella regione paleartica sono presenti 53 specie europee e 117 asiatiche di Bombinae (Pouvreau, 1984), la metà delle quali è localizzata nelle aree montane, con alcuni gruppi endemici nelle montagne asiatiche (Sakagami e Yoshikawa, 1961). Nella regione nearctica (America Settentrionale) si rinvencono 50 specie (Pouvreau, 1984). Nell'emisfero sud e nelle zone tropicali, le aree di diffusione dei bombi sono molto più limitate: circa 30 specie si trovano nell'America centrale e meridionale; in Africa le loro aree di diffusione sono strettamente localizzate nelle regioni litorali settentrionali e nord-orientali. In Oceania non troviamo bombi autoctoni, ma a partire dal 1885, alcune specie sono state introdotte in Nuova Zelanda dalla Gran Bretagna (Alford, 1975).

I bombi sono gli unici insetti sociali la cui distribuzione si estende fino alle regioni artiche (Skorikov, 1937; K.W. Richards, 1973; Sakagami, 1976). In queste regioni climaticamente sfavorevoli i bombi sono caratterizzati da un'attiva termoregolazione e da una densa pelosità che li rendono ben adattati al freddo (Pouvreau, 1984). Secondo vecchi autori (Friese, 1904; Sparre-Schneider, 1909; Friese e Wagner, 1912), tali specie tenderebbero ad una vita solitaria, in quanto la brevità della stagione non permetterebbe alle regine di produrre operaie; tuttavia, studi successivi (O.W. Richards, 1931; Hasserlot, 1960; Løken, 1961, 1973; K.W. Richards, 1973) hanno confermato in molte specie la presenza di operaie, seppur in basso numero, mentre la loro assenza in *Bombus hyperboreus* Schönherr, 1809 è stata spiegata come un fenomeno di parassitismo a scapito di *B. polaris* Curtis, 1835 (Milliron e Olivier, 1966; K.W. Richards, 1973).

Per quanto riguarda la loro distribuzione verticale, i bombi sono presenti dal livello del mare fino a 4250 m di altitudine (a ovest dell'Himalaya), variando notevolmente per taglia e densità della pubescenza. Tuttavia, benché le specie d'altitudine siano più pelose, non è chiara l'esistenza di una correlazione tra pelosità e altitudine, in quanto una densa peluria è presente anche e soprattutto nelle forme forestali (Pouvreau, 1984).

## CICLO DELLA COLONIA

### Ricerca del nido e formazione della colonia

In primavera, in coincidenza con le prime fioriture, le regine escono dai ricoveri in cui hanno trascorso l'inverno (fig. 1 e 2). La comparsa delle diverse specie non è sincrona, ma è regolata dalla temperatura esterna e dalla profondità nel terreno dei siti di svernamento. Infatti il progressivo innalzamento della temperatura determina un riscaldamento del terreno i cui effetti si ripercuotono sulle regine in letargo. In base al momento di emersione si usa distinguere le specie in: "precoci" (es. *B. pratorum*, *lucorum*, *terrestris*), "intermedie" (es. *B. lapidarius*) e "tardive" (es. *B. pascuorum*, *hortorum*, *sylvarum*).

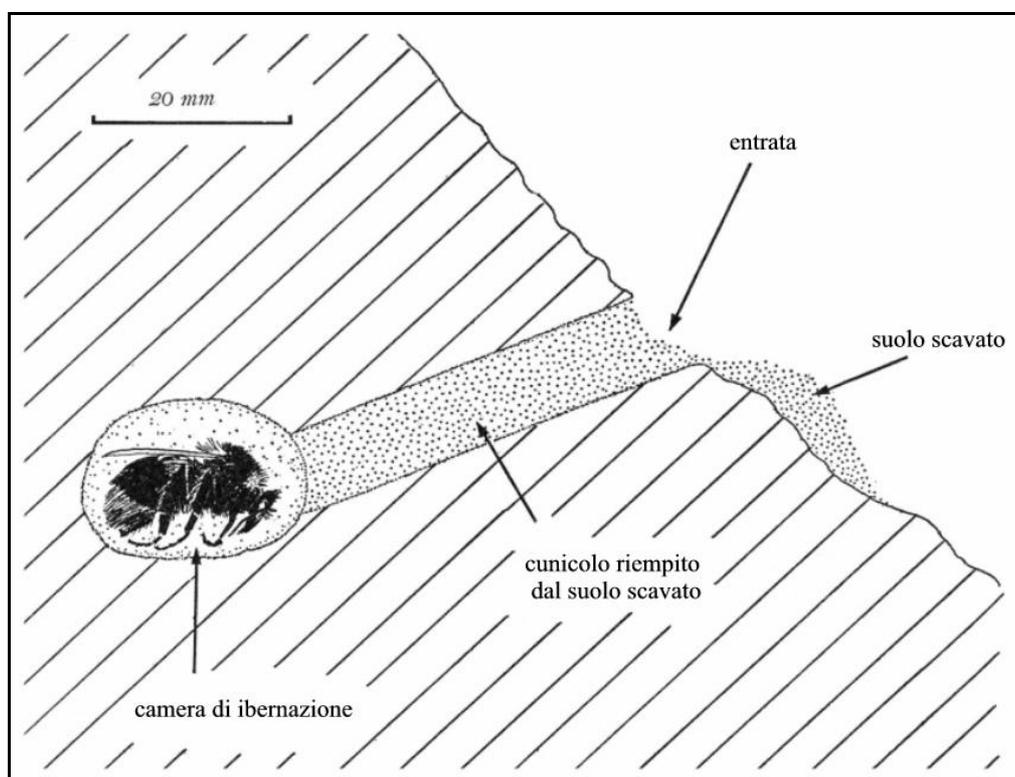


Fig. 1 - Sezione del sito di svernamento di *Bombus hortorum* (da Alford, 1975).

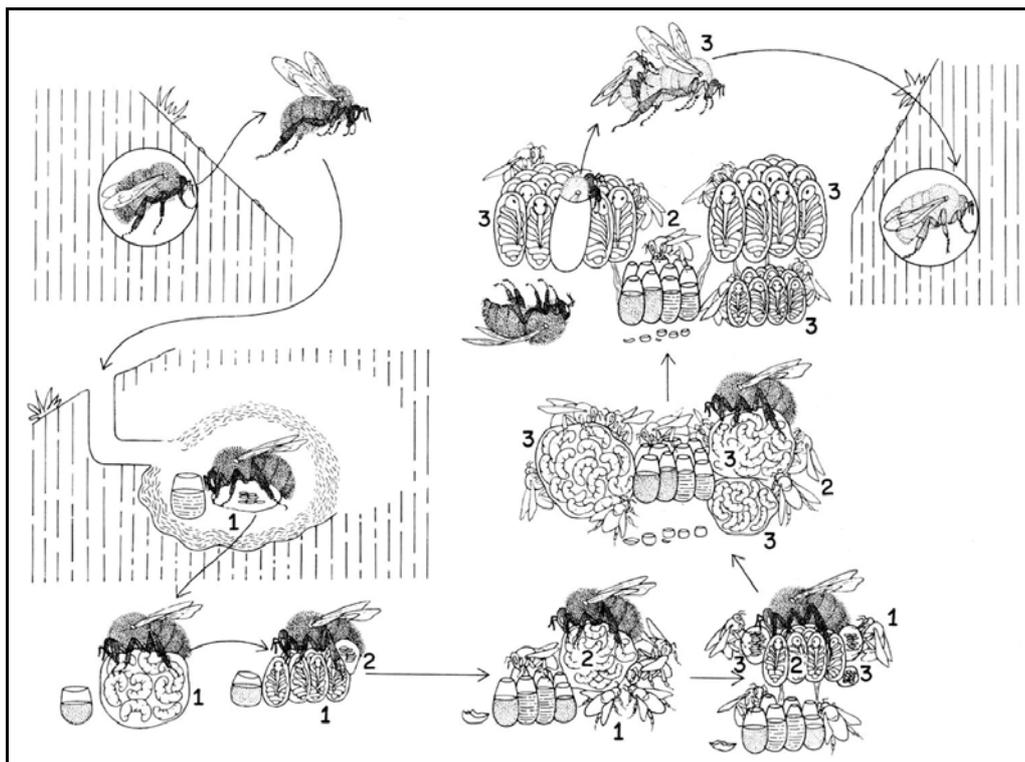


Fig. 2 - Diagramma del ciclo della colonia: emersione della regina dall'ibernazione (in alto a sinistra); nuove regine (punteggiato chiaro in alto a destra) che emergono dai bozzoli della terza covata (uova in basso a destra); accoppiamento e di nuovo ibernazione (in alto a destra). Notare lo sviluppo dell'individuo a partire dall'uovo, che diventa pupa e infine adulto, e il riutilizzo dei bozzoli vuoti per immagazzinare miele o polline; il diagramma mostra anche la produzione di due covate di operaie (1 e 2) e una di sessuati (3), questi ultimi derivanti da tre diversi gruppi di uova (da Heinrich, 1979).

Durante i primi giorni, la regina si scalda progressivamente sul terreno prima di prendere il volo per bottinare e si nutre abbondantemente di polline e nettare. Dopo un periodo di alimentazione di 2-4 settimane, i suoi ovarii cominciano a svilupparsi e compaiono i primi ovociti; a questo punto essa va alla ricerca di un sito idoneo per la costruzione del nido. È in questo periodo di ripresa dell'attività che le regine dei bombi sono più facili da osservare: volano radenti al suolo, lungo le siepi, le scarpate, le macchie e si posano, di quando in quando, per esaminare più attentamente un certo luogo, mentre durante la notte trovano rifugio nel muschio o tra l'erba.

La regina pone molta cura nella ricerca del sito, impiegando anche più di una settimana per localizzare il posto adatto. La scelta dipende dalla specie in questione: la maggior parte (*B. hortorum*, *lapidarius*, *lucorum*, *subterraneus*, *terrestris*) costruisce il nido generalmente in tane abbandonate di piccoli mammiferi, a una profondità non superiore a 1 m, mentre altre specie (*B. pascuorum*, *runderarius*, *sylvarum*) nidi-

ficano abitualmente sotto ciuffi d'erba o sotto i muschi e talvolta sotto i cespugli. Tuttavia alcune di queste specie nidificano indifferentemente in superficie o sotto terra, nei nidi di uccelli abbandonati, nei vecchi tronchi d'albero, ecc. Questa variabilità nella scelta dei siti di nidificazione mette in evidenza la capacità di adattamento dei bombi ai cambiamenti dell'ambiente.

Dopo aver scelto il nido, la regina compie dei voli circolari sempre più ampi per orientarsi e localizzarne l'entrata, che in alcuni casi viene camuffata con materiale vegetale per proteggere il nido da possibili nemici.

La grandezza e la forma del nido dipendono spesso dalle dimensioni del luogo in cui è stato edificato; i materiali di rivestimento sono in gran parte di origine vegetale (fili d'erba, foglie, muschi) o provengono dal primitivo occupante (borre, piume, ecc.). Il tipo di nido edificato non è mai comunque stereotipato, soprattutto per la capacità da parte dei bombi di utilizzare al meglio lo spazio disponibile scelto dalla femmina fondatrice.

All'interno del nido (fig. 3), la regina ricava al centro del materiale accumulato una piccola cavità sferica di 3-4 cm di diametro dove depone un ammasso di polline, sul quale successivamente depone le uova; queste verranno ricoperte da una volta di cera, che costituirà la camera larvale. In prossimità dell'ingresso della camera essa costruisce un vaso di cera per l'immagazzinamento del miele, che le serve sia per produrre calore per lo sviluppo della covata che come riserva quando non può uscire a bottinare, ad esempio a causa del maltempo.

La regina depone sull'ammasso di polline 8-16 uova che vengono ricoperte da uno strato ceroso; l'ovideposizione non è continua, ma scaglionata in un periodo di 48-72 ore, con modalità che variano secondo la specie. Dopo la deposizione della prima serie di uova, la regina passa la maggior parte del tempo a covare e non abbandona il nido se non saltuariamente, nelle ore più calde della giornata, per l'approvvigionamento di polline e di nettare.

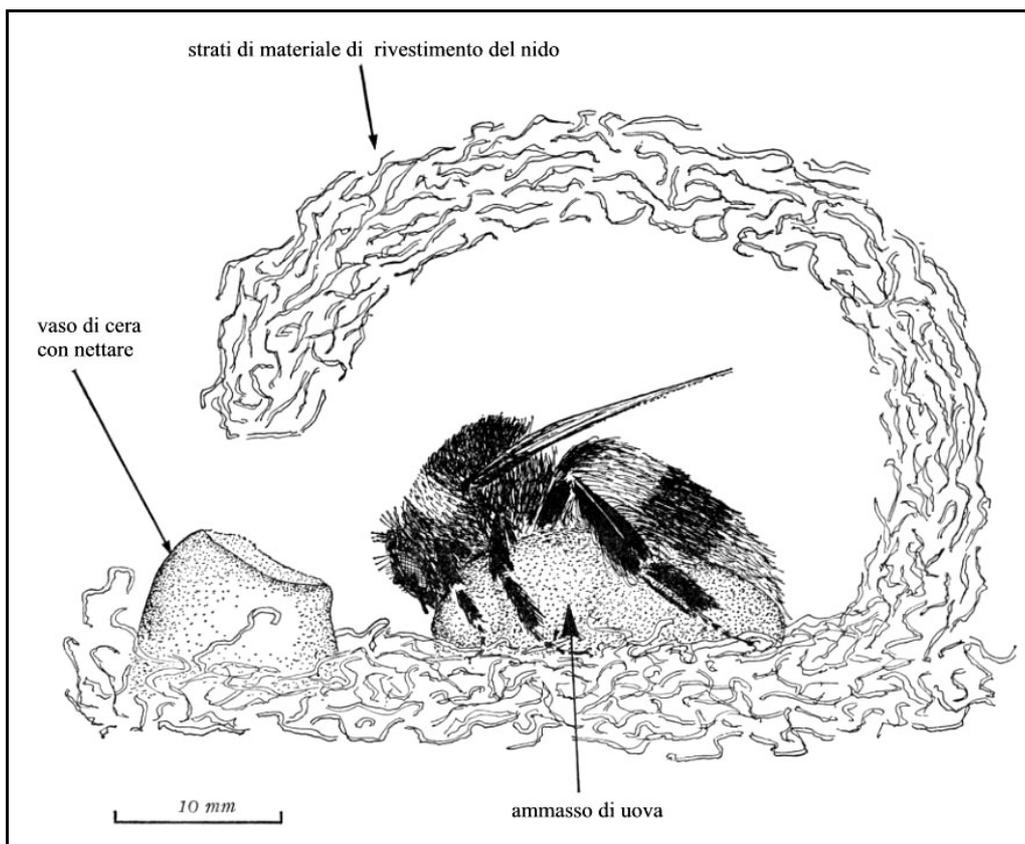


Fig. 3 - Sezione di un nido di *Bombus terrestris* con la regina nella posizione assunta per incubare la covata di uova (da Alford, 1975).

### Nutrimiento delle larve

Le diverse specie di bombi, sulla base delle differenti modalità di nutrimento delle larve, si dividono in:

- “pocket makers” (*fabbricanti di tasche*),
- “pollen storers” (*immagazzinatrici di polline*).

Le specie del primo gruppo, tutte appartenenti alla sezione *Odontobombus* (Alford, 1975), si distinguono per la costruzione di alcune “tasche” cerose alla base della camera larvale dove le operaie, di ritorno dal volo di bottinaggio, depositano le mascherelle di polline (fig. 4, A, B, C; fig. 6). L'alimento, pressato all'interno della camera, diviene più abbondante al centro; pertanto, pur nutrendosi indipendentemente, le larve in posizione centrale saranno favorite per una maggiore disponibilità di cibo. Verso lo stadio finale dello sviluppo larvale la regina pratica un foro nella camera di

covata e vi rigurgita una mistura di polline e nettare. Questo sistema di nutrimento causa un'alta competizione tra le larve, le quali possono presentare alla fine dello sviluppo una notevole variabilità nelle dimensioni. Esso è tipico degli Apoidei non sociali ed è in genere considerato primitivo.

Le specie “pollen storers” (appartenenti alla sezione *Anodontobombus*), invece, depositano il cibo, costituito da una miscela di polline e miele in vasi separati dalla camera larvale; regina e operaie, dopo aver praticato un foro attraverso l'involucro ceroso, nutrono direttamente le larve mediante rigurgito (fig. 4, D; fig. 6). Non c'è quindi in questo caso competizione tra le larve, che, alla fine del loro sviluppo, presenteranno all'incirca tutte le stesse dimensioni.

Durante i primi 3 giorni dello stadio larvale, le larve che daranno regine e operaie sono ancora indifferenziate. Si ritiene che la casta sia determinata dalla modalità di nutrimento e, in particolare, dalla quantità e dalla frequenza di cibo.

### **Sviluppo delle larve**

La durata dello sviluppo larvale è diversa sia tra le specie che tra le caste della stessa specie. Si è visto ad esempio che in *B. terrestris* occorrono 13 giorni per le regine, 11 per i maschi e 9 per le operaie.

Man mano che le larve crescono, la regina secerne altra cera per mantenere l'involucro ceroso che protegge la covata. Le larve si sviluppano rapidamente e subiscono 5 mute, infine cessano di alimentarsi e si preparano alla ninfosi, tessendosi ognuna un bozzolo di seta, che induriscono con i propri escrementi. Così, benché rimanga nella stessa camera, ogni larva si isola completamente dalle altre compagne (fig. 5). Risulta praticamente impossibile distinguere i bozzoli che contengono i maschi da quelli che contengono le operaie, mentre quelli delle giovani regine si riconoscono perché sono più grandi.

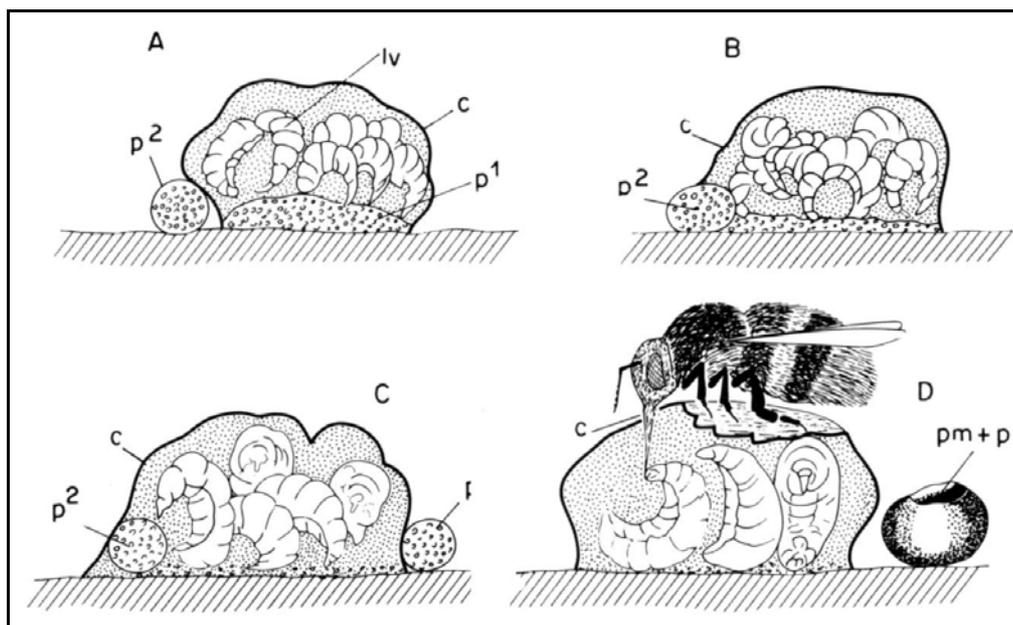


Fig. 4 - Struttura schematizzata di una cella larvale in un nido di *Bombus*.

A, B, C: alimentazione larvale del tipo pocket makers (*Bombus pascuorum*) in cui la regina aggiunge all'ammasso di polline iniziale ( $p^1$ ), sul quale aveva depositato le proprie uova, delle tasche cerose di polline supplementare ( $p^2$  e  $p^3$ ) che saranno integrate nella camera larvale man mano che le larve crescono.

In D l'altro modo di alimentazione, del tipo pollen stores, per via boccale attraverso un'apertura nella camera cerosa (c). Il miele e il polline vengono immagazzinati nei depositi di cera esterni alla camera larvale (pm+p) (da Pouvreau, 1984).

Ogni casta ha una durata dello stadio pupale identica a quella dello stadio larvale. Così in *B. terrestris*, ad esempio, dalla deposizione dell'uovo (e aggiungendo i 4 giorni necessari per la sua schiusa) al raggiungimento dello stadio adulto, occorrono 30 giorni per le regine, 26 per i maschi e 22 per le operaie.

Gli adulti che sfarfallano escono dal bozzolo lacerandolo, aiutati dalla regina e dalle operaie. La colorazione tipica, la folta peluria nonché la rigidità delle ali dell'adulto si completano nel giro di poche ore.

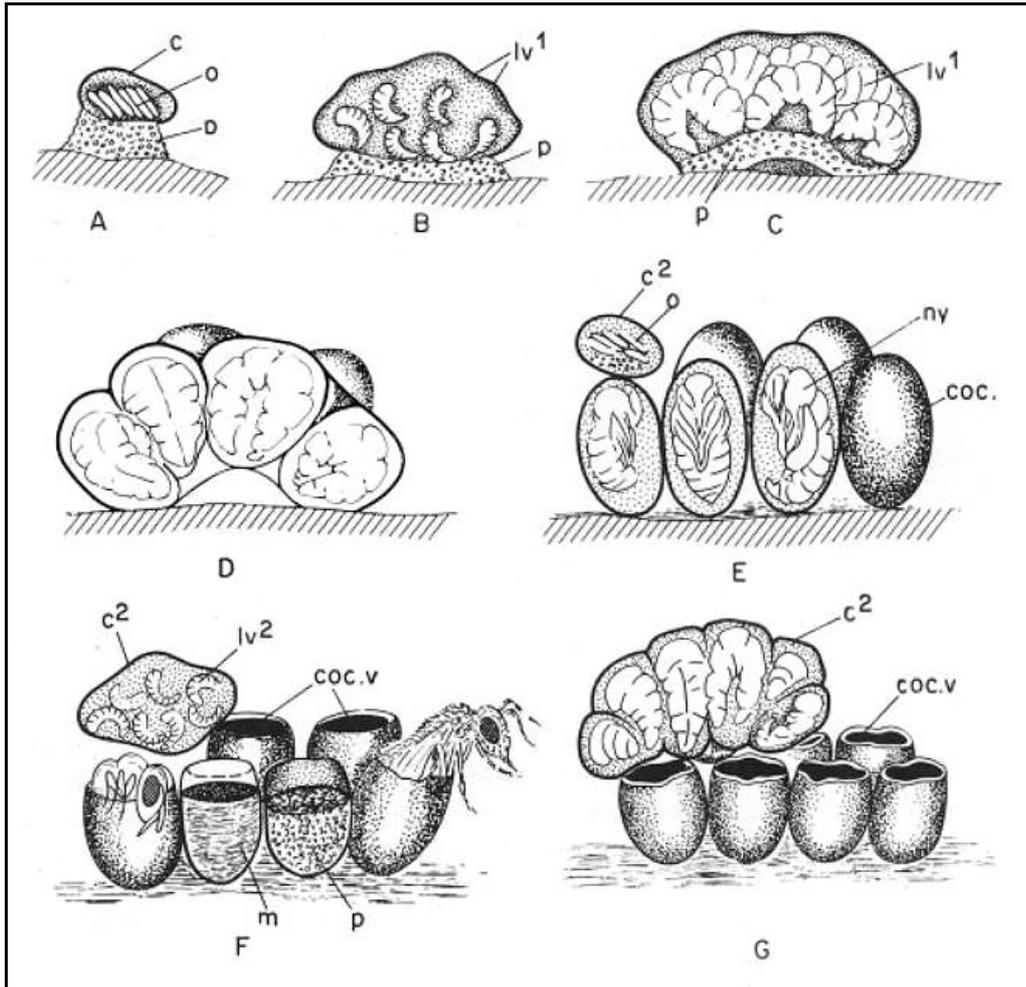


Fig. 5 - Schematizzazione dell'evoluzione di una cella larvale di *Bombus*.  
 A: fase iniziale che segue la deposizione delle uova (o) su di un ammasso di polline (p) protetto da una volta di cera (c) che diventerà la cella larvale.  
 B, C: crescita delle larve di prima generazione ( $lv^1$ ).  
 D: stadio preninfale, le larve cominciano ad isolarsi in un bozzolo di seta.  
 E: le larve sono trasformate in ninfe (ny) e i bozzoli sono ormai indipendenti (coc). In questo stadio la regina costruisce una seconda cella larvale ( $c^2$ ).  
 Durante la crescita di queste nuove generazioni di larve (F,  $lv^2$ ), gli adulti di prima generazione sfarfallano e i bozzoli vuoti (F-G, coc.v) vengono utilizzati per immagazzinare miele (m) o polline (p) (da Pouvreau, 1984).

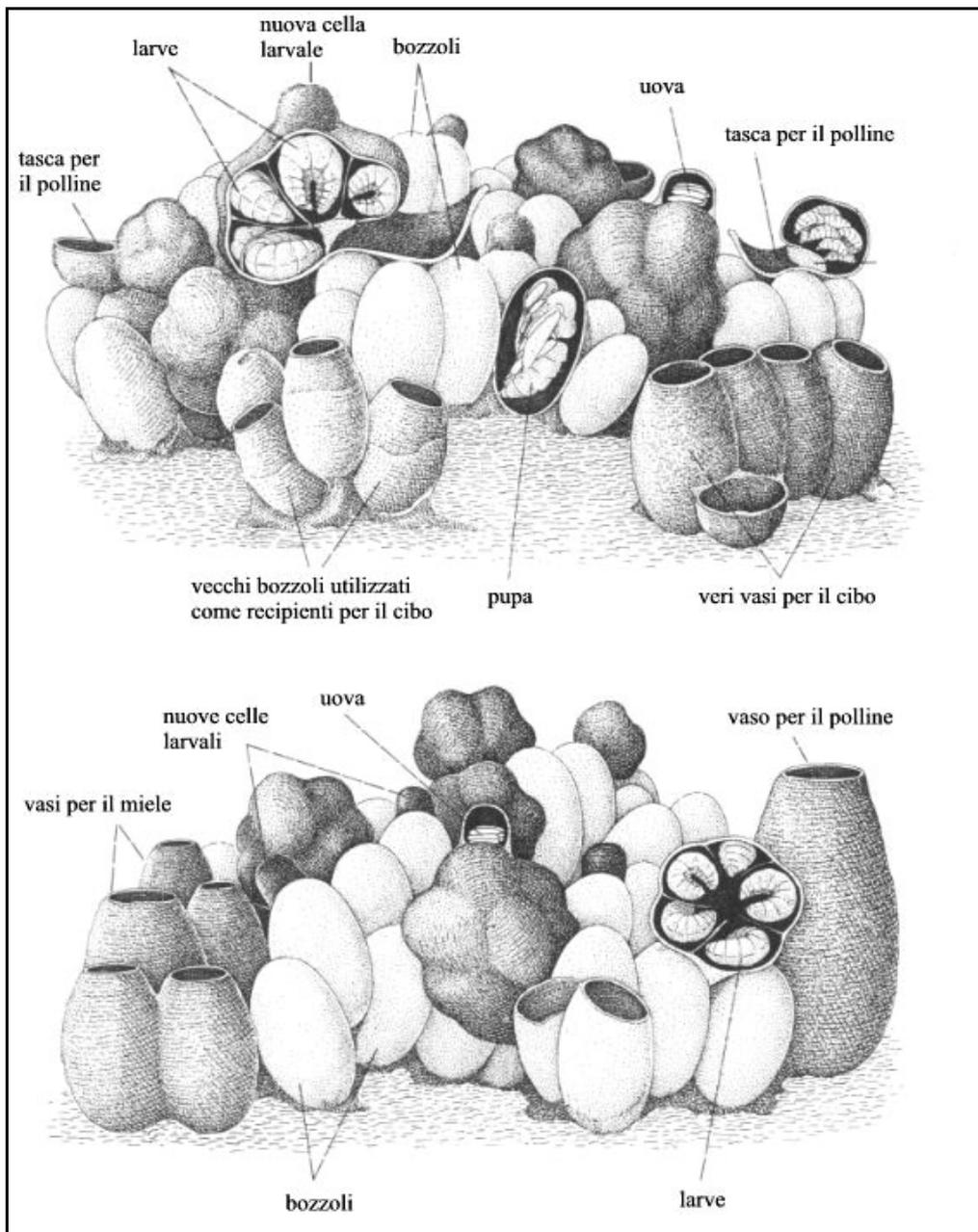


Fig. 6 - In alto: rappresentazione della covata di un bombo pocket makers. In basso: un bombo del tipo pollen storers (da Michener, 1974).

## Sviluppo della colonia

Dopo che la prima covata ha raggiunto lo stadio ninfale, la regina costruisce altre camere sulla sommità dei bozzoli già esistenti, utilizzando come materiale da costruzione un miscuglio di polline e cera riciclato dai bozzoli pupali (fig. 7). Quando anche le larve della seconda covata vanno in ninfosi, altre camere sono edificate sopra i gruppi di bozzoli, di modo che la covata si sviluppa un po' irregolarmente verso l'alto e verso l'esterno (fig. 6).

Fin dalla loro comparsa, le prime operaie cominciano ad aiutare la regina nella cura della covata e nell'attività di bottinaggio (fig. 8, 9): in tal modo la fondatrice si sottrae alla pericolosa attività esterna e resta sicura nel nido, dove continua a fabbricare celle e a deporre altre uova.

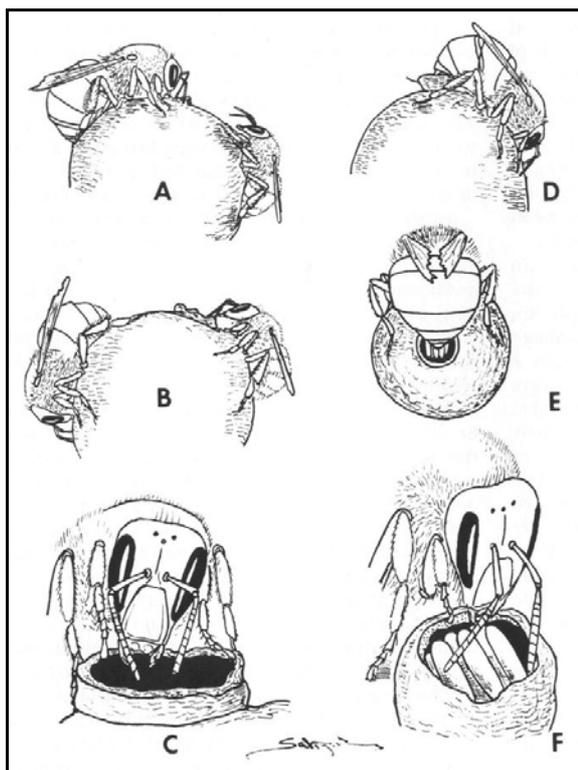


Fig. 7 - Costruzione delle celle e deposizione delle uova in un nido di bombi.

A, B, C: la regina, a volte in collaborazione con un'operaia, raschia la cera sopra una grossa cella contenente prepupae o pupae per costruirci sopra una nuova piccola cella per la deposizione delle proprie uova.

D, E: deposizione.

F: la regina chiude la nuova cella (da Sakagami e Zucchi, 1965 in Michener, 1974).

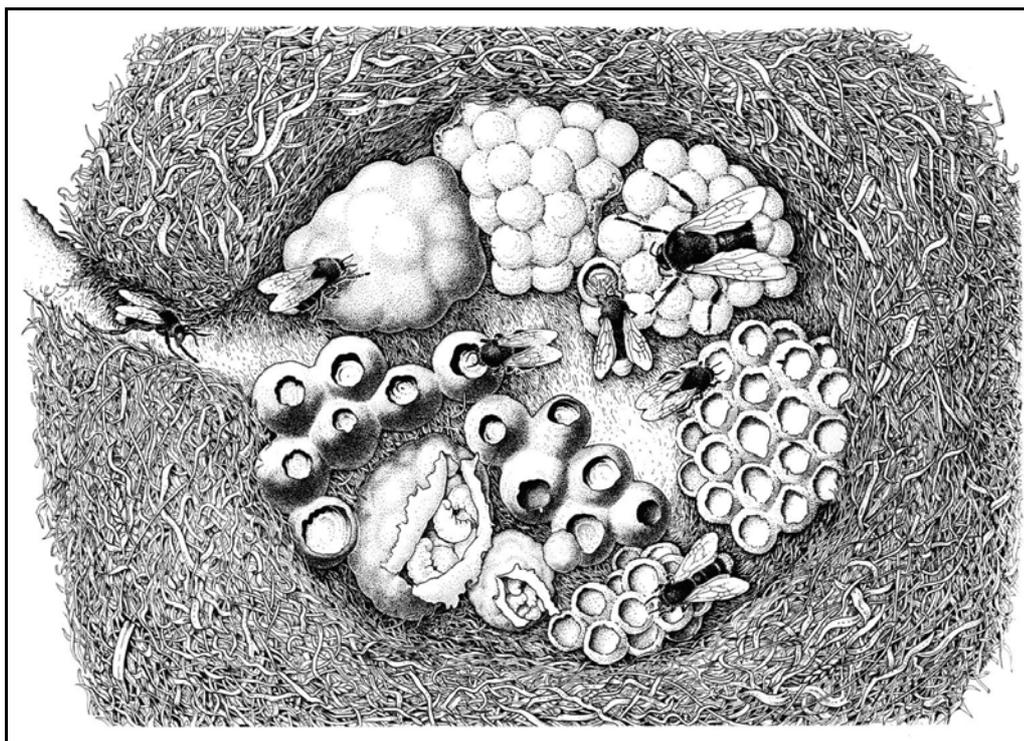


Fig. 8 - Visione schematica dell'interno di un nido di bombo (*B. lapidarius*), ricavato da un vecchio nido di topo. Le operaie (individui piccoli), appena dopo la comparsa, sono intente alla cura del nido. La grossa regina cova un gruppo di bozzoli dentro i quali si trovano pupe di operaie (una pupa è stata esposta per mostrare la sua posizione). In alto e in basso a sinistra vi sono gruppi di celle larvali; gli involucri cerosi in basso sono stati aperti per mostrare le larve al loro interno. Grossi contenitori di miele occupano le parti a sinistra e centrale della figura. In basso a destra vi sono gruppi di bozzoli abbandonati che sono usati per l'immagazzinamento di polline (da S. Landry in Wilson, 1976).

Man mano che la colonia si accresce, il ritmo di ovideposizione della regina aumenta. Il numero di uova deposte in ogni camera tende ad essere proporzionale al numero di bozzoli sottostanti in modo che il numero di uova deposte sia regolato dal numero di operaie che possono prendersi cura della covata. Questo sistema di produzione degli individui determina, nella prima fase di sviluppo della colonia, una crescita esponenziale.

Il numero di operaie di una colonia varia da 30-40 (*B. pascuorum*, *pratorum*) a 300-400, e anche oltre, per le specie più prolifiche (*B. lapidarius*, *terrestris*); tuttavia esistono differenze non solamente tra colonie di specie diverse, ma anche in colonie della stessa specie, nelle quali la dimensione varia nel corso della stagione, in dipendenza della fertilità della regina e delle condizioni trofiche e meteorologiche.

## **La produzione degli individui sessuati**

Quando la colonia ha raggiunto una certa densità di popolazione, inizia la produzione delle caste feconde; in tal modo, la comparsa dei primi individui sessuati annuncia il declino della regina e quindi della colonia.

Nei bombi il meccanismo di determinazione del sesso è aploidiploide e si basa sulla fecondazione o meno delle uova da parte della regina durante l'ovideposizione con cellule spermatiche immagazzinate nella spermateca al momento dell'accoppiamento: le uova fecondate producono regine e operaie (diploidi), quelle non fecondate producono maschi (aploidi).

Affinché una larva derivata da un uovo diploide possa svilupparsi in regina piuttosto che in operaia è necessario che riceva una maggiore quantità di cibo. In particolari condizioni della colonia, quando la gerarchia nell'interno del nido si destabilizza o quando la regina fondatrice muore, alcune operaie possono incominciare a ovideporre, ma le loro uova, essendo aploidi, non possono che produrre maschi.

Il momento in cui si verifica la cessazione della produzione di operaie e si passa a quella dei maschi (definito "switch point"; Duchateau e Velthuis, 1988) determina ovviamente il numero delle operaie presenti, e quindi la dimensione della colonia. La conoscenza dei fattori che inducono la regina a passare dalla produzione di uova diploidi a quella di uova aploidi è ancora frammentaria.

Per quanto riguarda la produzione di maschi, la regina sarebbe capace di modulare il tipo di uovo deposto in funzione del numero di operaie presenti o del rapporto del numero operaie-larve; altre ipotesi invece sostengono come possibile causa la distruzione di uova da parte delle operaie.

La produzione di nuove regine, determinata dalla quantità di cibo che una larva nata da un uovo diploide può ricevere, sarebbe in genere legata ai fattori che favoriscono l'alimentazione delle larve in regine, e quindi alla forza della colonia, alla quantità di scorte e alla presenza di larve di maschi, che richiedono minori cure e alimentazione.

In alcuni casi la transizione da operaie a sessuati non è così netta ma graduale; allora l'andamento della produzione diviene: operaie, operaie e maschi, maschi, maschi e regine, regine.

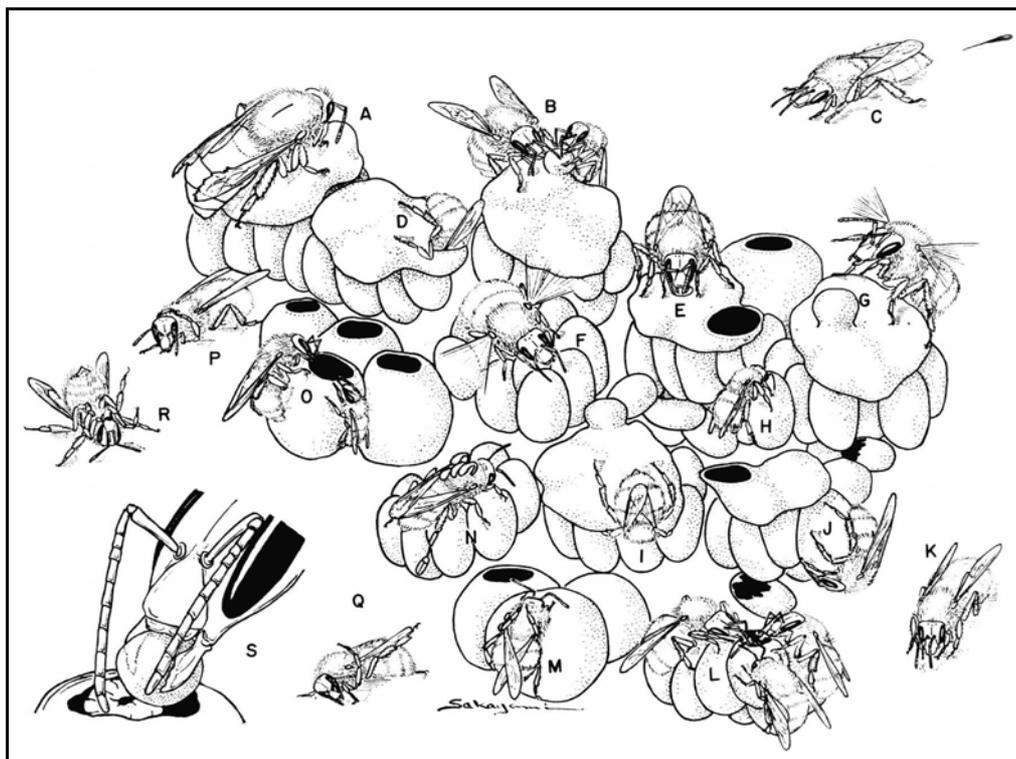


Fig. 9 - Schematizzazione della prole e degli adulti di *Bombus atratus* Franklin, 1913. A: regina (tutti gli altri individui mostrati sono operaie). B: grande e piccola operaia impegnate con una cella da uovo che si trova su un gruppo di grosse larve (e non su bozzoli come in gran parte delle specie nordiche). C: defecazione. D: compressione del polline in una tasca per il polline. E: ispezione in una cella larvale. F: ventilazione. G: debole dimostrazione di aggressività. H, I, J: cova. K: riposo al di fuori dell'area di cova. L: assistenza durante l'emersione di una nuova operaia. M: pulizia corporea. N: bottinatrice con pollinodi di un'orchidea sul torace. O: lavori sul contenitore di miele. P: grooming. Q, R: posizione di difesa osservate quando si apre un nido. S: alimentazione di una larva attraverso la parte superiore di una cella (ingrandita) (da Sakagami e Zucchi, 1965, in Michener, 1974).

### Differenze tra le caste

Nonostante le regine richiedano un periodo di sviluppo maggiore, talvolta risulta difficile distinguerle da un'operaia, soprattutto nella fase finale del ciclo della colonia. A livello morfologico, a volte, solo la taglia è l'elemento diagnostico (fig. 9): la differenza è netta in alcune specie (*B. terrestris*, *lapidarius*), ma in altre è difficile distinguere una grossa operaia da una regina piccola (*B. pascuorum*). Ovvie differenze tra regine e operaie possono essere individuate in alcuni caratteri fisiologici e

comportamentali. Ad esempio, le regine, diversamente dalle operaie, si accoppiano, svernano, e rappresentano la sola casta che dà vita alla colonia in primavera.

Le operaie presentano un notevole polimorfismo dimensionale che può essere messo in relazione con l'età e la dimensione della colonia, il biotopo e la posizione della larva durante il suo sviluppo nella cella larvale. Durante gli stadi iniziali della colonia le operaie sono in media più piccole rispetto a quelle successive, perché inizialmente solo la regina, o comunque poche operaie, provvedono ad accudire le larve, per cui l'apporto di cibo risulta naturalmente più scarso.

Le operaie possono vivere da 3 a più di 8 settimane, secondo la stagione e la mansione svolta nella colonia: le bottinatrici sopravvivono ovviamente meno delle sorelle che si occupano del nido, essendo la loro morte causata principalmente sia da fattori climatici sfavorevoli (e tra questi essenzialmente dal vento) che dalla predazione.

Tutti i fattori che influenzano le differenze di taglia nell'ambito di una stessa casta agiscono naturalmente, seppure in misura minore, anche sulla taglia dei maschi.

### **Comportamento dei sessuati**

I maschi, che generalmente emergono prima delle nuove femmine, lasciano il nido 4-7 giorni dopo la loro comparsa e non vi fanno più ritorno. La loro attività per quanto riguarda la vita all'interno della colonia è estremamente ridotta, limitandosi all'incubazione delle uova. Una volta usciti, provvedono indipendentemente alla loro sussistenza, cercandosi – a volte in gruppo – un rifugio durante la notte o il maltempo, dentro i fori, tra le pieghe dei tronchi, sotto le foglie ecc. Lo scopo ultimo dei maschi è l'accoppiamento, che può avvenire più volte (Pouvreau, 1984) durante le loro 3-4 settimane di vita.

Le nuove regine, nei primi giorni dopo lo sfarfallamento, rimangono nel nido, curandolo e incubando le uova. Dopo alcuni giorni escono per accoppiarsi; generalmente si accoppiano una volta sola. Talora le regine, dopo l'accoppiamento, possono far ritorno nel nido, dove si comportano come operaie interne; non provvedono a bot-

tinare se non per se stesse, o lo fanno solo nel caso in cui la regina fondatrice è morta o ha perso la dominanza; in questo caso è possibile anche che depongano uova.

I costumi di accoppiamento variano secondo la specie. L'accoppiamento si effettua generalmente in volo, ma può accadere che i maschi seguano le femmine sin dentro il loro nido. Mentre i maschi di *runderarius* e di *subterraneus* volano intorno all'entrata del nido e attendono l'uscita delle giovani femmine, nella maggior parte delle specie i maschi presentano un comportamento peculiare: essi volano lungo percorsi determinati, in una processione apparentemente interminabile, arrendendosi a tratti per marcare un sito con sostanze odorose che hanno il potere di attrarre le femmine. Queste tracce odorose (feromoni sessuali) sono caratteristiche per ogni specie e vengono prodotte dai lobi cefalici delle ghiandole labiali. La funzione biologica di questi percorsi stabiliti dai maschi è quella di poter manifestare a una giovane femmina della stessa specie che penetra nei loro territori un invito all'accoppiamento.

In alcuni casi è possibile che, per condizioni climatiche avverse, i maschi possano accoppiarsi anche dentro il nido con le loro sorelle (Reinig, 1970). Differenze nella scelta dell'habitat e nel comportamento di volo tra le varie specie di bombi possono costituire un importante fattore per il loro isolamento specifico.

### **La fine della colonia**

Normalmente, dopo la comparsa delle nuove femmine, la colonia si avvia verso il disfacimento. La ragione di ciò è che dopo la produzione e l'allontanamento dei sessuati la colonia non ha più ragione di esistere.

La regina fondatrice comincia a perdere dominio sulle operaie e la società perde organizzazione e gerarchia. Le operaie assumono un comportamento aggressivo, iniziano a deporre uova e si mostrano oofaghe verso quelle deposte dalla regina.

Solo poche operaie e qualche nuova regina rimangono nel nido, il quale si va raffreddando per via dell'esiguo numero delle frequentatrici.

A volte la colonia può decadere precocemente; la causa può essere la prematura morte della regina fondatrice, o un eccessivo sfruttamento delle riserve o, ancora, un'invasione di parassiti.

## **Svernamento**

Lo svernamento delle regine avviene a partire da un dato periodo dell'estate o dell'autunno e può protrarsi per 4-8 mesi, secondo le specie e l'habitat.

Dopo la fecondazione le femmine si prodigano in una intensa attività bottinatrice sui fiori, indispensabile per formare ed accrescere i *corpi grassi*, che costituiscono la riserva per superare i rigori dell'inverno.

I siti prescelti sono costituiti o da ripari naturali (tane, fessure, ecc.) o sono scavati direttamente dalle regine. Alcune specie (*B. lucorum*, *terrestris*) si localizzano preferibilmente sotto la lettiera o i muschi, piuttosto superficialmente, mentre altre (*B. hortorum*, *lapidarius*, *pascuorum*, *pratorum*, ecc.) si interrano a profondità di 5-20 cm. Le regine di *lucorum* e *terrestris* sono più frequenti alla base di alberi o di ceppi nelle zone boschive, mentre quelle di *hortorum* e di *lapidarius* mostrano preferenze per le scarpate e i terreni in pendenza, pur non disdegnando siti sotto i muschi al piede di tronchi d'albero. Generalmente il rifugio viene scelto in un ambiente ben drenato ma con un certo grado di umidità, con un'esposizione nord-ovest per evitare un surriscaldamento nel periodo invernale, che potrebbe far anticipare l'emersione della regina.

## **Parassitismo sociale**

Le regine emerse dallo svernamento e alla ricerca di un sito adatto alla nidificazione possono, in taluni casi, appropriarsi di un nido già stabilito da altre. Questo comportamento, chiamato "usurpazione", consiste in un vero e proprio combattimento al termine del quale una delle due regine, se non entrambe, muore. Il fenomeno si verifica maggiormente dove è più elevata la competizione per i siti di fondazione della colonia.

Secondo Richards (1927) l'usurpazione da parte di una specie è più frequente ai margini settentrionali della sua distribuzione, dove le regine emergono relativamente più tardi; la specie vittima, con centro di diffusione più settentrionale, sarebbe in questo caso parzialmente simpatica e con emersione più precoce. Questa ipotesi

non sarebbe sempre valida: infatti si conoscono casi in cui è la specie meridionale a subire l'invasione, come *B. subterraneus* che viene invaso da *B. distinguendus* Morawitz, 1869 (Alford, 1975).

Benché l'usurpazione interessi individui sia della stessa che di specie differenti, normalmente le specie coinvolte appartengono allo stesso sottogenere: ad esempio, una specie ben conosciuta come usurpatrice è *B. terrestris*, che invade i nidi di *B. lucorum*.

Dagli studi condotti da Richards (1975) è emerso che circa il 10% dei nidi viene usurpato. In generale le regine più grandi tendono ad invadere i nidi di regine più piccole (Voveikov, 1953). L'usurpazione avviene in genere una volta sola ma in alcuni casi sono state osservate nello stesso nido numerose regine morte a causa di spodestamenti multipli successivi, che determinano una crescita irregolare della colonia, in quanto compromettono il normale sviluppo delle larve.

La percentuale di successo della regina usurpatrice e di quella fondatrice è simile. Quando l'intrusa ha successo si appropria della covata e la alleva come se fosse la propria. Se nel nido attaccato già sono presenti le operaie, allora l'invasione raramente riesce. Non sono mai stati osservati casi di coesistenza delle due regine: questo potrebbe confermare la radicata monoginità dei bombi.

Un altro caso molto interessante, ma ancora poco conosciuto, è dato dalla rara specie di *B. inexpectatus* descritta da Tkalcu nel 1963. Non essendo mai state rinvenute operaie di questa specie, si pensa che la sua sopravvivenza sia completamente legata all'usurpazione nei confronti di *B. ruderarius*, specie molto affine (Yarrow, 1970).

### **Cenni di biologia di *Psithyrus***

Il parassitismo sociale tra una specie usurpatrice di *Bombus* e il suo ospite è, salvo alcuni casi, del tutto opzionale. Invece, il genere *Psithyrus* dipende interamente da altri bombi per la sua esistenza. Infatti, le femmine di *Psithyrus* non hanno un apparato di raccolta del polline e non producono cera né hanno una propria casta di operaie; sono pertanto incapaci di fondare una colonia e, per dare origine alla succes-

siva generazione, devono necessariamente invadere un nido di *Bombus* già avviato, affidando alle operaie di *Bombus* l'allevamento delle proprie larve, che daranno origine a maschi e a regine.

Le regine di *Psithyrus* emergono in primavera più tardi rispetto ai loro ospiti, quando questi hanno già stabilito il nido. Inizialmente esse trascorrono molto tempo sui fiori, alimentandosi sia di polline che di nettare, finché i loro ovari non si sono sviluppati; solo allora si mettono alla ricerca dei nidi dei bombi. Probabilmente il momento migliore per l'invasione del nido si ha quando sono emerse le operaie dei bombi della prima covata; in questo stadio infatti, la colonia sembra essere meno aggressiva. Se la regina di psitiro entra nel nido quando ancora le operaie non sono nate, la regina di bombo può abbandonare il nido.

Sebbene ciascuna specie di *Psithyrus* sia associata generalmente a una sola specie di *Bombus* (tabella 1), alla quale è simile per la colorazione, in alcuni casi lo psitiro è in grado di occupare nidi di specie diverse, di solito appartenenti allo stesso sottogenere.

Per localizzare i nidi, le femmine degli psitiri seguono il caratteristico odore emesso dalla colonia ospite (Frison, 1930). Una volta entrato nel nido, lo psitiro assume un atteggiamento tranquillo, con le zampe aderenti al corpo; questo comportamento serve per farsi accettare dalla colonia. Nonostante ciò, la sua entrata può provocare uno stato di grande eccitazione tra i componenti della colonia, per cui le operaie non solo si precipitano sull'intrusa per ucciderla ma si battono anche tra loro e con la loro stessa regina e alla fine molte operaie possono rimanere uccise (Van Honk *et al.*, 1981).

Solo quando la colonia è numerosa, la femmina di *Psithyrus* può essere assalita dalle operaie dei bombi, ma raramente viene uccisa perché essa possiede caratteristiche anatomiche (cuticola più spessa di quella dei bombi, membrane intersegmentali più rigide e più resistenti, in particolare nelle regioni più vulnerabili) che le permettono di resistere all'attacco (Pouvreau, 1973).

Tab. 1 - Relazione del parassitismo sociale tra *Psithyrus* e *Bombus* (da Rasmont, 1988).

<i>Psithyrus</i>	Ospite abituale ( <i>Bombus</i> )	Ospite occasionale ( <i>Bombus</i> )
<i>barbutellus</i>	<i>hortorum</i>	<i>hypnorum</i>
<i>bohemicus</i>	<i>lucorum</i>	
<i>campestris</i>	<i>pascuorum</i>	<i>humilis, pomorum, pratorum</i>
<i>flavidus</i>	<i>jonellus, monticola?</i>	
<i>maxillosus</i>	<i>ruderatus, argillaceus</i>	
<i>norvegicus</i>	<i>hypnorum</i>	
<i>perezi</i>	<i>terrestris</i> ssp. <i>xanthopus</i>	
<i>quadricolor</i>	<i>soroensis</i>	
<i>rupestris</i>	<i>lapidarius, sicheli</i>	<i>sylvarum, pascuorum</i>
<i>sylvestris</i>	<i>pratorum</i>	
<i>vestalis</i>	<i>terrestris</i>	

Se l'invasione ha avuto successo, lo psitiro tende inizialmente a evitare ogni contatto con la regina di bombo nascondendosi tra i bozzoli o altri materiali (Van Honk *et al.*, 1981). Ciò consente all'inquilino di acquisire il caratteristico odore della colonia, confondendosi così con i suoi membri e integrandosi con essi. A volte la regina di *Psithyrus*, probabilmente per affermare la propria dominanza (Alford, 1975), può avere un comportamento aggressivo nei confronti delle operaie, senza comunque arrivare ad arrecare seri danni (Van Honk *et al.*, 1981), anche se a volte può essere uccisa la regina di bombo.

Insediatasi nel nido, la femmina di *Psithyrus* spesso distrugge la covata del suo ospite e, utilizzando materiale recuperato, costruisce celle di cera e vi depone le uova. Essa può trovarsi anche nella condizione di dover impedire la deposizione da parte delle operaie (quando la regine di bombo non è presente); provvede a ciò con i propri feromoni, la cui azione inibente è minore rispetto a quella dei feromoni delle regine di bombo. Per questo, nel giro di circa tre settimane le operaie possono cominciare a deporre entrando così in competizione con lo psitiro e comportandosi in modo aggressivo tra di loro fino a uccidere le loro uova e le giovani larve (Van Honk *et al.*, 1981).

Lo psitiro non rivolge nessuna cura alla propria progenie, che viene invece rifornita di miele e polline dalle operaie dei bombi.

Lo sviluppo degli psitiri è simile a quello dei bombi. Le caste sessuate degli psitiri emergono prima di quelle dei loro ospiti. Il loro numero è in relazione non solo con la potenzialità riproduttrice della regina, ma anche con il ciclo della specie ospite e la dimensione della colonia, (Van Honk *et al.*, 1981). Varie osservazioni riportano che il numero dei maschi prodotti è il doppio delle femmine (Alford, 1975).

Le giovani femmine rimangono nel nido per lungo tempo. Dopo l'accoppiamento, che può avvenire sia nel nido che all'esterno lungo i territori marcati dai maschi (Haas, 1949, 1952), le nuove regine si mettono alla ricerca di un sito per lo svernamento, mentre i maschi, più facili da vedere mentre bottinano sui fiori, muoiono prima dell'inverno.

A causa dell'usurpazione del nido, spesso l'evoluzione della colonia di *Bombus* si interrompe, sia per la distruzione dei primi stadi, sia per l'inibizione della covata da parte della regina di *Psithyrus* quando le due regine coabitano (Pouvreau, 1973).

### **Rapporto filetico *Psithyrus-Bombus***

Per quanto concerne la modalità di evoluzione, ci sono ormai pochi dubbi che il genere *Psithyrus* derivi dal genere *Bombus*, ma il problema della sua origine mono- o polifiletica è stato ripetutamente trattato: alcuni autori sostengono infatti l'ipotesi di un'origine polifiletica, cioè che le specie di *Psithyrus* si siano evolute attraverso due o più linee evolutive, altri quella monofiletica di *Psithyrus*, cioè a partire da un antenato comune.

Essendo i contributi sull'argomento numerosi, se ne citano soltanto alcuni. Secondo O.W. Richards (1927) il comportamento inquilino degli psitiri sarebbe il risultato di una specializzazione dell'usurpazione; il fatto che questa coinvolga anche regine di bombi, della stessa specie o una affine, potrebbe suggerire che l'origine degli psitiri sia polifiletica. Inoltre, il modello cromatico delle specie di *Psithyrus* che assomiglia, in alcuni casi, a quello dei loro ospiti, ha indotto diversi autori a ritenere che tali somiglianze siano il risultato di una relazione genetica per la quale ciascun

parassita deriverebbe direttamente dalla sua specie ospite, implicando un'origine monofiletica della coppia bombo-psitiro e quindi un'origine polifiletica per quanto riguarda il genere nel complesso. Secondo Tkalcu (1972), infine, la somiglianza in questione è una convergenza dovuta all'esposizione ai medesimi fattori ambientali e implica quindi l'origine polifiletica del genere *Psithyrus*.

Recenti studi morfometrici e biochimici (Plowright e Stephen, 1973; Pekkari-nen *et al.*, 1979) riconoscono invece *Psithyrus* come gruppo monofiletico, probabilmente evolutosi da qualche gruppo di bombi non parassiti. Se questa opinione è valida, rimane ora da individuare qual è all'interno di *Bombus* il gruppo al quale *Psithyrus* è più vicino (Ito e Sakagami, 1985).

## ATTIVITÀ BOTTINATRICE

### **Interazione tra bombi e piante**

La relazione tra i bombi e le piante che costituiscono la loro sorgente di cibo può essere affrontata sia dal punto di vista dell'insetto che della pianta. L'interazione si focalizza sulla biologia dell'impollinazione: le piante necessitano di impollinatori e gli impollinatori necessitano di cibo. La richiesta fiorale delle diverse specie di bombi può differire in base alla morfologia (taglia dell'individuo, lunghezza della proboscide) e alla biologia delle specie (localizzazione dei nidi e sviluppo della colonia), ma tutte le specie necessitano comunque di cibo nel corso di tutta la stagione attiva. Sebbene i bombi, al contrario di molti apoidei solitari, non mostrino generalmente un'estrema specializzazione nei confronti delle piante, tuttavia molti individui della stessa specie, anche nella stessa area, presentano singole, distinte, multiple specializzazioni, non correlate alle preferenze complessive di quella specie o alla relativa densità fiorale. Queste specializzazioni possono derivare dalla costanza al sito degli individui o dalla "prima impressione" (*search image*) formatasi durante il primo volo di bottinaggio (Heinrich, 1976).

I bombi devono aver ricevuto informazioni su cosa cercare (nettare e polline) e devono sapere approssimativamente dove cercare questo cibo (dai fiori), ma i dettagli, li devono imparare dall'esperienza.

Inizialmente la pianta attrae una giovane operaia bottinatrice con la sua forma, il colore e l'odore dei fiori, anche se successivamente la quantità e qualità del cibo offerto dai fiori causano l'accettazione o il rifiuto della pianta, e i caratteri suddetti segnalano quindi soltanto la presenza o l'assenza del cibo. Dopo una visita di successo, si suppone che il bombo sia spinto a visitare la stessa specie di pianta, ma, poiché la presenza di nettare e polline varia nel corso della giornata e della stagione, le bottinatrici devono imparare a seguire queste variazioni per evitare voli inutili (Kevan e Baker, 1983). Di conseguenza, una stretta preferenza nei confronti del colore e della forma del fiore, e soprattutto nei riguardi di una specie di pianta, possono non garantire un continuo rifornimento di cibo neanche per un solo individuo.

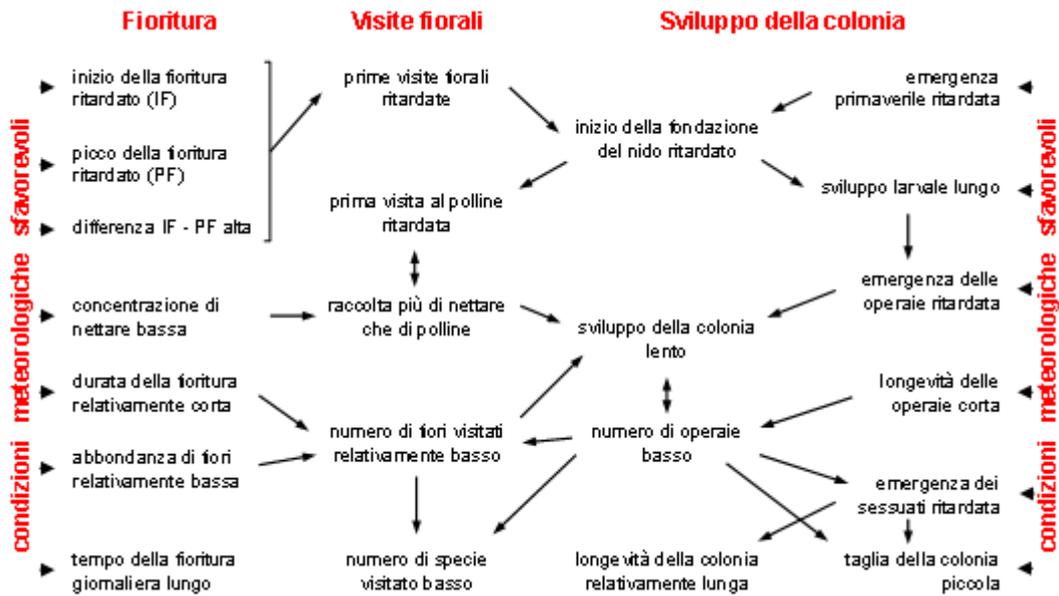


Fig. 10 - Effetti delle condizioni climatiche nelle interazioni bombo-pianta.

La distribuzione spaziale delle fioriture varia nel corso della stagione, spingendo i bombi a cambiare i loro siti di bottinaggio e anche a selezionare nuovi habitat. Lo sviluppo della colonia determina esigenze variabili di nettare e polline durante la stagione e, nello stesso tempo, anche le piante hanno esigenze diverse in conseguenza dei cambiamenti delle condizioni climatiche. D'altro canto, condizioni climatiche sfavorevoli determinano cambiamenti nelle associazioni delle fioriture (fig. 10).

Differenti specie di bombi, e anche individui della stessa specie, preferiscono differenti tipi di fiori con diversa profondità del tubo corollino, ma si deve sempre tenere in mente che gli impollinatori sono, per natura o per comportamento, attratti da una complessa combinazione di caratteri e, dal punto di vista genetico, non sono strettamente programmati per cercare uno specifico fiore (Teräs, 1985).

Il grado di costanza che manifestano le bottinatrici verso i fiori è determinato in una certa misura dal numero di specie botaniche presenti in una data area: infatti, i bombi localizzati in biotopi con bassa diversità florale e predominanza di fiori particolarmente appetiti, mostrano un'assiduità ai fiori più marcata di quelli che frequentano aree con maggiore varietà florale. Pouvreau (1984) ha osservato che generalmente il 50-60% delle bottinatrici visita una sola specie florale, mentre solo il 10% ne visita più di tre; comunque le varie specie di bombi mostrano gradi diversi di co-

stanza florale: ad esempio, in *lucorum* e *pratorum* le visite monospecifiche sono l'80%, mentre in *pascuorum*, *lapidarius* e *ruerarius* sono il 50%.

La costanza ad una specie botanica da parte dei bombi può far presumere capacità di memoria e di riconoscimento di alcuni caratteri della pianta. Si è notato che le bottinatrici, dopo alcune visite, sanno identificare il sito e questa facoltà è probabilmente acquisita gradualmente senza voli di orientamento preliminari. Non sembra esserci nei bombi una comunicazione sulle sorgenti di cibo, come invece avviene nelle api domestiche.

La poliessia dei bombi (attitudine a visitare diverse specie di fiori) contribuisce a mantenere bassa la competizione intraspecifica per le risorse alimentari attraverso una ripartizione della nicchia trofica. Tutti i bombi sono poliletici, ad eccezione di *B. gerstaeckeri* Morawitz, 1882 che è invece oligoletico e sembra essere associato ad alcune specie di *Aconitum* Linné, tanto che l'areale della sua distribuzione coincide con quello della pianta (Sakagami, 1976).

Teräs (1976), nel corso di alcune indagini, ha osservato che le specie più poliletiche sono state *pascuorum* e *pratorum*, rispettivamente con 47 e 44 specie di piante visitate su un totale di 59; inoltre, la sola specie *pascuorum* ha effettuato circa il 58,4% delle visite totali. Invece, la percentuale di visite effettuate globalmente dalle specie di *Psithyrus* è stata notevolmente più bassa (7,2%), ma un numero così esiguo di piante visitate va spiegato con l'assenza di operaie in questo genere.

Varie osservazioni compiute nella regione temperata dell'Europa occidentale hanno consentito di evidenziare le preferenze botaniche mostrate da alcune specie di bombi: da queste indagini emerge che i rappresentanti di una famiglia botanica possono attirare globalmente una specie di bombo piuttosto che un'altra, cosicché non si può escludere l'ipotesi di una reazione preferenziale a certe caratteristiche biochimiche generali della famiglia botanica.

## Modalità di bottinaggio

Secondo le osservazioni di Teräs (1976, 1985) e di Pouvreau (1984), che hanno dedicato all'argomento studi approfonditi, i bombi visitano i fiori dall'alba al crepuscolo, generalmente con un massimo di attività tra le 9,30 e le 11,30. Le visite ai fiori sono di solito in stretta relazione con l'offerta ritmica del nettare (generalmente più alta la mattina) e del polline.

La velocità di bottinaggio, espressa come numero di fiori visitati in un minuto, è più alta nei bombi che nelle api che visitano le stesse piante, e varia da 8 a 70 in funzione della specie di bombo (quelle a ligula lunga hanno un'attività più alta rispetto a quelle a ligula corta), del tipo di raccolto (le bottinatrici di polline sono più rapide delle bottinatrici di nettare) e della specie botanica.

Anche la durata di un volo di bottinaggio dipende da un certo numero di fattori:

- le condizioni meteorologiche: con il tempo umido il nettare viene raccolto più rapidamente perché è più viscoso;

- il momento della giornata: durante le prime ore di luce la disponibilità di nettare è alta, per cui il tempo necessario per la sua raccolta è inferiore rispetto alla tarda mattinata, quando aumenta anche il numero dei competitori;

- la natura dell'alimento raccolto: le bottinatrici impiegano più tempo a raccogliere il polline che non il nettare;

- la specie in questione: *lucorum*, *soroensis*, *hortorum* lavorano con la stessa intensità nell'arco dell'intera giornata, mentre altre specie come *lapidarius* e *rudericus* effettuano le loro visite piuttosto nel corso della mattinata, e *pasuorum* e *pratensis* sono più attive durante il pomeriggio;

- lo stadio della colonia: quando emergono le caste feconde, le visite ai fiori decrescono come conseguenza di una diminuita richiesta energetica;

- la casta: le regine della maggior parte delle specie visitano i fiori durante l'intera giornata, mentre le operaie e i maschi presentano un'attività più intensa nelle ore centrali della giornata.

Le bottinatrici di *pasuorum* effettuano in media 12 viaggi giornalieri, quelle di *hortorum* e di *sylvarum* 10 viaggi, mentre quelle di *lucorum*, *terrestris*, *lapidarius* ne compiono 6.

La quantità di cibo trasportato da una bottinatrice in un solo viaggio è in relazione con la propria taglia. Il peso medio di due pallottole di polline trasportate da quelle di piccola taglia è di 20 mg e di 30 mg per quelle di taglia maggiore, cioè il 20-25% del peso corporeo dell'operaia, con punte del 60%.

Alcune specie di bombi a ligula corta (*lucorum*, *terrestris*) accedono al nettare di fiori a corolla tubolare in modo del tutto peculiare: perforano la corolla con le loro robuste mandibole in prossimità del nettario, riuscendo in tal modo a raggiungere il cibo; per questo motivo vengono definiti “bombi ladri” (fig. 11). Di queste aperture possono ulteriormente approfittare altre specie di bombi, api domestiche e diversi apoidei solitari.

#### Distanza e area di bottinaggio.

Si hanno scarse informazioni sulle distanze che le bottinatrici sono in grado di percorrere per la ricerca di cibo: la maggior parte delle specie tende a frequentare soprattutto le zone in vicinanza del nido, non allontanandosi da esso per più di 1-2 km. Tuttavia sembra che i microrilievi del luogo in cui è situato il nido abbiano un qualche ruolo nella direzione scelta dalla maggior parte delle bottinatrici, mettendo in evidenza alcune direzioni privilegiate, simili ai percorsi di bottinaggio dell'ape domestica.



Fig. 11 - Una regina di *Bombus terrestris* mentre perfora la base dello sperone di *Corydalis cava*, lasciando segni evidenti del suo passaggio.

La maggior parte delle bottinatrici visita generalmente una superficie di territorio relativamente limitata. Le aree di visita di una singola operaia si sovrappongono in gran parte, cosicché si può parlare di una costanza geografica delle bottinatrici; l'area di bottinaggio di una colonia di bombi è data, quindi, dalla somma delle aree delle bottinatrici.

L'estensione dell'area di bottinaggio varia sia tra le specie che tra gli individui; esiste inoltre una relazione con la densità dei fiori, ma ad una diminuzione di quest'ultima non corrisponde un proporzionale aumento dell'area. L'estensione dell'area di bottinaggio determina inoltre la dispersione delle operaie; infatti quando questa è di dimensioni ridotte, le bottinatrici si distribuiscono più o meno regolarmente sui fiori, mentre su una superficie più vasta si nota un certo gradiente secondo il quale le bottinatrici sono più numerose alla periferia del campo che non nelle zone centrali. Su una superficie importante, le bottinatrici non visitano i fiori a caso, ma tendono a spostarsi di fiore in fiore secondo una data direzione, almeno per un certo tempo.

Influenza delle condizioni meteorologiche.

L'attività bottinatrice dei bombi si protrae per l'intera giornata, ma è comunque influenzata dai fattori climatici, quali luminosità, temperatura, umidità e vento.

Il bottinaggio risulta direttamente correlato alla luminosità: al diminuire di questa, infatti, decresce il numero di visite fiorali e questo è particolarmente evidente negli psitiri.

Nelle regioni a clima temperato, temperature inferiori ai 10°C e superiori ai 35°C costituiscono fattori limitanti per i bombi; il range ottimale per il bottinaggio è tra i 18 e i 23°C. Non ci sono comportamenti differenti tra regine ed operaie, mentre sembra che i maschi evitino il caldo e il freddo eccessivi.

Un vento con forza superiore a 6 della scala di Beaufort può compromettere il volo dei bombi e rendere difficoltoso anche l'accesso ai fiori. *B. pascuorum* e *hortorum* paiono le specie che meglio sopportano un forte vento.

Infine, l'umidità e la nuvolosità sembrano essere i fattori ambientali meno influenti sul comportamento dei bombi.

## **Fiori visitati e specificità di bottinaggio**

Vari studi hanno messo in evidenza la relazione esistente tra la lunghezza della ligula dell'insetto e la profondità della corolla fiorale. Generalmente regine e operaie delle specie a ligula ben sviluppata (*hortorum*, *runderatus*, *subterraneus*, *pascuorum*, *runderarius*, *sylvarum*, *lapidarius*) manifestano una netta preferenza per i fiori a corolla tubolare rispetto a quelle con ligula corta (*lucorum*, *terrestris*, *pratorum*, *soroensis*), mentre i maschi preferirebbero solo fiori con corolla di circa 4 mm.

Operaie e regine di una stessa specie hanno generalmente le stesse preferenze botaniche; alcune differenze registrate tra le due caste sono dovute sostanzialmente al diverso periodo di attività – a cui può far riscontro una diversa fioritura – e alla diversa dimensione dell'individuo. Infatti, una piccola operaia di una specie a ligula corta può introdursi anche in fiori a corolla tubolare. Rispetto alle caste femminili, i maschi, che non bottinano per la colonia, sembrano privilegiare altre piante, soprattutto quelle alte dove possono rilasciare i feromoni di accoppiamento (Teräs, 1976).

Per quanto riguarda le preferenze nei riguardi del colore dei fiori da parte dei bombi, Teräs (1976), confermando studi precedenti (Skovgaard, 1936; Pittioni, 1940; Brian, 1951, 1957), riporta che *lucorum*, *soroensis*, *pratorum* e gli *Psithyrus* preferiscono fiori bianchi e gialli, *pascuorum* e *lapidarius*, *runderarius* fiori blu, mentre *hortorum* quelli rossi e viola. In definitiva i bombi sembrano prediligere i fiori con colori contrastanti e saturi, con corolla tubolare caratterizzata da vistose striature e margini irregolari; inoltre pare che un'infiorescenza sia più visitata rispetto ad un singolo fiore (Pouvreau, 1984).

I casi in cui determinate piante risultano del tutto ignorate da certe specie di bombi possono trovare spiegazioni diverse: a parte la mancanza di sincronia tra il periodo di fioritura e il periodo di massima attività bottinatrice della colonia, questi comportamenti possono ad esempio essere dettati da una spiccata preferenza per un altro tipo di flora. Tra i parametri presi in considerazione per spiegare le preferenze fiorali dei bombi, anche la relazione tra la lunghezza della ligula e quella della corolla del fiore visitato – sebbene sia uno dei criteri più tradizionalmente adottati – oppure la predilezione di certe specie di bombi per le piante appartenenti a una determinata famiglia, non sono comunque sufficienti da soli a interpretare queste diversità di

comportamento. Secondo Teräs (1985) è più facile che a indirizzare l'attività dei bombi sia l'interazione di questi fattori in una combinazione più o meno complessa.

In definitiva, all'inizio di un'indagine sulla flora bottinata dai bombi, al di là delle conoscenze sul ruolo generalmente svolto dalle diverse piante, non è possibile stabilire a priori quale risulterà la flora più bottinata in un dato ambiente.

## IL PIANORO “LE FORME” E IL GRUPPO DELLE MAINARDE

### A) STORIA DELLE MAINARDE

#### **Premessa**

Il pianoro le Forme si trova nella zona nord-orientale del gruppo montuoso delle Mainarde, che si estende a cavallo tra Lazio e Molise e al confine con la punta meridionale estrema dell’Abruzzo, coincidente con Passo dei Monaci (1976 m slm). Il Gruppo costituisce la naturale continuazione delle montagne del Parco Nazionale d’Abruzzo.

Anche se il paesaggio è stato modellato nei secoli dalle attività umane tradizionali, in prevalenza agrosilvopastorali, le Mainarde rimangono, comunque, un ambiente sostanzialmente integro, indenne dai segni più pesanti e vistosi della civiltà tecnologica, non alterato ma arricchito dalla presenza di piccoli agglomerati umani sparsi e monumenti o tracce di antiche culture.

L’esplorazione naturalistica del Molise è stata assai ridotta e sporadica nei secoli scorsi, tanto che ancora oggi risulta una delle regioni d’Italia meno conosciute.

#### **Il Parco Nazionale d’Abruzzo e le Mainarde**

L’Ente Autonomo Parco Nazionale d’Abruzzo è stato istituito su iniziativa privata della Federazione “Pro Montibus” nel settembre del 1922, mentre la definitiva realizzazione per legge è avvenuta il 12 luglio 1923. Nel 1967 l’Associazione Italia Nostra affidava ad un gruppo di progettisti l’incarico di redigere un piano di riassetto del Parco Nazionale, secondo il quale il Parco veniva avviato verso uno sviluppo turistico basato sulla tutela della natura.

Oggi il Parco si estende per 44.000 ettari, oltre a 60.000 ettari di Zona di Protezione Esterna; interessa tre regioni (Abruzzo, Lazio e Molise) e 22 comuni e per la sua politica di ecosviluppo è considerato un modello di istituzione-pilota per la conservazione della natura.

L'idea di estendere il Parco Nazionale d'Abruzzo anche al comprensorio delle Mainarde partì dalle Associazioni protezionistiche verso la fine degli anni Sessanta. A quell'epoca, in nome della "valorizzazione turistica" dell'Italia del "miracolo economico", erano già state prodotte le prime manomissioni selvagge sul territorio: tra le altre anche un tentativo di lottizzazione nel pianoro di le Forme. Questo, con l'occasione ribattezzato "Valle Fiorita", è raggiungibile da Pizzone attraverso una lunga e tortuosa strada che si ricongiunge poi con un'altra arteria collegante Alfedena alla radura Campitelli: l'idea era quella di costruire villaggi d'alta quota dai quali era possibile raggiungere i bacini innevati del massiccio la Meta attrezzati con impianti sciistici.

Nel 1977, dopo la campagna per la salvaguardia del Monte Marsicano, l'Ente presenta ufficialmente il "Progetto Mainarde", così illustrato sul Notiziario del Parco stesso: "... Scartate a priori soluzioni sbagliate ed antieconomiche di rapina (del tipo della realizzazione massiccia di strade, impianti sportivi e complessi residenziale attuata colonialisticamente da capitali esterni, senza alcuna reale partecipazione del tessuto locale), il Progetto ipotizza invece un originale modello 'alternativo' di recupero e valorizzazione dei centri abitati, fondato sul godimento della natura che ancora costituisce qui la più promettente risorsa...".

Benché il Progetto avesse riscosso apprezzamenti favorevoli in ogni sede competente, nei fatti fu costantemente ostacolato, per motivi politici, da tutte le autorità che avevano voce in capitolo. Passarono, quindi, molti anni prima che la questione tornasse clamorosamente alla ribalta. Nel 1989, forte del successo conseguito in vent'anni di intensa attività, l'Ente rielaborò il vecchio Progetto Mainarde e con decreto del Presidente della Repubblica del 10 gennaio 1990, su proposta del Ministero dell'Ambiente, il comprensorio delle Mainarde entrò a far parte del Parco Nazionale d'Abruzzo.

Il Progetto interessa una superficie di circa 6.500 ettari, di cui 4.000 a Parco Nazionale: secondo la sperimentata Zonazione del Parco, questo territorio è stato destinato a Riserva Generale con possibilità dell'esercizio, da parte dei cittadini aventi diritto, di tutta una serie di attività tradizionali, economiche e agrosilvopastorali.



## **Lineamenti geologici dell'area Meta-Mainarde**

### *Inquadramento geologico*

Dal punto di vista geologico tutto il complesso è poco conosciuto, ma dagli studi effettuati ne è emerso un territorio molto eterogeneo e complicato; esso, come tutto l'Appennino Centrale, è costituito prevalentemente da formazioni rocciose sedimentarie calcaree.

Nel Giurassico il gruppo Meta-Mainarde faceva parte del margine orientale della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese, impostata al largo del bordo settentrionale del continente africano. Dalla fase iniziale di questo periodo e per tutto il Mesozoico, come conseguenza della tettonica distensiva determinata dai processi di ampliamento della Tètide, l'area subiva un approfondimento, compensato da un'abbondante sedimentazione carbonatica, che si impostava in diversi ambienti deposizionali: piattaforma, scogliera, pendii, piede delle scarpate.

Alla fine del Cretaceo il continente africano invertiva la propria deriva e, dirigendosi verso quello europeo, preludeva alla tettonogenesi. L'area Meta-Mainarde nel Cenozoico continuava ad essere interessata ancora da depositi carbonatici marini, depositati lungo ciò che rimaneva dell'antica scarpata mesozoica; si andava così ampliando il prisma sedimentario africano, dal quale si origineranno gli Appennini.

Il sollevamento finale della catena appenninica fino alle quote attuali è un evento molto recente: cominciato alla fine del Pliocene è tuttora in corso.

### *Cenni di stratigrafia e paleogeografia*

Giurassico.

In questo periodo l'area faceva parte della "Paleopiattaforma", dominata da ambienti lagunari e marini di debole profondità. Testimoniano questa situazione gli affioramenti di dolomie a grana saccaroide che costituiscono l'ossatura fondamentale della struttura montuosa Meta-Mainarde.

Dal Lias inferiore iniziava la fase di rifting, che dava origine a profondi bacini e a ripide scarpate; lungo queste divenivano frequenti i fenomeni di frane di crollo,

che a loro volta davano origine a breccie dolomitizzate. Questa nuova situazione di margine di scarpata caratterizzerà l'area per il resto del Mesozoico e parte del Cenozoico.

#### Cretacico.

Questo periodo è caratterizzato da un approfondimento generale, anche se l'area rimaneva nel dominio di scarpata. Alla base di quest'ultima si formavano conoidi costituiti dall'intercalazione di detriti provenienti dal margine della piattaforma e sedimenti pelagici, come argille e marne argillose con microfossili.

Questa situazione, però, non era statica; ritroviamo infatti lacune stratigrafiche anche di notevole entità, le cui cause vanno ricercate nei movimenti tettonici, nella variazione del livello relativo del mare e nella bassa produttività carbonatica. Ad esempio, nel settore della Metuccia mancano tutti gli affioramenti del Giurassico e parte di quelli del Cretacico.

#### Paleogene-Eocene.

Questi periodi sono rappresentati da calcareniti e brecciole ricche di fossili (Macroforaminiferi, Bivalvi, Echinodermi) e, secondariamente, da micriti a foraminiferi planctonici.

#### Miocene.

Il Miocene non affiora nel gruppo delle Mainarde mentre, nelle aree circostanti, è ben evidente e rappresentato dal flysch. Questa lacuna stratigrafica può essere dovuta o a una mancata deposizione o a erosione.

### **Clima**

All'interno del gruppo montuoso non è presente nessuna stazione termopluviometrica; vi sono due stazioni unicamente pluviometriche, peraltro situate in posizione periferica e a bassa quota (Castel San Vincenzo a 776 m e San Biagio Saracinesco a 850 m). È stato comunque possibile ricostruire in maniera soddisfacente il cli-

ma di le Forme utilizzando i dati termopluviometrici della stazione di Pescasseroli, che è quella più vicina a quota più elevata (1150 m); sono stati estrapolati i dati della temperatura (minima, massima e media) e delle precipitazioni mensili tenendo conto del gradiente termico appenninico di 0,6 °C ogni 100 m e di una variazione delle precipitazioni annue di circa 109 mm ogni 100 m di altitudine, quest'ultimo dato è dedotto dal grafico della variazione delle precipitazioni secondo l'altitudine relativo al settore nord est delle Mainarde, dove la correlazione tra precipitazioni e altitudine risulta discreta ( $R^2 = 0,832$ ; Damiani, 1992). La differenza tra le precipitazioni annue della stazione termopluviometrica e quelle calcolate per le Forme è stata poi ripartita tra i mesi in modo proporzionale al peso delle precipitazioni mensili di Pescasseroli sul totale.

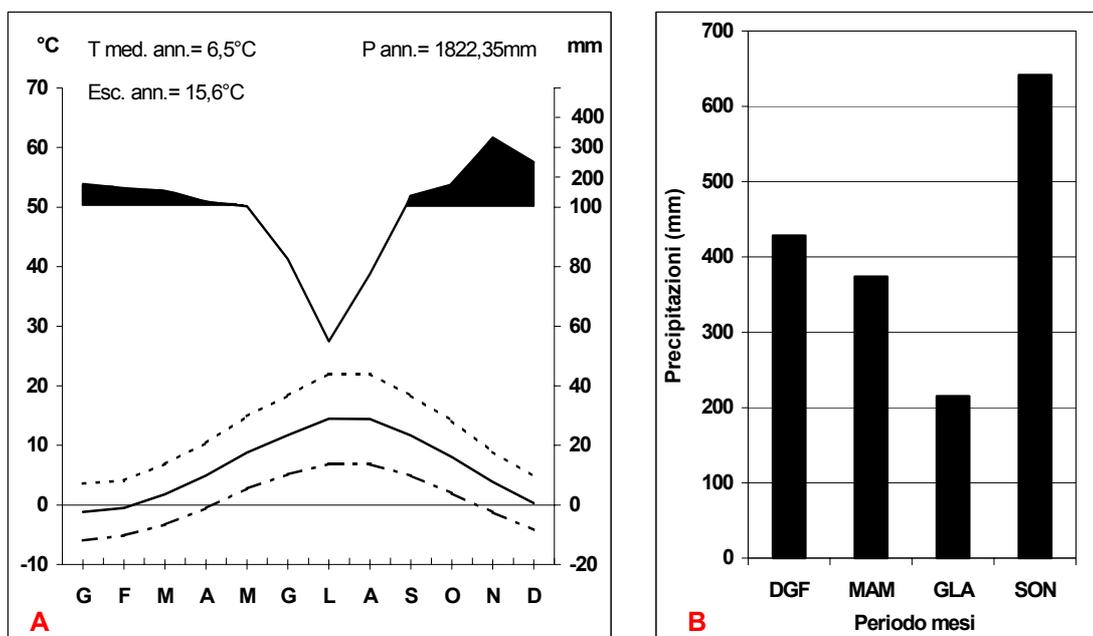


Fig. 2 - Andamento delle precipitazioni e delle temperature (minime, medie e massime) durante l'anno.

I dati così ottenuti sono stati evidenziati graficamente mediante il diagramma di Bagnouls-Gausson (fig. 2A), che mostra l'andamento delle precipitazioni e delle temperature (minime, medie e massime) durante l'anno.

Come si vede nella fig. 2B, le precipitazioni sono molto abbondanti durante tutti i mesi, con frequenti episodi anche estivi (213 mm); nella loro distribuzione du-

rante l'anno (fig. 2A) vediamo che c'è un solo massimo, che ricade in novembre (333 mm), e un solo minimo in luglio (54 mm): queste condizioni assicurano una buona riserva idrica alle piante che non saranno mai stressate nei periodi più caldi.

Per quanto riguarda la temperatura, in inverno il freddo è molto intenso, con la media delle minime del mese più freddo (gennaio) di -5 °C. Le temperature medie mensili risultano fresche (inferiori ai 9°C) per tutto il periodo primaverile e a partire da ottobre; solo in luglio e in agosto la temperatura media mensile si aggira intorno ai 14 °C, mentre la media delle massime è di 22°C.

Dall'elaborazione dei dati risulta che il pianoro le Forme rientra nel seguente bioclima:

- regione temperata;
- termotipo subalpino inferiore;
- ombrotipo iperumido inferiore.

### **Processi morfogenetici**

Nel comprensorio delle Mainarde, la litologia eterogenea, la tettonica complessa e la diversa dinamica dei processi morfogenetici hanno determinato paesaggi tipici, talvolta unici nel loro genere (fig. 3).

Tra i processi di modellamento del paesaggio, quelli che più hanno lasciato la loro impronta sono il glacialismo e il carsismo.

Il gruppo Meta-Mainarde è stato interessato da diversi cicli glaciali a partire da 75 000 (tardo Pleistocene) fino a 8300 anni fa circa, soprattutto nella sezione settentrionale, che si trova a una quota media più elevata. Si riconoscono una trentina tra circhi glaciali e forme circoidei, la maggior parte dei quali è orientata a NE.

La natura calcarea e la tettonica hanno favorito un carsismo di tipo profondo: lo testimoniano le numerose sorgenti alle pendici dei monti, a volte di notevole portata, e la scarsità dei deflussi idrici superficiali. Tra l'altro, il modellamento superficiale è stato obliterato, almeno nelle sue forme più antiche, da quello glaciale.

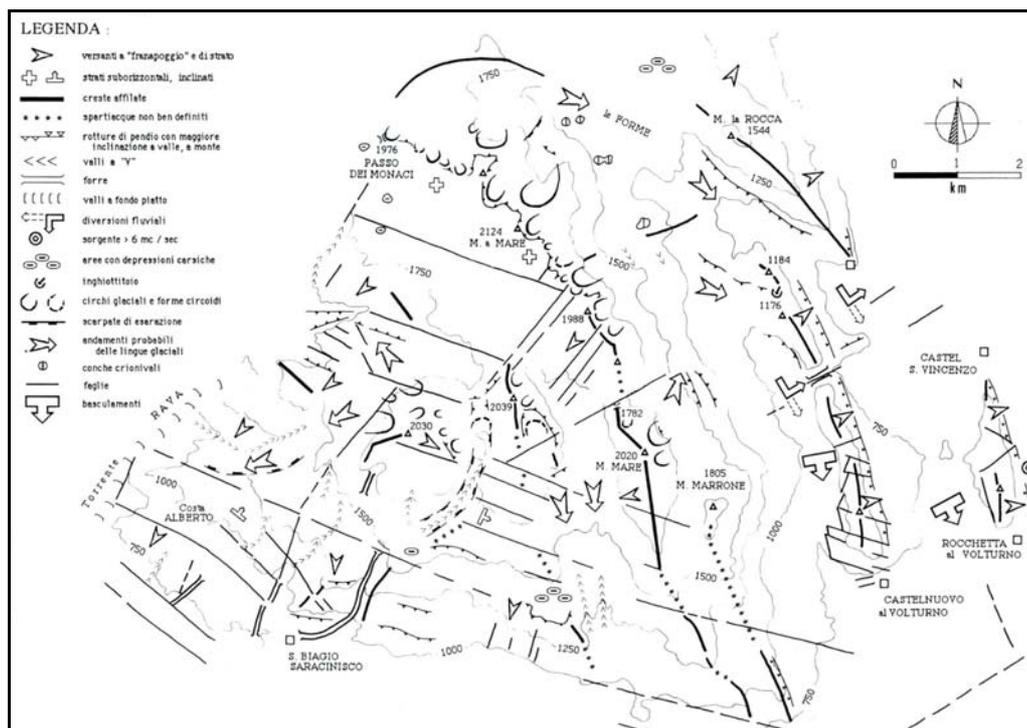


Fig. 3 - Schema geomorfologico del gruppo montuoso delle Mainarde (in Pedrotti e Tassi, 1992).

Anche se in apparente contrasto con le favorevoli condizioni climatiche, l'erosione normale (fluviale) è modesta; ciò è imputabile all'elevatissima permeabilità delle rocce che favorisce la penetrazione delle acque di precipitazione meteorica, riducendo così l'azione di ruscellamento superficiale (Boni *et al.*, 1986). Tuttavia, la morfologia valliva è prevalentemente a "V".

Il modellamento da parte dell'uomo non è evidente se non nelle zone periferiche del rilievo, dove si trovano piccoli centri abitati, qualche strada e modesti laghi artificiali.

### Origine e descrizione del pianoro le Forme

Il pianoro le Forme si estende per circa 22 ha, presenta una direzione EO ed è aperto verso ovest, mentre a est risale in Val Pagana fino al contrafforte del monte la Meta (2242 m) (fig. 4).

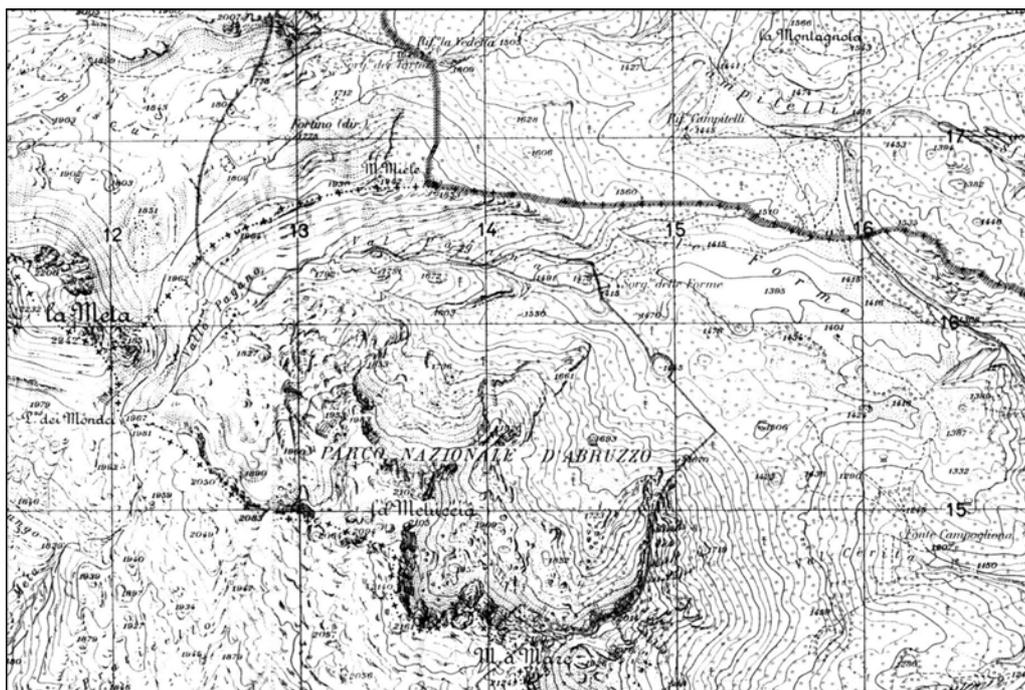


Fig. 4 - La linea tratteggiata (///) rappresenta il nuovo limite del parco. Scala 1:25 000.

Il versante meridionale è chiuso da una serie di imponenti vette (tra le quali spiccano il monte la Metuccia e Monte a Mare) che si dirigono verso SE. Il versante settentrionale, invece, è delimitato da una cresta che, con direzione EO, dal monte la Meta si mantiene in quota intorno ai 1900 m fino a Monte Miele, chiudendo a nord la Val Pagana, e poi degrada dolcemente raccordandosi a circa 1500 m con la massiccia morena laterale che delimita il pianoro le Forme (fig. 5).

Uno dei circhi glaciali più belli e tipici originato dalle glaciazioni è sicuramente quello del versante NE di la Metuccia che si distingue per la sua estrema regolarità topografica (fig. 3-5). La lingua del suo ghiacciaio ha modellato la sezione meridionale di Val Pagana e, insieme a quelle provenienti dai circhi del Monte a Mare e dalla Valle Fredda, il pianoro di le Forme. Quest'ultimo, a testimonianza di questo evento, presenta la sezione ad "U" e le forme di accumulo (morene e massi erratici) che sono derivazioni caratteristiche dell'azione glaciale.

Sul pianoro si rinvengono tre morene; oltre a quella settentrionale già menzionata, un'altra di notevoli dimensioni è quella frontale, la quale indicherebbe che la fronte del ghiacciaio è rimasta abbastanza stazionaria per un lungo periodo.

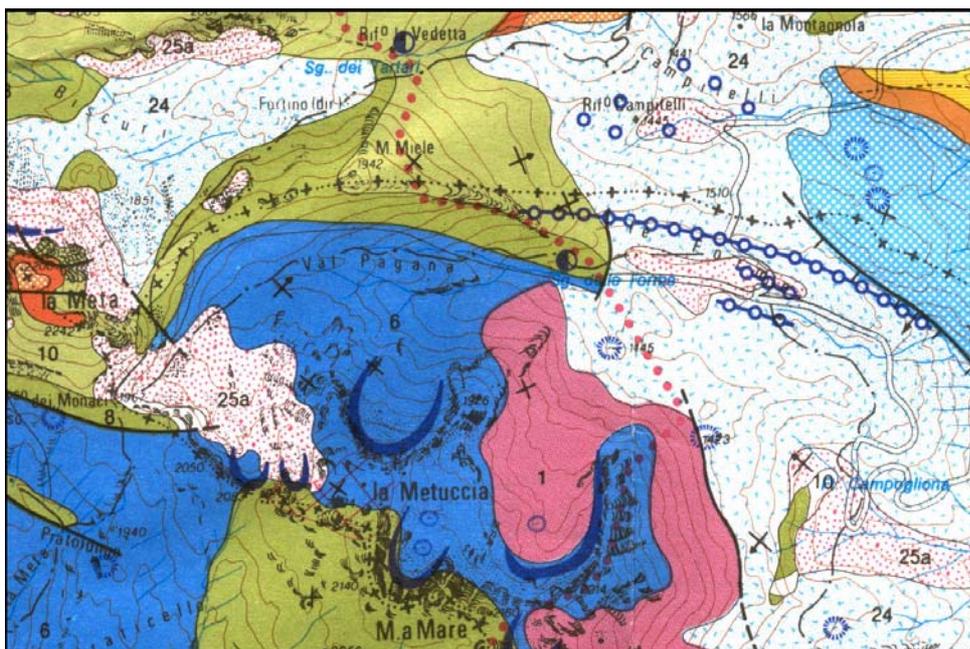


Fig. 5 - Stralcio della “Carta geologica” del Parco Nazionale d’Abruzzo (Scala 1:50 000).

Inoltre sono presenti vari depositi minori che possono essere interpretati come episodi costruttivi di una stessa glaciazione o come testimonianze di diversi eventi glaciali.

Un altro aspetto caratteristico di le Forme è la presenza di massi erratici di dimensioni e forme varie distribuiti per un’estensione di parecchie centinaia di metri e depositati, come le morene, quando i ghiacciai si sono ritirati per l’aumento della temperatura.

È interessante osservare inoltre che in primavera, con lo sciogliersi delle nevi, si formano nella parte più bassa del pianoro alcuni acquitrini di modeste dimensioni che potrebbero essere interpretati come il residuo di un piccolo lago di sbarramento morenico.

Dal punto di vista geologico, oggi notiamo che nella parte depressa del pianoro affiorano formazioni continentali risalenti all’Olocene, costituite da detriti di pendio recente, incoerente o debolmente cementati. Queste sono circondate da altre formazioni continentali rappresentate da depositi morenici di ciottolame calcareo spigoloso o leggermente smussato e risalenti alla fine del Pleistocene (fig. 5).

## Aspetti vegetazionali

Per la sua posizione geografica e la sua geomorfologia, il gruppo montuoso Meta-Mainarde presenta una notevole ricchezza floristica che risulta molto affine a quella del Parco Nazionale d'Abruzzo (Anzalone e Bazzichelli, 1959-60) in virtù della continuità dei rilievi montuosi; tuttavia ha una sua peculiarità, come risulta dalle prime ricerche floristiche effettuate (Conti, 1992). Le Mainarde costituiscono il gruppo montuoso della catena appenninica centro-settentrionale situato più a sud: questo è il motivo per cui molte sono le piante che raggiungono qui il limite meridionale del loro areale italiano.

Il pianoro le Forme, situato a 1400 m ricade nel piano montano, secondo lo schema proposto da Giacomini (1958) per l'Italia appenninica. Dal punto di vista vegetazionale esso è rappresentato da una prateria secondaria (l'originario bosco essendo stato tagliato per creare aree per il pascolo), bassa, densa e di aspetto uniforme, a *Agrostis capillaris* Leers e *Festuca laevigata* Gaudin ed è circondato da un fitto bosco di faggio; insieme al faggio (*Fagus sylvatica* L.) si mescolano comunemente altre specie arboree quali l'acero (*Acer pseudoplatanus* L.), l'orniello (*Fraxinus ornus* L.) e il sorbo (*Sorbus aria* (L.) Crantz, *S. aucuparia* L.). Questa faggeta risale in Val Pagana e sul versante sud fino al limite superiore della vegetazione forestale, mentre a ovest si chiude man mano che la valle si restringe a quote inferiori (a circa 1250 m); infine, a nord, su un falsopiano, il bosco risulta più o meno diradato fino ad aprirsi di nuovo nel pianoro Campitelli (1400 m) (fig. 6).

Data la sua ubicazione, e considerando anche l'estensione della foresta di faggio, l'altopiano potrebbe rappresentare – sotto certi aspetti faunistici – un'isola ecologica, ponendo quindi tutta una serie di problematiche di biogeografia delle isole, che comunque esula dagli scopi di questa ricerca.

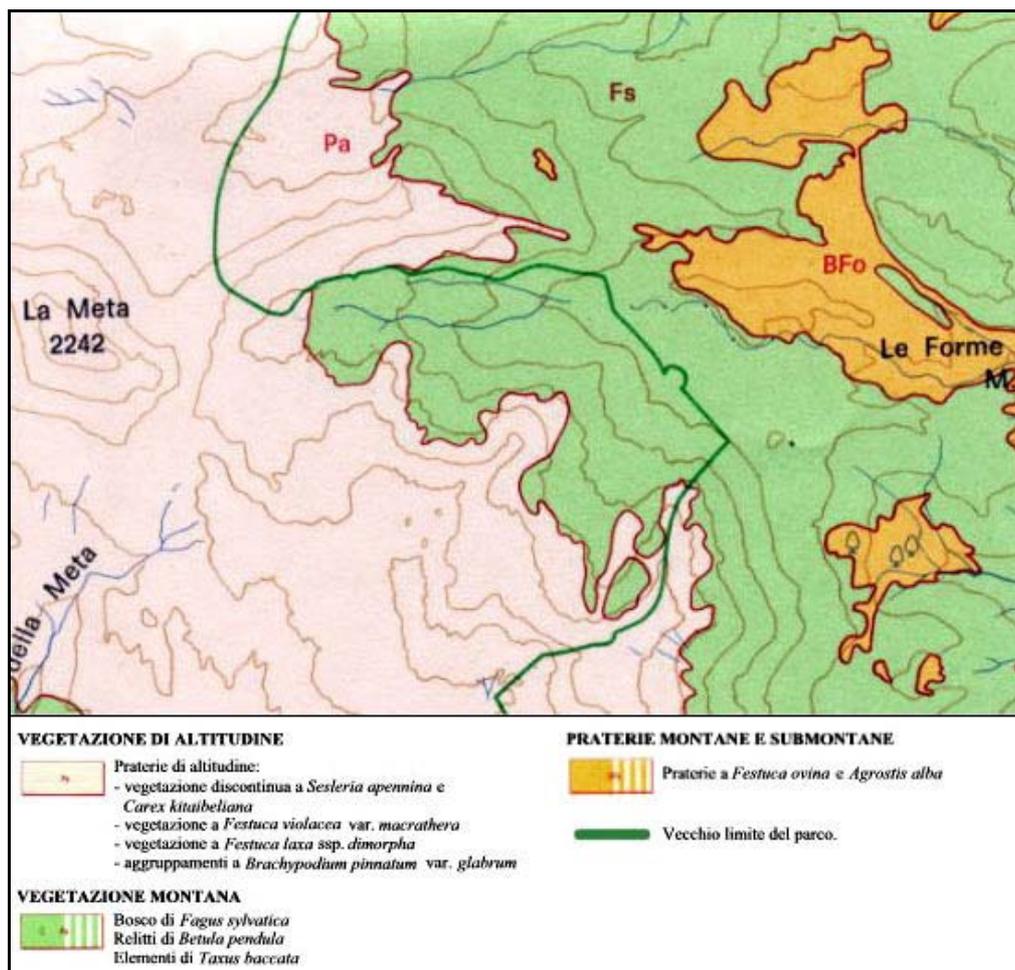


Fig. 6 - Stralcio della “Carta della vegetazione del Parco Nazionale d’Abruzzo” di Bruno e Bazzichelli (scala 1:50 000).

### *Processi e tendenze dinamiche nella vegetazione del pianoro le Forme*

Data la diversità degli ambienti che caratterizza il pianoro, la vegetazione presenta processi dinamici di varia intensità e natura. Viene qui dato un breve cenno delle tendenze dinamiche della copertura vegetale così come sono state recentemente interpretate da Canullo e Pedrotti (1992), che hanno studiato il comprensorio Val Pagana-le Forme.

Secondo questi autori, nei pascoli di altitudine del monte la Metuccia e in piccole aree della faggeta si riscontra una vegetazione in equilibrio dinamico stabile, dove le fluttuazioni sono determinate unicamente dai processi biologici. Condizioni analoghe si verificano nella vegetazione di origine antropica, come i pascoli seconda-

ri costantemente utilizzati nei pressi di le Forme, dove però l'equilibrio è determinato dall'azione continua dell'uomo.

Presso gli acquitrini di le Forme sono in atto processi di successione primaria (insediamento e sviluppo di comunità vegetazionali in habitat neoformati, mai colonizzati precedentemente) che tendono allo sviluppo di una vegetazione stabile. Invece nei pascoli abbandonati del pianoro e in quelli d'altitudine (fino a 1800 m circa) si innescano successioni secondarie (sviluppo di comunità in habitat già colonizzati, ma in cui la vegetazione è scomparsa in seguito a gravi perturbazioni) che tendono a ricostituire la vegetazione climax. Quest'ultima situazione si evidenzia con l'ingresso attivo e diffuso di *Juniperus communis* L. e altre specie pioniere evidenti nel pianoro.

Lungo i due cordoni morenici e nei dintorni della "Sorgente delle Forme", alcune componenti della vegetazione risultano particolarmente stressate e danneggiate dal pascolamento e dal transito di mezzi e bestiame che favoriscono l'ingresso di specie vegetali nitrofile (in tutto il territorio, l'impronta antropica è stata ed è ancora piuttosto diffusa). Altre aree alterate si possono osservare sul cordone morenico meridionale e sul costone del Monte Miele dove sono stati praticati ripetuti incendi e tagli selettivi.

Alcune aree infine, come i più ripidi versanti delle vette resi instabili probabilmente dal disboscamento e/o dall'eccessivo pascolo, presentano il fenomeno della regressione, per cui la vegetazione percorre a ritroso, più o meno irreversibilmente, gli stadi della successione secondaria fino a quello erbaceo; altre zone, comunque, come la gran parte del territorio boschivo, dai versanti morenici di le Forme fino ai 1750-1800 m di quota, sono in fase rigenerativa in seguito all'interruzione degli interventi umani.

In conclusione, i fenomeni dinamici in atto sono prevalentemente tendenti alla ricostruzione del manto vegetale originario attraverso il graduale ripristino delle caratteristiche floristiche e strutturali mediante processi del tutto spontanei. Le superfici in regressione sono infatti piccole e poco diffuse, mentre le aree in alterazione, più estese e frequenti, vanno incontro al rapido esaurimento del fenomeno, lasciando il passo a processi autonomi di rigenerazione dopo non molto tempo dalla cessazione dei fattori perturbanti.



Gli aspetti di Valle Fiorita nel corso dell'anno. Febbraio.



Febbraio.



Marzo. I crochi sono la prima fioritura della valle, parzialmente ancora innevata.



Marzo. Con lo sciogliersi delle nevi, il laghetto raggiunge il suo livello massimo.



Aprile.



Aprile.



Maggio. Il fogliame riveste gradualmente la faggeta.



Maggio.



Maggio. La vistosa fioritura di *Ranunculus trichophyllus* nel laghetto.



Maggio. Fioritura di *Asphodelus albus*.



Giugno.



Giugno. Fioritura di *Narcissus poeticus*.



Luglio.



Luglio. Nella valle predominano le fioriture dei cardi.



Agosto. Fioritura di *Carlina acaulis*.



Agosto. La siccità estiva ha completamente prosciugato il laghetto.



Settembre.



Settembre.



Ottobre. Le fioriture nella valle sono ormai terminate.



Ottobre. La faggeta acquista gradualmente un aspetto autunnale.

## MATERIALI E METODI

Lo studio delle specie di *Bombus* e *Psithyrus* è stato realizzato attraverso conteggi e catture di esemplari che visitavano la flora presente lungo un percorso selezionato sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e floristiche della valle. L'itinerario, rappresentativo dell'area prescelta, attraversava tre ambienti diversi (fig. 1), che possono essere così descritti:

– Sorgente (S): è costituito dall'area più antropizzata, con strutture destinate alle attività turistiche e ricreative, situato nella porzione nord-occidentale.

– Faggeta (F): è costituito da un percorso interamente pianeggiante e quasi privo di arbusti che si dipana lungo la fascia ecotonica al bordo della faggeta; è qui che più si evidenzia l'azione del pascolo bovino e dei cavalli.

– Prateria (P): presenta una morfologia accidentata e, rispetto agli altri, risulta meno influenzato sia dall'uomo che dagli animali; vi si trovano arbusti e qualche albero isolato, occupa la porzione centrale e più aperta della valle.

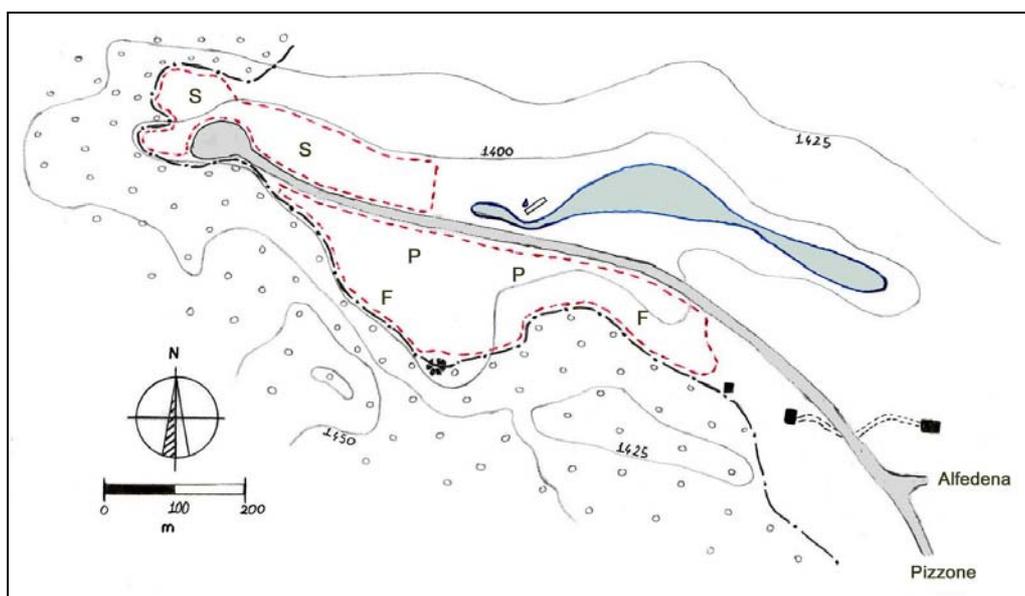


Fig. 1 - Schema del pianoro le Forme con l'indicazione delle tre aree indagate.

Complessivamente l'itinerario prescelto, di circa 1500 m, veniva controllato dedicando due turni di osservazione, di 1 ora ciascuno, ad ognuna delle tre aree individuate, secondo il seguente schema:

- Sorgente: 9-10; 12-13
- Faggeta: 10-11; 13-14
- Prateria: 11-12; 14-15

L'indagine, iniziata a marzo 2001, si è protratta per tutto il periodo di attività dei bombi; inoltre, le osservazioni sono state ripetute fino a giugno 2002 per approfondire il periodo più critico, caratterizzato da un clima tipicamente instabile e relativo all'emergenza delle regine e alle fondazione delle nuove colonie.

Le osservazioni avevano cadenza settimanale e potevano essere anticipate o posticipate di un giorno in base alle condizioni atmosferiche, verificatesi o desunte dal bollettino meteorologico.

All'inizio di ogni turno venivano riportati in una scheda appositamente preparata tutti i dati relativi al turno, al settore, alle condizioni climatiche e alle fioriture presenti. Per quanto riguarda le condizioni climatiche, sono stati presi in considerazione tre parametri: nuvolosità, temperatura e vento, che, secondo diversi Autori (Alford, 1975; Teräs, 1976; Pouvreau, 1984; Comba, 1997), possono influenzare direttamente o indirettamente più di altri fattori l'attività dei bombi.

La nuvolosità è stata valutata secondo le seguenti 4 classi:

- cielo sereno,
- cielo velato,
- cielo parzialmente nuvoloso,
- cielo completamente coperto.

I dati pluviometrici sono stati ottenuti dalla stazione di Pescasseroli. La temperatura è stata misurata all'inizio di ogni turno di osservazione con un termometro digitale, ponendo il sensore in ombra a circa 1 m da terra.

Per la misurazione del vento ci si è avvalsi della scala di Beaufort, divisa in sette classi sulla base dell'intensità:

- 0 calma bonaccia, il fumo sale verticalmente
- 1 bava di vento la direzione del vento è indicata dal fumo ma non dalla banderuola
- 2 brezza leggera si sente il vento in faccia e la banderuola si muove
- 3 brezza tesa le foglie ed i piccoli rami si muovono
- 4 vento moderato si sollevano carta e polvere, si muovono i rami più sottili
- 5 vento teso incominciano a oscillare i piccoli alberi
- 6 vento fresco si muovono i grossi rami, è difficile usare l'ombrello
- 7 vento forte si muovono i grossi alberi, difficoltà a camminare controvento.

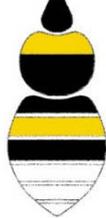
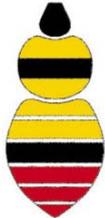
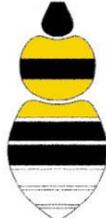
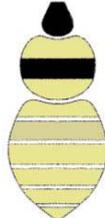
Per quanto riguarda la flora presente lungo i transetti, la “quantità di fioritura disponibile” per ogni specie è stata valutata secondo classi di frequenza relativa così formulate:

- abbondante (A) presenza di stazioni diffuse, prati ecc.
- frequente (F) piccoli gruppi o individui isolati diffusi in modo costante qua e là
- rara (R) presenza sporadica, individui isolati o unica stazione di pochi esemplari.

Le piante non riconosciute in campo sono state raccolte e identificate successivamente in laboratorio; per la nomenclatura è stata seguita “Flora d’Italia” di Pignatti (1982).

I controlli eseguiti lungo i transetti consistevano nella registrazione delle visite effettuate dai bombi sulle diverse fioriture: le specie di bombi, nei casi più semplici, erano riconosciute direttamente utilizzando uno schema di “tipi cromatici” basati sul colore del torace e degli ultimi tre tergiti addominali (tab. 1), e tenendo conto della loro distribuzione in Italia (Intoppa, 2000).

Tab. 1 - I tipi cromatici delle specie presenti nell'Appennino centrale.

CODA	coda rossa	coda bianca o bianco sporco	coda giallo-arancio più o meno dello stesso colore generale del corpo	coda marrone più o meno scuro	coda con peli bianchi, gialli o neri frammisti ( <i>Psithyrus</i> )
TORACE					
torace nero concolore o con alcuni peli chiari frammisti a quelli neri	<b>Tipo lapidarius</b>  <i>B. lapidarius</i> <i>B. ruderarius</i> <i>P. rupestris</i>			<b>Tipo appenninus</b>  <i>B. humilis</i>	
collare più o meno evidente, scutello a peli neri o con peli chiari frammisti a quelli neri	<b>Tipo pratorum</b>  <i>B. lapidarius</i> <i>B. pratorum</i> <i>B. ruderarius</i> <i>P. rupestris</i>	<b>Tipo terrestris</b>  <i>B. lucorum</i> <i>B. soroensis</i> <i>B. terrestris</i>			<b>Tipo vestalis</b>  <i>P. maxillosus</i> <i>P. sylvestris</i> <i>P. vestalis</i>
collare e scutello con larghe bande di peli chiari o bruni, banda interalare nera	<b>Tipo decipiens</b>  <i>B. lapidarius</i> <i>B. ruderarius</i> <i>B. sylvarum</i> <i>P. rupestris</i>	<b>Tipo ruderatus</b>  <i>B. hortorum</i> <i>B. ruderatus</i> <i>B. subterraneus</i>	<b>Tipo mesomelas</b>  <i>B. mesomelas</i> <i>B. mucidus</i>	<b>T. subterraneus</b>  <i>B. subterraneus</i>	<b>Tipo campestris</b>  <i>P. barbutellus</i> <i>P. campestris</i> <i>P. maxillosus</i>
torace giallo-arancio-bruno senza banda interalare nera			<b>Tipo pascuorum</b>  <i>B. humilis</i> <i>B. pascuorum</i>		

Nei casi dubbi dovuti a omocromia, l'esemplare catturato veniva identificato mediante l'osservazione di alcuni caratteri di elevato valore diagnostico con una lente d'ingrandimento 10x; l'insetto quindi poteva essere liberato dopo il riconoscimento. Ciò ha consentito, oltre che una più facile raccolta dei dati, anche di limitare le catture degli insetti evitando campionamenti indiscriminati.

L'impiego di questa tecnica è risultato più utile per le regine e le operaie. Per i maschi invece, che spesso sono eterocromi rispetto alle femmine generalmente a causa di una maggiore presenza di peli gialli, è stato necessario ricorrere a più frequenti catture e determinazioni in laboratorio prima di poter acquisire un grado di conoscenza tale che permettesse un'identificazione diretta.

Inoltre, per quanto riguarda il riconoscimento in campo delle caste, mentre normalmente la regina si distingue dalle operaie per la maggiore taglia, i maschi si caratterizzano per i loro movimenti più goffi, per la loro corporatura più tozza e, in particolare, per la maggiore lunghezza delle antenne rispetto a quella delle femmine.

Le catture sono state effettuate utilizzando a seconda delle diverse situazioni due distinti retini: il retino tipico da farfalle e quello a forbice.

Infine, nel corso della ricerca, sono state anche effettuate alcune escursioni, dalla Valle Pagana alla cima del M. Meta per verificare la presenza delle due specie altomontane *B. mucidus mollis* e *monticola konradini*.

Tutti gli esemplari catturati sono stati determinati presso l'Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria, Sezione di Apicoltura di Roma, dove è stato possibile anche esaminare i reperti delle collezioni. Si è fatto uso delle chiavi dicotomiche di Pittioni (1939), Løken (1973, 1984) e di Intoppa *et al.* (1997, 2000).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

### **Dati relativi alle specie e alle popolazioni dei bombi**

Le specie di Bombinae ritrovate nel corso dell'indagine svolta nel pianoro "le Forme", da qui in avanti indicato con il nuovo toponimo di "Valle Fiorita", sono complessivamente diciannove (tab. 1): di queste, quattordici appartengono al genere *Bombus* e cinque al genere *Psithyrus*.

*B. mucidus*, presente anch'esso in elenco, è stato in realtà rinvenuto in Valle Pagana, immediatamente al di là della faggeta che delimita, in direzione del monte Meta, l'area indagata. Se ne dà qui notizia in quanto rappresenta l'unica segnalazione per il Molise.

Le specie rinvenute regolarmente nell'Appennino centrale sono indicate nei lavori di Tkalcu (1960), Comba (1964), Reinig (1970) Ricciardelli D'Albore (1986), Quaranta (1996), le cui ricerche riguardano principalmente Marche, Umbria, Lazio e Abruzzo. Per quanto riguarda il Molise, è stata esaminata la collezione della Sezione di Apicoltura dell'Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria (indicata da qui in avanti "Coll. ISZA"), che vi ha svolto ricerche per diversi anni.

Confrontando i dati di Valle Fiorita con le segnalazioni di questi Autori, risulta che l'unica specie non rinvenuta nel corso delle indagini è *B. monticola*, per la quale i ritrovamenti più meridionali sono costituiti da quelli del monte Terminillo, RI (Reinig, 1965) e di Campo Imperatore, AQ (Coll. ISZA, 1997). È evidente allora che la zona indagata è caratterizzata da una sorprendente ricchezza di specie, considerando soprattutto la sua scarsa estensione (22 ha) e il fatto che le ricerche si sono svolte a un'unica quota (1450 m).

Tab. 1 - Specie di Bombinae presenti nel pianoro le Forme.

Genere **BOMBUS** Latreille, 1802

**A) Sezione *Anodontobombus* Krüger, 1917**

Sottogenere ***Bombus*** s. str. Latreille, 1802

1 - *lucorum* (Linné, 1761)

2 - *terrestris* (Linné, 1758)

Sottogenere ***Kallobombus*** Dalla Torre, 1880

3 - *soroensis* (Fabricius, 1777)

Sottogenere ***Melanobombus*** Dalla Torre, 1880

4 - *lapidarius* (Linné, 1758)

Sottogenere ***Pyrobombus*** Dalla Torre, 1880

5 - *pratorum* (Linné, 1761)

**B) Sezione *Odontobombus* Krüger, 1917**

Sottogenere ***Megabombus*** Dalla Torre, 1880

6 - *hortorum* (Linné, 1761)

7 - *runderatus* (Fabricius, 1775)

Sottogenere ***Mucidobombus*** Skorikov, 1922

8 - *mucidus* Gerstaecker, 1869 (\*)

Sottogenere ***Rhodobombus*** Dalla Torre, 1880

9 - *mesomelas* Gerstaecker, 1869

(segue)

Sottogenere *Subterraneobombus* Vogt, 1911

10 - *subterraneus* (Linné, 1758)

Sottogenere *Thoracobombus* Dalla Torre, 1880

11 - *humilis* Illiger, 1806

12 - *pascuorum* (Scopoli, 1763)

13 - *runderarius* (Müller, 1776)

14 - *sylvarum* (Linné, 1761)

Genere **PSITHYRUS** Lepeletier, 1832

Sottogenere *Allopsithyrus* Popov, 1931

15 - *maxillosus* (Klug, 1817)

Sottogenere *Ashtonipsithyrus* Frison, 1927

16 - *vestalis* (Fourcroy, 1785)

Sottogenere *Fernaldaepsithyrus* Frison, 1927

17 - *sylvestris* Lepeletier, 1832

Sottogenere *Metapsithyrus* Popov, 1931

18 - *campestris* (Panzer, 1801)

Sottogenere *Psithyrus* s. str.

19 - *rupestris* (Fabricius, 1793)

(\*) presente a Valle Pagana

Tab. 2 - Risultati delle conte con le specie divise in caste (f = femmine, o = operaie, m = maschi; totale delle conte = 6637. Nelle tabelle successive le specie saranno indicate con le sigle riportate in legenda).

Specie	f	o	m	tot	legenda
<i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	524	1195	203	<b>1922</b>	<b>pas</b>
<i>B. lapidarius</i> (Linné, 1758)	117	1232	483	<b>1832</b>	<b>lap</b>
<i>B. lucorum</i> (Linné, 1961)	283	183	232	<b>698</b>	<b>ter/luc</b>
<i>B. terrestris</i> (Linné, 1758)					
<i>B. soroensis</i> (Fabricius, 1777)	436	145	54	<b>635</b>	<b>sor</b>
<i>B. pratorum</i> (Linné, 1961)	137	148	76	<b>361</b>	<b>pra</b>
<i>P. rupestris</i> (Fabricius, 1793)	9	–	320	<b>329</b>	<b>rup</b>
<i>B. subterraneus</i> (Linné, 1758)	208	28	9	<b>245</b>	<b>sub</b>
<i>B. hortorum</i> (Linné, 1761)	101	60	34	<b>195</b>	<b>hor</b>
<i>B. ruderarius</i> (Müller, 1776)	119	7	0	<b>126</b>	<b>rur</b>
<i>P. sylvestris</i> Lepeletier, 1832	18	–	89	<b>107</b>	<b>sys</b>
<i>B. mesomelas</i> Gerstaecker, 1869	19	61	0	<b>80</b>	<b>mes</b>
<i>P. vestalis</i> (Fourcroy, 1785)	6	–	50	<b>56</b>	<b>ves</b>
<i>P. campestris</i> (Panzer, 1801)	9	–	25	<b>34</b>	<b>cam</b>
<i>B. humilis</i> Illiger, 1806	2	8	0	<b>10</b>	<b>hum</b>
<i>B. ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	1	1	1	<b>3</b>	<b>rut</b>
<i>P. maxillosus</i> (Klug, 1817)	0	–	3	<b>3</b>	<b>max</b>
<i>B. sylvarum</i> (Linné, 1761)	1	0	0	<b>1</b>	<b>syl</b>

Nella tabella 2 sono riportati i dati relativi alle conte effettuate lungo i percorsi prescelti: per ogni specie è indicato il numero di esemplari osservati, suddivisi per casta. Come si può notare, *B. pascuorum* e *lapidarius* hanno mostrato la più elevata rappresentatività, costituendo complessivamente il 60% degli individui presenti, mentre del tutto sporadiche o addirittura occasionali si sono rivelati *B. humilis*, *ruderatus*, *sylvarum* e *P. maxillosus*. I dati relativi a *terrestris* e *lucorum* sono stati riuniti poiché non era possibile distinguere le due specie durante le conte, mentre per le elaborazioni successive il rapporto tra queste due specie è stato basato sulle determinazioni effettuate in laboratorio. Lo squilibrio che si nota per alcune specie tra le tre caste può essere determinato da vari fattori quali il tipo esplosivo o continuativo di produzione dei sessuati, le vicende stagionali o la fluttuazione spaziale o temporale della flora bottinata presente nella valle o da un'interazione di questi e altri fattori.

Tab. 3 - Media degli esemplari contati secondo il numero di osservazioni effettuate giornalmente.

data	rup	ves	cam	max	sys	te/lu	pra	lap	sor	hor	rut	sub	mes	rur	hum	pas	tot
2/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/2	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
16/2	-	-	-	-	-	3,0	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6
23/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/3	-	-	-	-	-	3,6	1,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4
9/3	-	-	-	-	-	3,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	3,8
16/3	-	-	-	-	-	4,7	1,3	1,0	-	0,7	-	-	-	-	-	0,5	8,2
23/3	<b>rilevamenti non effettuati a causa del completo innevamento della valle</b>																
30/3																	
6/4																	
13/4	-	-	-	-	-	5,2	0,8	0,2	-	0,2	-	-	-	-	-	0,2	6,6
20/4	-	-	-	-	0,2	7,2	1,2	0,2	-	0,3	-	-	-	-	-	3,3	12,4
27/4	-	-	-	-	-	1,8	2,2	1,0	0,2	0,3	-	-	-	0,5	-	4,3	10,3
4/5	-	-	-	-	0,5	1,2	7,2	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-	10,3	21,2
11/5	0,3	-	-	-	3,3	1,0	1,3	1,3	0,3	3,2	0,2	-	1,3	2,3	-	19,8	34,3
18/5	0,3	0,2	0,2	-	0,8	2,7	2,7	4,3	0,2	7,0	-	4,2	0,3	7,8	-	15,2	45,9
25/5	0,5	0,7	0,2	-	0,3	2,3	3,5	4,0	9,0	2,3	-	4,5	0,2	4,3	-	16,0	47,8
1/6	0,3	1,2	-	-	1,5	1,5	7,0	0,3	33,3	1,7	-	6,5	-	3,0	-	11,7	68,0
8/6	-	1,0	0,5	-	2,2	2,0	6,8	1,8	17,7	0,2	-	2,5	-	2,0	-	3,3	40,0
15/6	1,2	0,4	-	0,2	1,0	8,0	12,0	7,4	22,6	2,4	-	7,8	-	-	0,2	0,2	63,4
22/6	2,4	0,8	-	-	0,2	10,0	7,6	33,2	7,6	0,8	0,2	4,6	-	-	-	0,6	68,0
29/6	4,7	-	-	-	1,3	9,0	4,7	45,0	6,7	1,0	-	1,3	-	-	0,3	2,3	76,3
6/7	3,5	0,5	-	-	-	5,0	2,3	19,8	0,5	1,5	-	1,3	-	-	-	4,0	38,4
13/7	24,6	-	1,2	-	1,4	5,0	1,6	9,6	0,2	1,2	-	1,0	-	-	0,2	2,0	48,0
20/7	12,4	2,4	0,2	-	1,2	4,4	1,2	28,6	2,8	0,2	-	0,4	-	-	-	5,8	59,6
27/7	4,5	2,8	-	0,5	2,0	12,3	0,3	49,0	1,8	1,0	-	2,5	-	-	0,3	13,0	90,0
3/8	7,8	1,0	1,0	-	2,2	14,0	0,7	49,7	3,8	3,8	0,2	1,3	4,2	-	1,0	22,2	112,9
10/8	0,6	-	-	-	-	8,6	1,0	48,8	5,2	2,6	-	7,0	6,6	-	-	29,4	109,8
17/8	2,2	0,2	1,2	-	0,2	11,0	0,2	36,4	4,8	2,8	-	1,6	2,0	-	-	60,0	122,6
24/8	1,8	-	1,2	-	0,8	10,2	-	31,0	0,4	1,4	-	-	0,2	-	-	64,8	111,8
31/8	0,2	-	0,4	-	0,4	1,0	-	10,6	0,2	-	-	-	-	-	-	37,0	49,8
7/9	-	-	-	-	0,5	-	-	1,3	-	0,3	-	-	-	-	-	22,3	24,4
14/9	-	-	0,8	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	16,3	18,1
21/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	6,2
28/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	3,8

La tabella 3 illustra l'andamento delle conte effettuate settimanalmente. I valori riportati rappresentano, per ciascuna giornata, il numero medio di insetti registrati nel corso dei diversi turni di osservazione. In questo modo è stato possibile uniformare e rendere confrontabili i dati raccolti anche quando, a causa di condizioni atmosferiche non del tutto favorevoli, non è stato possibile completare i turni previsti in una giornata.

All'inizio dell'anno, a causa della temperatura ancora rigida e della persistenza di zone innevate, è stato possibile condurre solo poche osservazioni, senza poter rispettare costantemente i percorsi stabiliti. Nel periodo successivo, fino alla prima decade di aprile, nuove nevicate hanno impedito il regolare svolgimento dei rilievi che, pertanto, ha avuto inizio alla metà di aprile.

I dati della tabella sono sinteticamente rappresentati nella fig. 1 che illustra il ciclo delle colonie nel loro complesso. Dopo un inizio stentato e prolungato a causa delle condizioni climatiche avverse, nel mese di maggio lo sviluppo delle colonie mostra un andamento progressivamente crescente; questa progressione è naturalmente legata ai fattori che regolano l'espansione delle colonie che raggiunge il suo massimo nel mese di agosto a cui segue poi un rapido declino delle presenze.

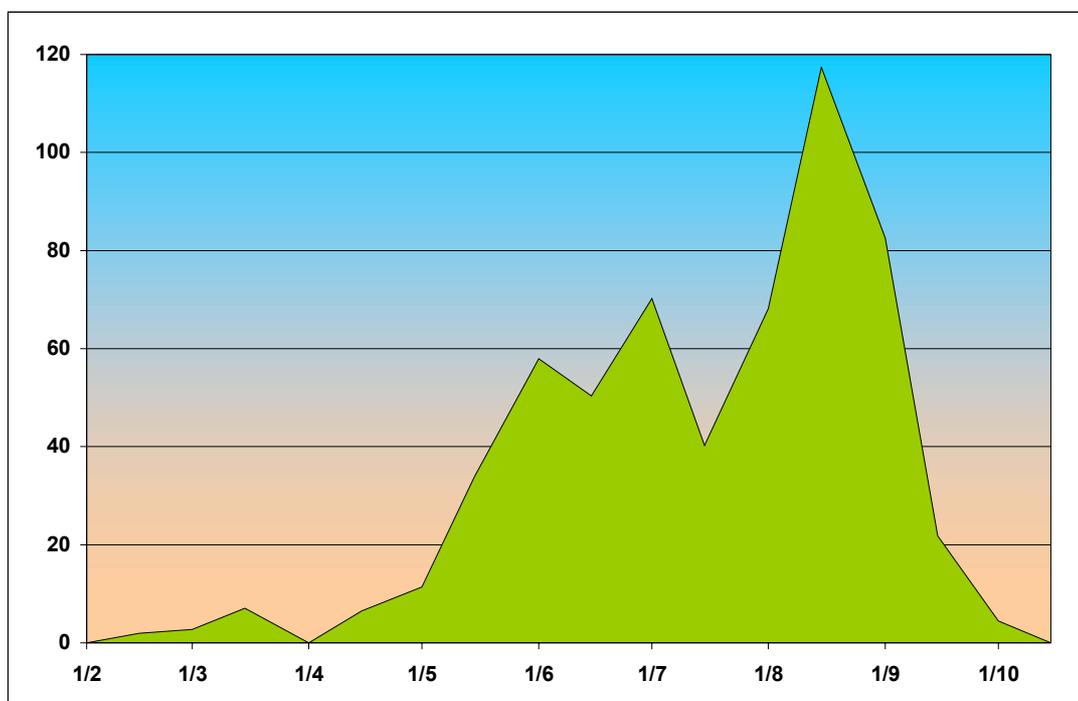


Fig. 1 - Ciclo complessivo delle diverse colonie di bombi e psitiri.

Il grafico di fig. 1 riguarda la sommatoria dei dati di tutte le specie e, poiché sia *B. pascuorum* che *lapidarius* rappresentano quasi il 30% dell'intera popolazione, può essere utile confrontare separatamente i singoli cicli e valutare il loro contributo al ciclo generale. Nella fig. 2 è rappresentato, a confronto con il ciclo generale, quello di *pascuorum*: lo sviluppo delle colonie mostra un inspiegabile periodo di crisi tra metà giugno e metà luglio per poi riprendere regolarmente nel mese di agosto e andare a compimento oltre la fine di settembre, rappresentando nell'ultimo periodo l'unica specie ancora presente. Il ciclo generale che risulta escludendo quello di *pascuorum* assume allora un andamento più regolare:

- il primo tratto del grafico è dovuto all'emergenza delle regine fondatrici e, successivamente, alla comparsa delle prime operaie che rappresenta classicamente l'inizio del ciclo della colonia;

- il primo picco del grafico coincide con il momento in cui è presente il più alto numero di operaie, e rappresenta quindi la massima espansione del nido;

- il successivo calo della popolazione è dovuto all'interruzione della produzione di operaie in favore di quella dei sessuati: la loro formazione richiede, per alcune specie, tempi più lunghi di quelli delle operaie e ciò determina uno iato nella comparsa dei componenti della colonia;

- man mano che la produzione di sessuati procede, si ha una nuova fase di crescita di popolazione, dopo la quale la colonia declina.

Nella fig. 3 è rappresentato il ciclo di *B. lapidarius*, questa specie, caratterizzata da uno sviluppo delle colonie tardivo, presenta il medesimo andamento sopra descritto e contribuisce con una certa regolarità allo sviluppo generale.

Il ciclo del gruppo *terrestris/lucorum* (fig. 3) rappresenta invece un esempio di ciclo precoce e prolungato per quasi tutta la stagione; esso non mostra le tradizionali fasi distintamente separate in quanto la formazione dei sessuati è diluita nel tempo e non implica una vera e propria interruzione di allevamento di operaie.

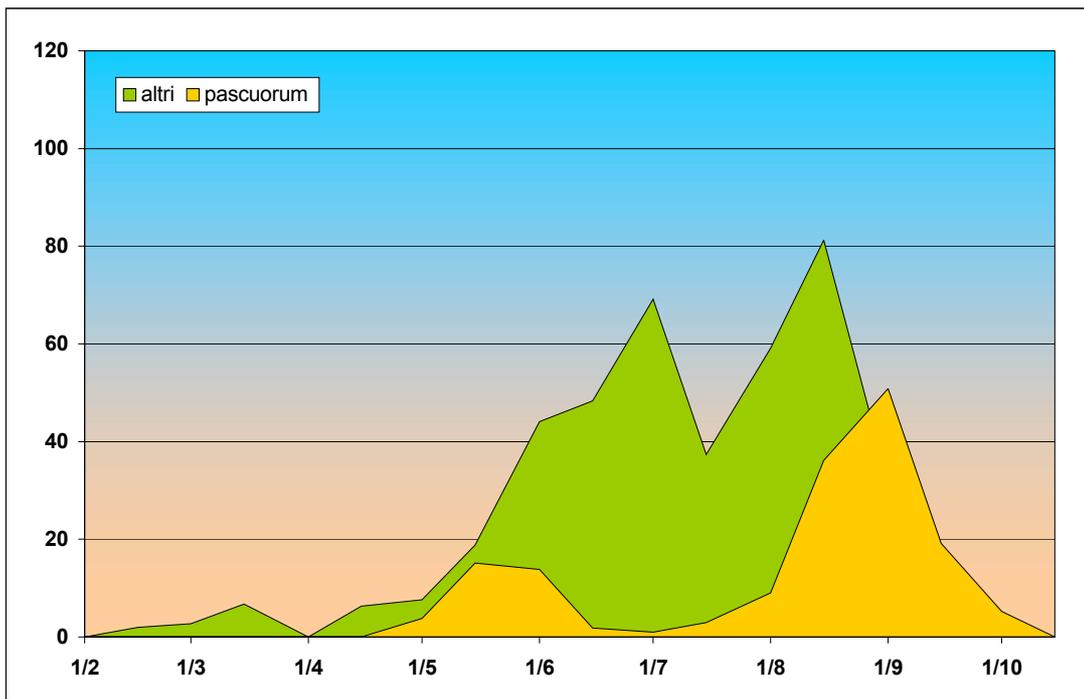
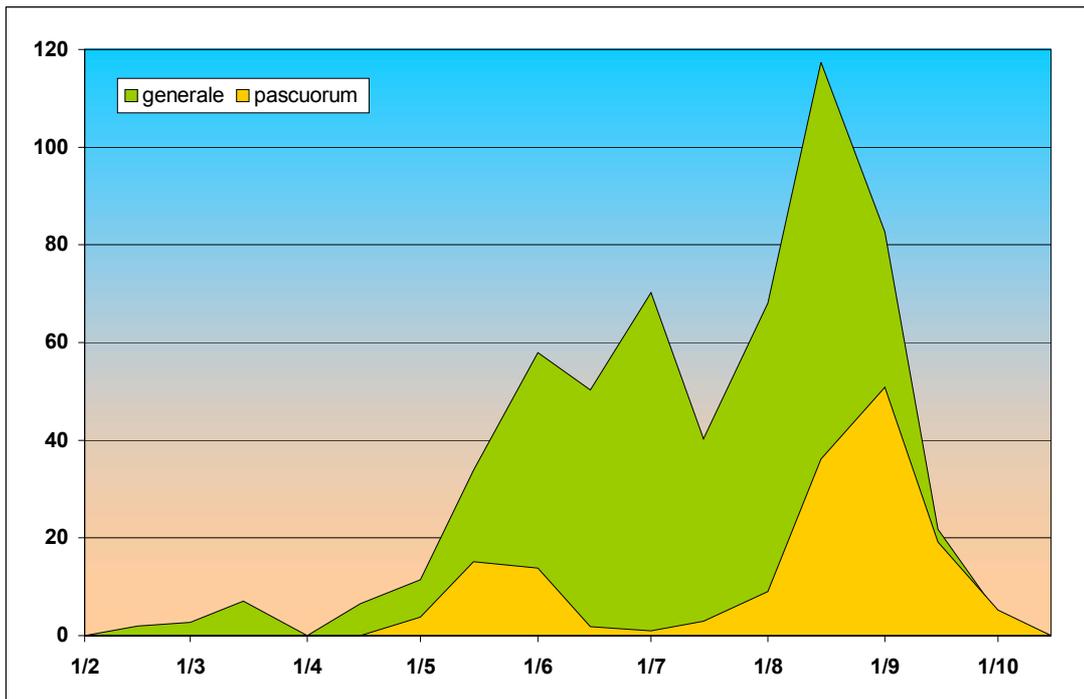


Fig. 2 - Ciclo generale delle popolazioni confrontato con il ciclo di *B. pascuorum*: in alto, come parte del ciclo generale; in basso, l'andamento dei due cicli è mostrato separatamente.

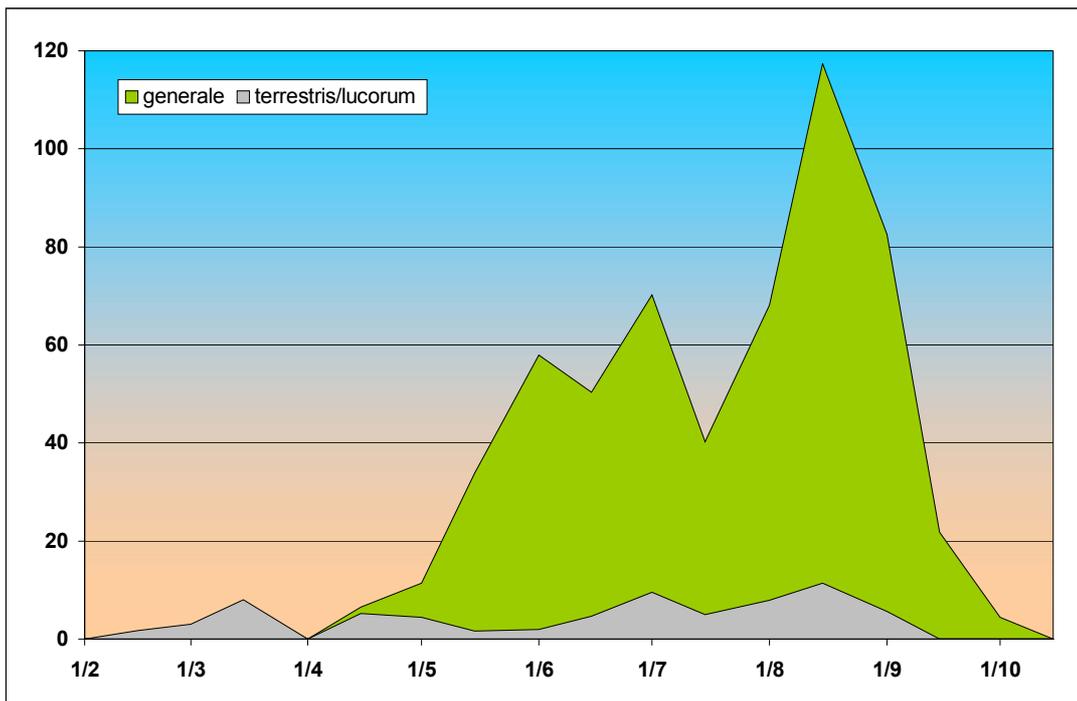
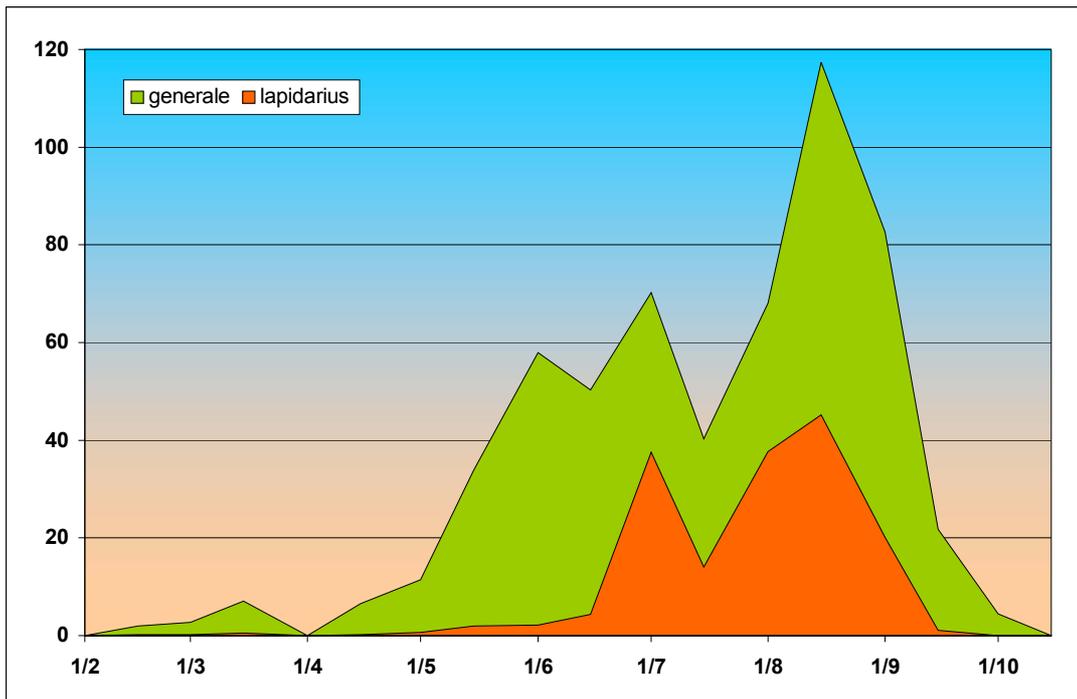


Fig. 3 - Ciclo di *B. lapidarius* (in alto) e del gruppo *terrestris/lucorum* (in basso) messi a confronto con il ciclo generale delle popolazioni.

## Confronto tra aprile-giugno 2001 e aprile-giugno 2002

Poiché nel primo anno di indagine non è stato possibile, a causa delle condizioni climatiche avverse, svolgere osservazioni regolari dal 9 febbraio (data di osservazione della prima regina di *terrestris* emergente) al 13 aprile, nel 2002 si è ritenuto utile ripetere i rilievi per stabilire con maggiore precisione l'andamento delle fasi iniziali delle colonie. Purtroppo anche nel secondo anno, per i medesimi motivi, la frammentazione dei rilievi ha impedito un'analisi razionale dell'emergenza delle nuove regine e dell'avvio delle colonie. Le osservazioni sono comunque proseguite fino all'inizio di giugno ed è stato possibile confrontare l'andamento dei cicli dei due anni relativi a questo periodo.

Nella fig. 4, per ciascuno dei due anni il ciclo generale viene posto a confronto con quello delle specie che maggiormente contribuiscono a determinarlo, anche se con quantità e andamenti differenti: *pascuorum*, presente nel primo periodo, e *soroensis*, nel secondo. Il ciclo del 2002 rispetto a quello del 2001 presenta il picco di *pascuorum* anticipato, mentre quello del *soroensis* è ritardato: questo origina la depressione nella seconda metà di maggio che non compare invece nel 2001, in cui avviene la contrazione di questi due picchi. Il tratto in nero del ciclo generale nell'anno 2002 è principalmente determinato dalla compensazione delle due specie, mentre nel 2001 dall'andamento delle altre specie (*runderarius*, *lapidarius*, ecc.).

L'esperienza condotta nei due anni suggerisce che, nonostante la precoce emergenza delle prime regine a tali altitudini, le condizioni climatiche che caratterizzano la valle ostacolano il definitivo avvio delle colonie che avviene quindi solo nel mese di aprile, quando le nevicate proprie di questa stagione sono del tutto cessate.

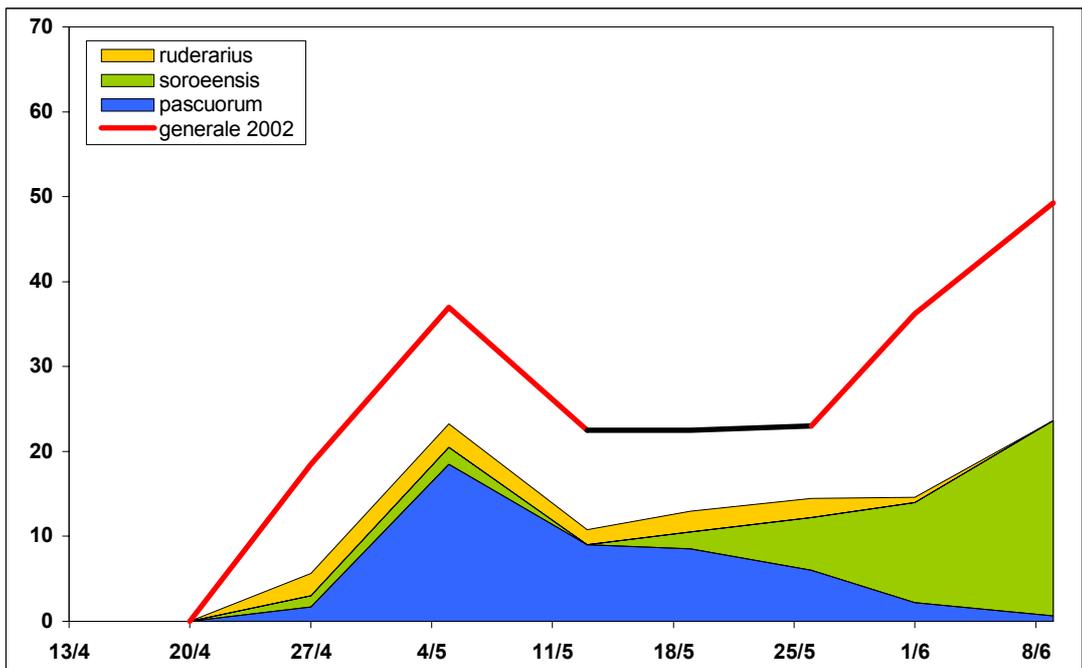
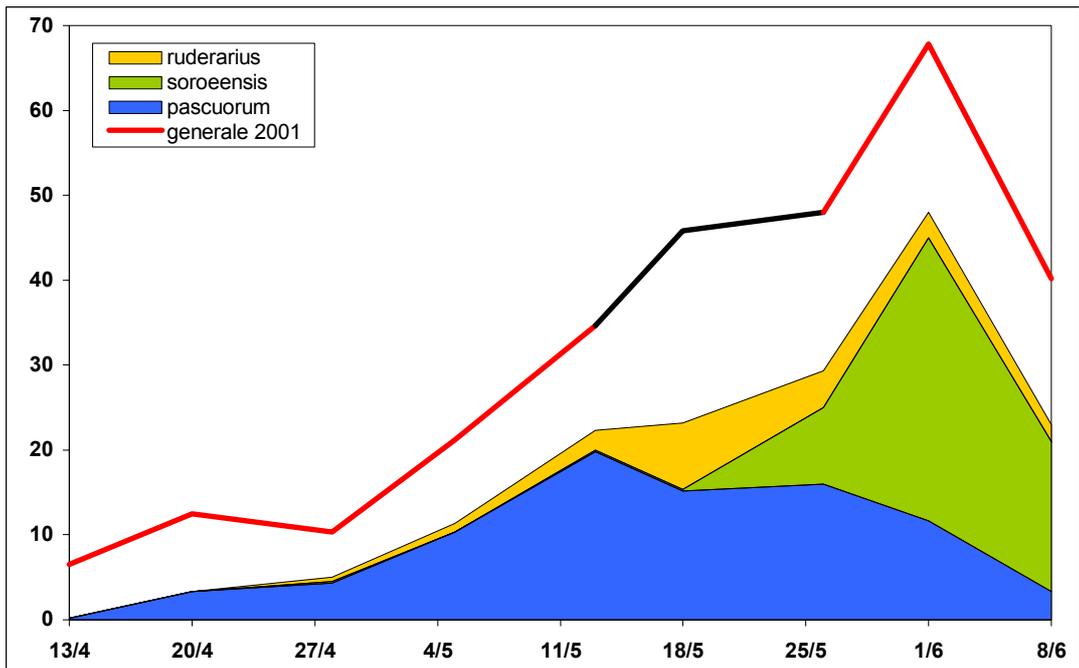


Fig. 4 - Mentre nell'anno 2001 il picco è determinato principalmente da *soroensis*, nel 2002 è determinato da *pascuorum*. In entrambi gli anni l'andamento del ciclo generale è indipendente da quello delle specie, i cui dati sono messi in pila.

## Flora di Valle Fiorita

Nella tab. 4 sono riportate tutte le specie botaniche trovate nell'area studiata. Complessivamente sono state registrate 96 specie afferenti a 24 famiglie, di cui le più rappresentate sono risultate le Compositae e le Labiatae, rispettivamente con 14 e 12 specie. Le specie visitate dai bombi nel corso dell'indagine sono state 52.

La tab. 5 riporta l'elenco delle piante bottinate di cui vengono indicati il periodo di fioritura e il numero di settimane che lo compongono e che rappresentano quindi quante volte quella specie è stata osservata. Inoltre viene indicata, per ogni specie, la quantità di fioritura disponibile espressa in classi nel momento della massima fioritura.

Considerando la ripartizione percentuale delle famiglie delle specie bottinate, le Compositae comprendono oltre il 50% delle piante visitate dai bombi, seguite dalle Labiatae, con il 25% e poi dalle altre famiglie con percentuali nettamente più basse (fig. 5).

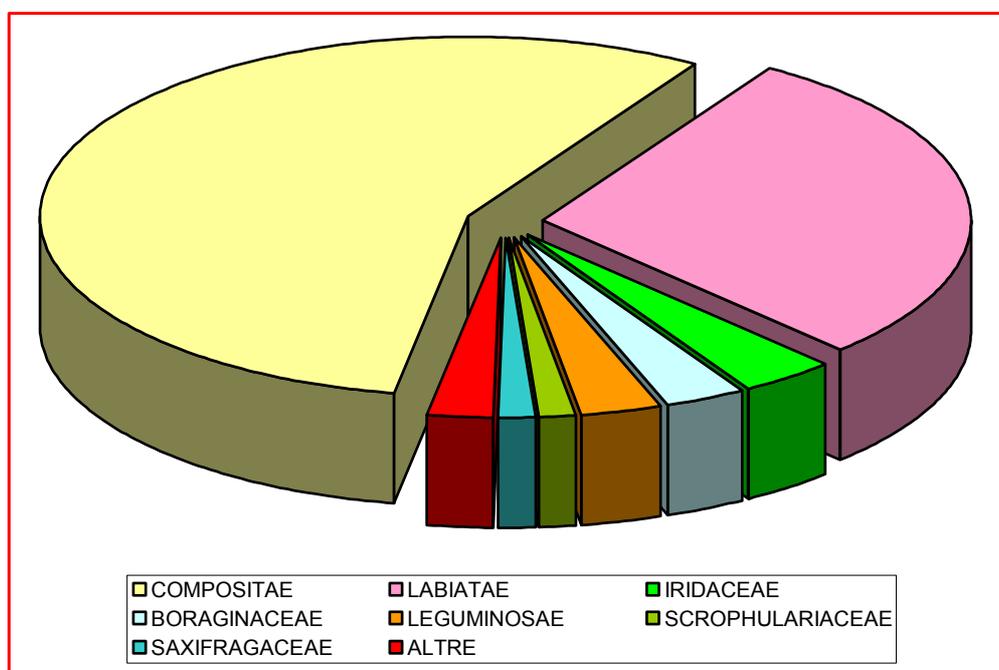


Fig. 5 - Rappresentazione percentuale delle famiglie della flora bottinata.

Tab. 4 - Flora del pianoro le Forme.

AMARYLLIDACEAE	<i>Narcissus poëticus</i> L.
BORAGINACEAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cynoglossum magellense</i> Ten.</li> <li>• <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill</li> <li>• <i>Pulmonaria officinalis</i> L.</li> <li>• <i>Solenanthus apenninus</i> (L.) Fisch. et M.</li> </ul>
CAMPANULACEAE	<i>Campanula glomerata</i> L.
CARYOPHYLLACEAE	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Cerastium arvense</i> L.</li> <li><i>Dianthus carthusianorum</i> L.</li> <li><i>Silene alba</i> (Miller) Krause</li> </ul>
COMPOSITAE	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Adenostyles australis</i> (Ten.) Nyman</li> <li>• <i>Bellis perennis</i> L.</li> <li>• <i>Carduus affinis</i> Guss.</li> <li>• <i>Carduus nutans</i> L.</li> <li>• <i>Carlina acaulis</i> L.</li> <li>• <i>Carlina utzka</i> Hacq.</li> <li><i>Cirsium acaule</i> (L.) Scop.</li> <li>• <i>Cirsium tenoreanum</i> Petrak</li> <li><i>Hypochoeris cretensis</i> (L.) Chaub. et Bory</li> <li><i>Leontodon cichoraceus</i> (Ten.) Sanguin.</li> <li><i>Leontodon hispidus</i> L.</li> <li>• <i>Senecio doronicum</i> L.</li> <li>• <i>Taraxacum officinale</i> Weber</li> <li><i>Tussilago farfara</i> L.</li> </ul>
CRUCIFERAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.</li> <li><i>Arabis pumila</i> Jacq.</li> <li><i>Arabis sagittata</i> (Bertol.) DC.</li> </ul>
EUPHORBIACEAE	• <i>Euphorbia gasparrinii</i> Boiss.
GENTIANACEAE	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Gentiana cruciata</i> L.</li> <li><i>Gentiana lutea</i> L.</li> <li>• <i>Gentiana verna</i> L.</li> </ul>
GERANIACEAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.</li> <li>• <i>Geranium reflexum</i> L.</li> </ul>
IRIDACEAE	• <i>Crocus napolitanus</i> Mord. et Loisel.
LABIATAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench</li> <li><i>Ajuga tenorii</i> Presl</li> <li>• <i>Ajuga reptans</i> L.</li> <li>• <i>Clinopodium vulgare</i> L.</li> <li><i>Lamium album</i> L.</li> <li>• <i>Lamium garganicum</i> L.</li> <li>• <i>Lamium maculatum</i> L.</li> <li><i>Lamium purpureum</i> L.</li> <li><i>Prunella lacinata</i> (L.) L.</li> <li>• <i>Stachys heraclea</i> All.</li> <li>• <i>Stachys sylvatica</i> L.</li> <li><i>Thymus longicaulis</i> Presl</li> <li>• <i>Thymus pulegioides</i> L.</li> </ul>
LEGUMINOSAE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Astragalus depressus</i> L.</li> <li>• <i>Hippocrepis comosa</i> L.</li> </ul>

(segue)

- Lathyrus pratensis* L.  
*Medicago lupulina* L.  
• *Trifolium pratense* L.  
• *Trifolium repens* L.
- LILIACEAE**  
• *Asphodelus albus* Miller  
*Colchicum alpinum* Lam. et DC.  
• *Gagea fistulosa* (Ramond) Ker-Gawl.  
*Ornithogalum gussonei* Ten.  
*Polygonatum multiflorum* (L.) All.  
• *Scilla bifolia* L.
- ORCHIDACEAE**  
*Orchis mascula* L.  
*Orchis sambucina* L.
- PAPAVERACEAE**  
• *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Koerte
- PLANTAGINACEAE**  
*Plantago media* L.
- PLUMBAGINACEAE**  
*Armeria canescens* (Host) Boiss.  
*Armeria majellensis* Boiss.
- RANUNCULACEAE**  
• *Anemone ranunculoides* L.  
• *Aquilegia vulgaris* L.  
• *Ranunculus apenninus* Chiov.  
*Ranunculus ficaria* L.  
*Ranunculus lanuginosus* L.  
• *Ranunculus millefoliatus* Vahl  
*Ranunculus trichophyllus* Chaix
- ROSACEAE**  
*Crataegus monogyna* Jacq.  
*Fragaria vesca* L.  
• *Malus sylvestris* Miller  
*Potentilla reptans* L.  
*Prunus avium* L.  
*Pyrus pyraeaster* Burgsd.  
• *Rosa canina* L.  
• *Rubus canescens* DC.  
• *Rubus idaeus* L.  
• *Rubus ulmifolius* Schott
- RUBIACEAE**  
*Asperula taurina* L.  
• *Cruciata laevipes* Opiz
- SAXIFRAGACEAE**  
• *Ribes uva-crispa* L.  
*Saxifraga bulbifera* L.
- SCROPHULARIACEAE**  
• *Digitalis ferruginea* L.  
*Rhinanthus minor* L.  
• *Scrophularia nodosa* L.  
• *Scrophularia vernalis* L.  
• *Verbascum pulverulentum* Vill.  
• *Verbascum thapsus* L.  
*Veronica agrestis* L.  
• *Veronica chamaedrys* L.  
*Veronica serpyllifolia* L.
- VALERIANACEAE**  
*Valeriana tuberosa* L.
- VIOLACEAE**  
• *Viola eugeniae* Parl.
- specie bottinata

Tab. 5 - Periodo di fioritura e frequenza delle piante bottinate.

specie	periodo fioritura	n. giorni di osservazione	frequenza
<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench	26.V-10.VII	6	A
<i>Ajuga reptans</i> L.	13.V-8.VI	5	F
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	17.III-13.V	6	A
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	26.V-16.VI	4	R
<i>Asphodelus albus</i> Miller	26.V-1.VI	2	R
<i>Astragalus depressus</i> L.	5.V-1.VI	5	F
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	13.IV-8.VI	9	A
<i>Bellis perennis</i> L.	17.III-30.IX	26	A
<i>Carduus affinis</i> Guss.	16.VI-30.IX	16	A
<i>Carduus nutans</i> L.	1.VII-29.VII	5	F
<i>Carlina acaulis</i> L.	4.VIII-9.IX	6	A
<i>Carlina utzka</i> Hacq.	4.VIII-11.VIII	2	F
<i>Cirsium tenoreanum</i> Petrak	21.VII-30.IX	11	A
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	10.VII	1	F
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. et Koerte	13.IV-13.V	5	F
<i>Crocus napolitanus</i> Mord. et Loisel.	17.III-5.V	5	A
<i>Cruciata laevipes</i> Opiz	18.V-24.VI	6	A
<i>Cynoglossum magellense</i> Ten.	20.IV-8.VI	8	A
<i>Digitalis ferruginea</i> L.	10.VII-22.IX	12	A
<i>Euphorbia gasparrinii</i> Boiss.	18.V-8.VI	4	A
<i>Gagea fistulosa</i> (Ramond) Ker-Gawl.	17.III-5.V	5	A
<i>Gentiana verna</i> L.	5.V-29.VII	13	F
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.	26.V-8.VI	3	A
<i>Geranium reflexum</i> L.	18.V-1.VII	7	A
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	13.V-24.VI	7	A
<i>Lamium garganicum</i> L.	26.V-24.VI	5	R
<i>Lamium maculatum</i> L.	20.IV-16.VI	9	A
<i>Malus sylvestris</i> Miller	18.V-26.V	2	F
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	13.V-8.VI	5	A

(segue)

<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	28.IV-1.VI	6	R
<i>Ranunculus apenninus</i> Chiov.	28.IV-16.VI	8	A
<i>Ranunculus millefoliatus</i> Vahl	13.IV-18.V	6	A
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	20.IV-26.V	6	A
<i>Rosa canina</i> L.	16.VI-10.VII	4	A
<i>Rubus canescens</i> DC.	10.VII	1	A
<i>Rubus idaeus</i> L.	16.VI-24.VI	2	R
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	11.VIII-3.IX	4	R
<i>Scilla bifolia</i> L.	17.III-5.V	5	A
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	18.V-10.VII	8	F
<i>Scrophularia vernalis</i> L.	26.V-8.VI	3	R
<i>Senecio doronicum</i> L.	13.V-26.V	3	F
<i>Solenanthus apenninus</i> (L.) Fisch. et M.	26.V-16.VI	4	A
<i>Stachys heraclea</i> All.	26.V-11.VIII	12	A
<i>Stachys sylvatica</i> L.	10.VII	1	R
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	18.V-8.VI	4	F
<i>Thymus pulegioides</i> L.	26.V-10.VII	7	A
<i>Trifolium pratense</i> L.	26.V-22.IX	18	A
<i>Trifolium repens</i> L.	26.V-4.VIII	11	A
<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.	25.VIII-3.IX	2	F
<i>Verbascum thapsus</i> L.	8.VI-16.VI	2	A
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	5.V-8.VII	6	A
<i>Viola eugeniae</i> Parl.	17.III-8.VI	10	A

La tabella 6 mette a confronto le visite ricevute dalle specie botaniche con l'attività delle diverse specie di bombi: tra questi dati spicca l'intensità di visita di *pascuorum* e *lapidarius* su *Cirsium tenoreanum* che rappresenta complessivamente il 25% dell'attività totale. Malgrado l'alta variabilità del pascolo a disposizione, le piante che hanno svolto un effettivo ruolo per l'alimentazione delle colonie sono state relativamente poche.

Nella fig. 6 il ciclo delle colonie è posto in relazione con il periodo di fioritura delle piante che hanno ricevuto più di 20 visite. Come si vede, *Crocus* è essenziale essendo l'unica fioritura presente all'inizio della stagione ed è in grado di garantire alimento durante la fondazione dei nidi; un altro gruppo di piante, che fiorisce nel periodo maggio-giugno, offre un importante contributo per lo sviluppo delle colonie già formatesi e per l'avvio di quelle tardive le cui regine emergono a maggio. Infine, le altre piante, da luglio in poi, sostengono l'attività delle operaie e dei sessuati nel periodo di maggiore espansione e costituiscono un'importante fonte di cibo per le nuove regine che si apprestano a svernare.



(segue)

specie	pas	lap	te/lu	sor	pra	rup	sub	hor	rur	sys	mes	ves	cam	hum	rut	max	syl	tot
Bell per		1	2			1			1									5
Gera pyr			1	4														5
Myos arv			1		1					1		2						5
Rosa can			1		2		2											5
Verb pul	4																	4
Rubu can					1		2											3
Scro ver		1			2													3
Verb tha			1	1	1													3
Aqui vul				1		1												2
Gage fis	2																	2
Pulm off	2																	2
Sole ape				2														2
Tara off				2														2
Anem ran	1																	1
Asph alb												1						1
Card nut						1												1
Carl utz			1															1
Clin vul	1																	1
Cruc lae				1														1
Euph gas										1								1
Malu syl			1															1
Ranu mil			1															1
Sene dor		1																1
Stac syl	1																	1
Thym pul						1												1
	<b>1922</b>	<b>1832</b>	<b>698</b>	<b>635</b>	<b>362</b>	<b>329</b>	<b>245</b>	<b>195</b>	<b>126</b>	<b>107</b>	<b>80</b>	<b>56</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6637</b>

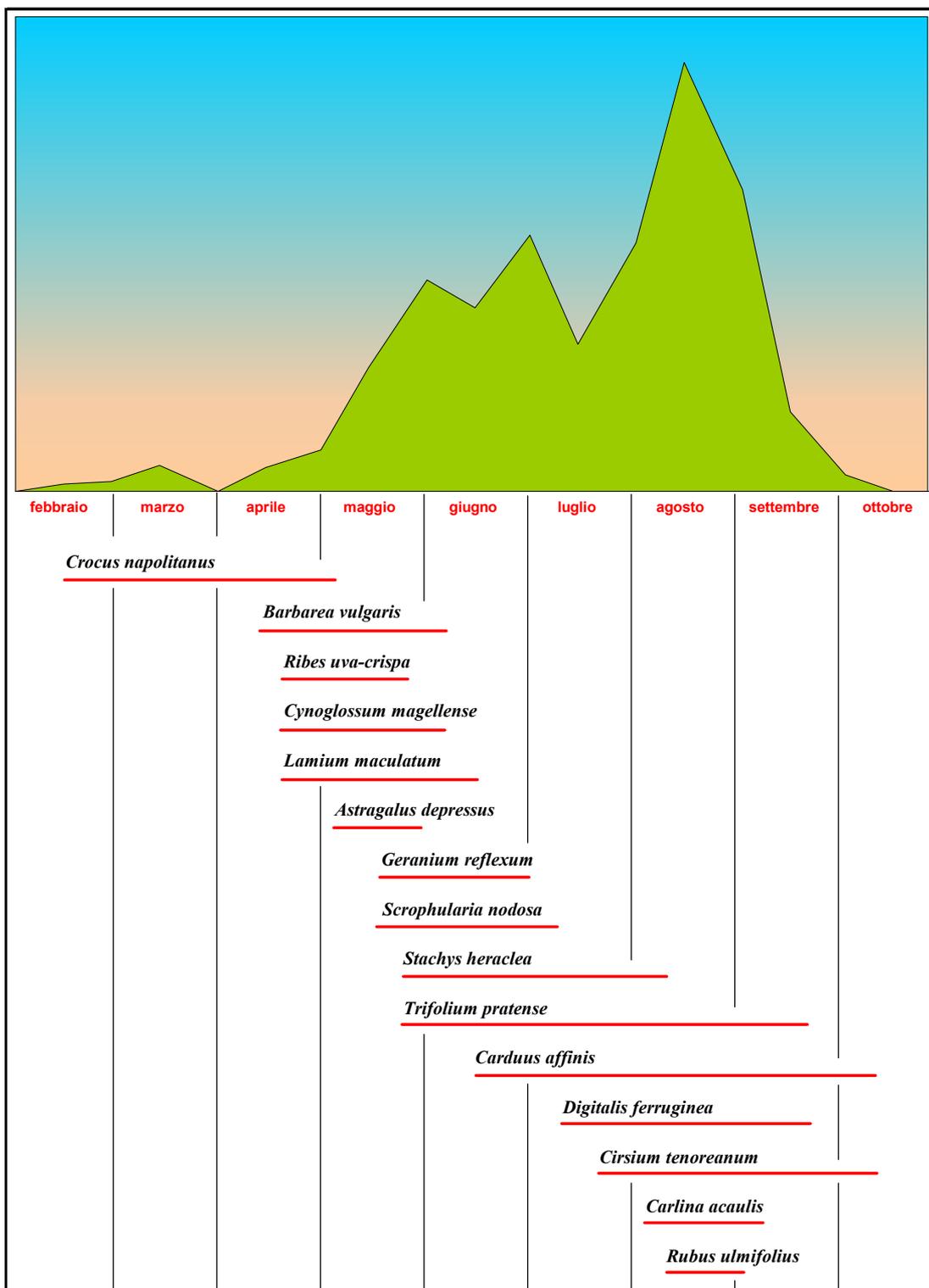


Fig. 6 - Ciclo della popolazione dei bombi e periodo di antesi delle piante più visitate.



*Silene alba* (Miller) Krause



*Ranunculus millefoliatus* Vahl



*Cerastium arvense* L.



*Ranunculus ficaria* L.



*Aquilegia vulgaris* L.



*Anemone ranunculoides* L.



*Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Koerte



*Rosa canina* L.



*Ribes uva-crispa* L.



*Rubus canescens* DC.



*Pyrus pyraeaster* Burgsd.



*Astragalus depressus* L.



*Hippocrepis comosa* L.



*Armeria canescens* (Host) Boiss



*Geranium pyrenaicum* Burm.



*Gentiana lutea* L.



*Viola eugeniae* Parl.



*Gentiana verna* L.



*Solenanthus apenninus* (L.) Fisch. et M.



*Pulmonaria officinalis* L.



*Cynoglossum magellense* Ten.



*Stachys heraclea* All.



*Lamium garganicum* L.



*Ajuga tenorii* Presl



*Lamium maculatum* L.



*Thymus longicaulis* Presl



*Acinos alpinus* (L.) Moench



*Digitalis ferruginea* L.



*Verbascum thapsus* L.



*Scrophularia nodosa* L.



*Hypochoeris cretensis* (L.) Chaub. et Bory



*Senecio doronicum* L.



*Carlina acaulis* L.



*Cirsium tenoreanum* Petrak



*Scilla bifolia* L.



*Carlina utzka* Hacq.



*Asphodelus albus* Miller



*Gagea fistulosa* (Ramond) Ker-Gawl.



*Crocus napolitanus* Mord. et Loisel.



*Narcissus poeticus* L.



Fioritura di *Crocus napolitanus*.

## Confronto fra Sorgente, Faggeta e Prateria

Poiché la metodologia adottata per i rilievi teneva distinte le tre aree prescelte per l'indagine, è stato possibile valutare separatamente i dati raccolti per ciascuno dei tre ambienti, Sorgente, Faggeta e Prateria. Nella tab. 7 è riportato settimanalmente il numero medio dei bombi contati relativo ai due turni giornalieri e nella fig. 7 il ciclo generale già descritto è stato suddiviso secondo i contributi dei transetti effettuati nei tre ambienti. Nella fig. 8, invece, gli andamenti delle conte sono rappresentati separatamente.

Dall'esame di questi dati si può constatare come Sorgente risulti l'area dove è stato rilevato il maggior numero di esemplari mentre Prateria sia quella che ha fornito il contributo minore. Nell'analisi degli andamenti è interessante notare che, in corrispondenza di un calo di Sorgente, tra giugno e luglio, è presente un picco degli altri due ambienti. È probabile che queste differenze siano imputabili, tra le altre cause, a una diversa disponibilità di fioriture nei transetti: ad esempio, la successione tra *Lamium* e *Stachys* è risultata particolarmente lenta in un'area mentre nelle altre due le fioriture si sono sovrapposte per un certo periodo.

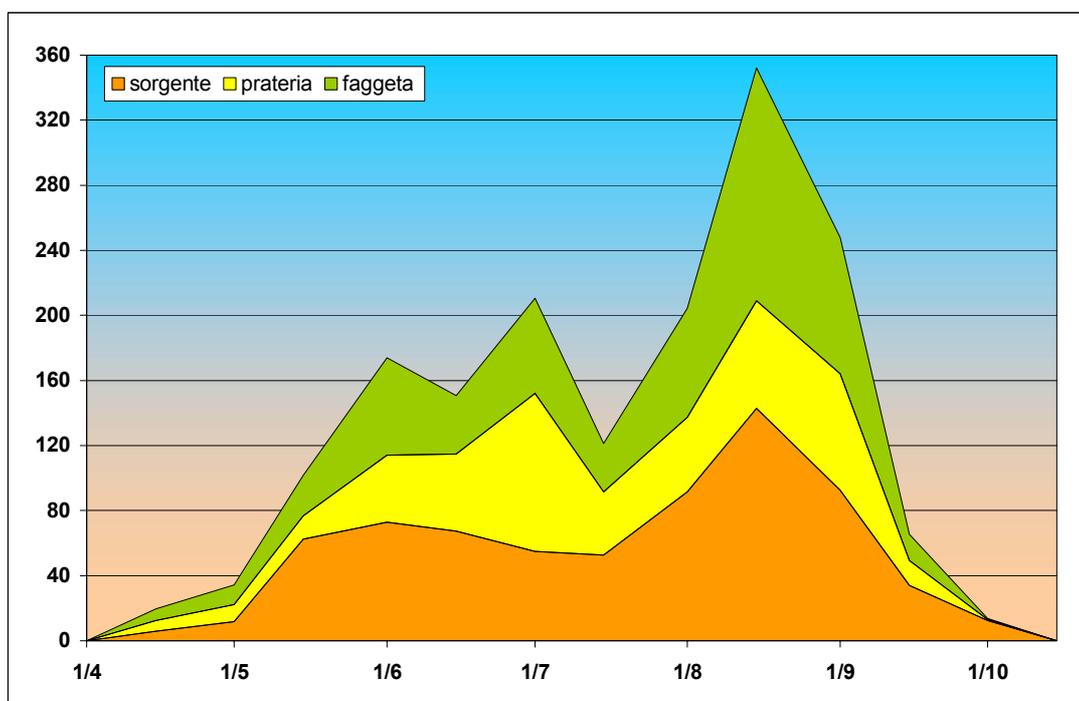


Fig. 7 - Confronto delle conte effettuate nei tre transetti.

Tab. 7 - Numero medio di bombi contati per ogni transetto.

<b>data</b>	<b>sorgente</b>	<b>faggeta</b>	<b>prateria</b>	<b>totale</b>
17/3	13,5	3,0	8,0	24,5
23/3	<b>rilevamenti non effettuati causa neve</b>			
30/3				
7/4				
13/4	6,0	7,0	6,5	19,5
20/4	11,5	12,0	14,0	37,5
28/4	12,0	12,5	6,5	31,0
5/5	54,5	4,0	5,0	63,5
13/5	64,5	30,5	8,5	103,5
18/5	68,0	39,5	30,0	137,5
26/5	64,0	48,5	31,5	144,0
1/6	82,5	71,0	50,5	204,0
8/6	73,5	27,0	19,5	120,0
16/6	61,5	45,0	74,5	181,0
24/6	58,5	46,0	88,5	193,0
1/7	51,0	72,0	106,0	229,0
10/7	45,0	40,0	28,0	113,0
14/7	61,0	19,0	49,5	129,5
21/7	84,0	23,0	53,5	160,5
29/7	99,0	111,0	38,0	248,0
4/8	154,0	148,0	36,5	338,5
11/8	131,0	140,0	69,0	340,0
19/8	144,0	142,0	92,0	378,0
25/8	117,0	122,5	97,5	337,0
3/9	68,0	45,0	45,5	158,5
9/9	37,5	22,0	20,0	79,5
15/9	30,5	10,0	11,0	51,5
22/9	17,0	1,0	1,5	19,5
30/9	7,5	0,0	0,0	7,5

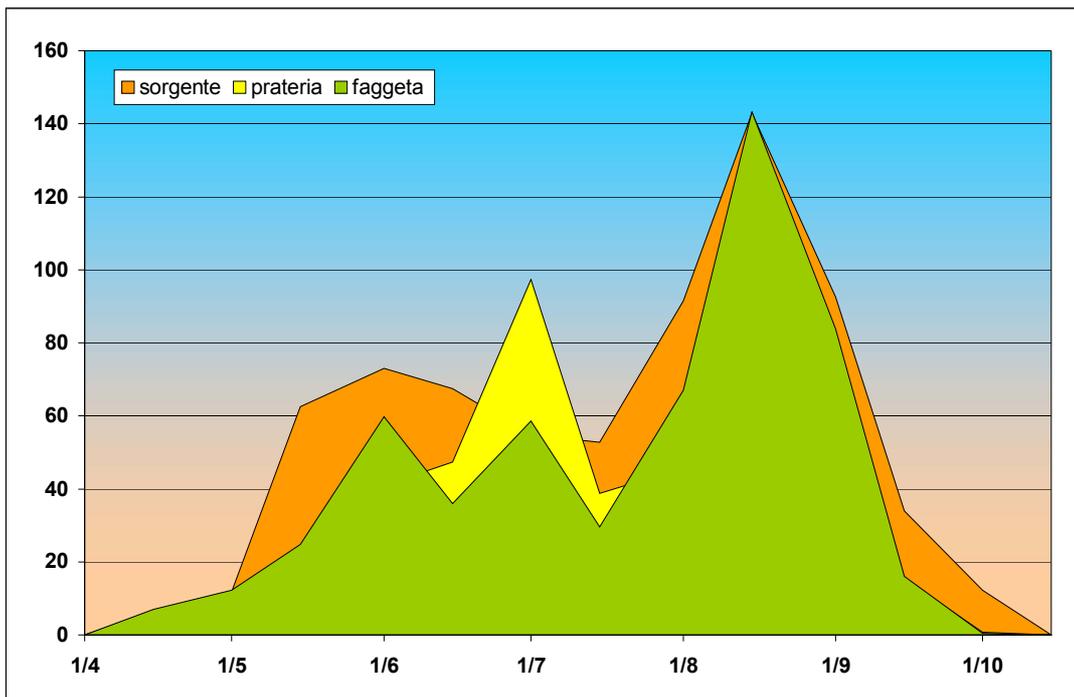
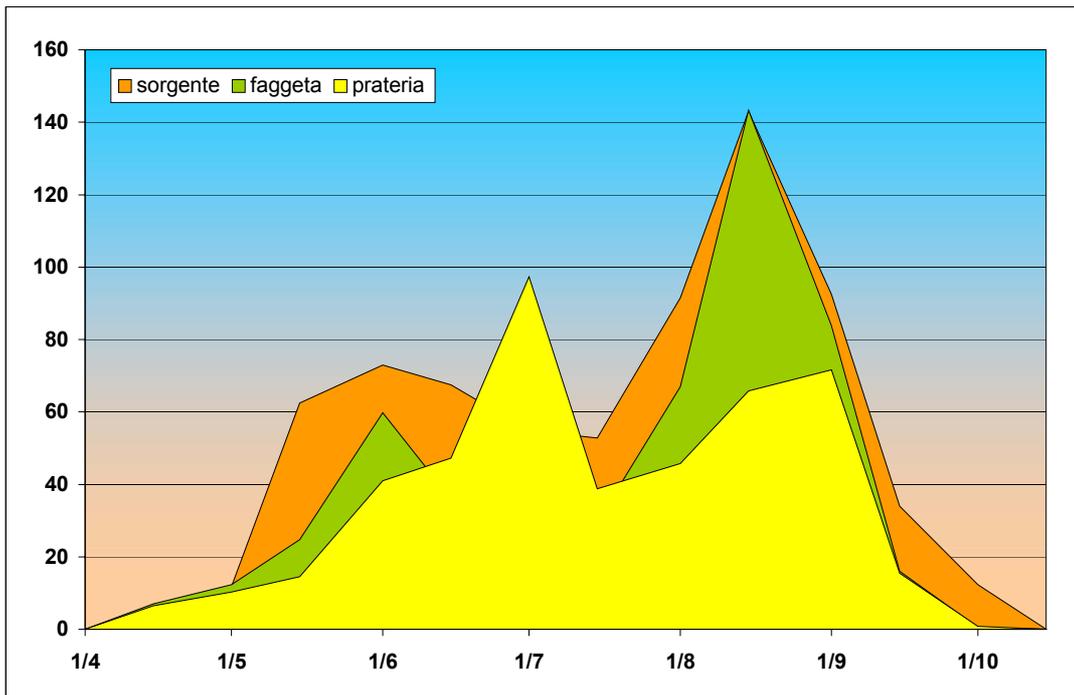


Fig. 8 - Confronto tra le medie delle conte effettuate nei tre transetti; le curve nei due grafici sono state disposte in ordine diverso per apprezzare le differenze.

Considerando la distribuzione nei tre transetti delle principali specie di bombi (fig. 9) e delle piante risultate più bottinate (fig.10) si possono osservare come primo impatto le seguenti differenze:

– *B. lapidarius* e *B. pascuorum* sono le specie più abbondanti e ugualmente presenti nei tre percorsi; *B. terrestris/lucorum* e *B. soroeensis* presentano percentuali che superano leggermente il 10%, mentre *B. pratorum*, *B. subterraneus* e *P. rupestris* mostrano percentuali di presenza più basse.

– *Cirsium tenoreanum* – in assoluto la pianta più bottinata –, *Carlina acaulis*, *Carduus affinis*, *Lamium maculatum* e *Stachys heraclea* sono le piante più visitate nei tre transetti: *Carlina* è assente a Sorgente; *Cirsium* è molto visitato a Faggeta e Sorgente e poco a Prateria, dove *Carlina* predomina insieme a *Stachys*.

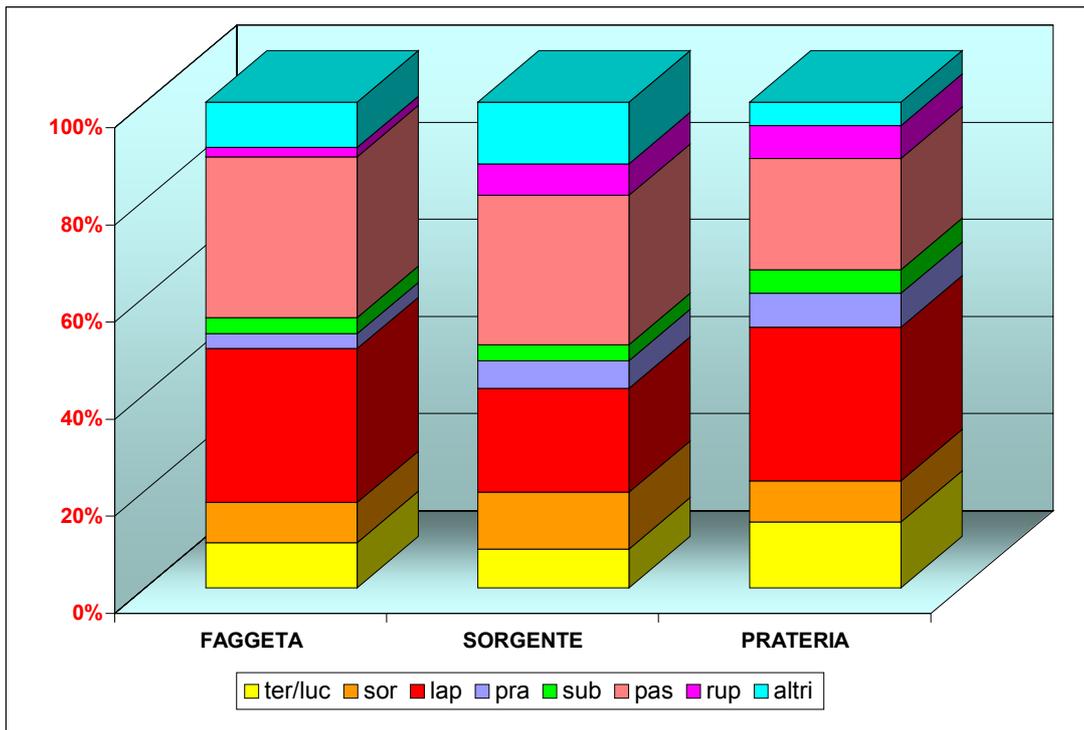


Fig. 9 - Distribuzione nei tre transetti delle specie di bombi più diffuse.

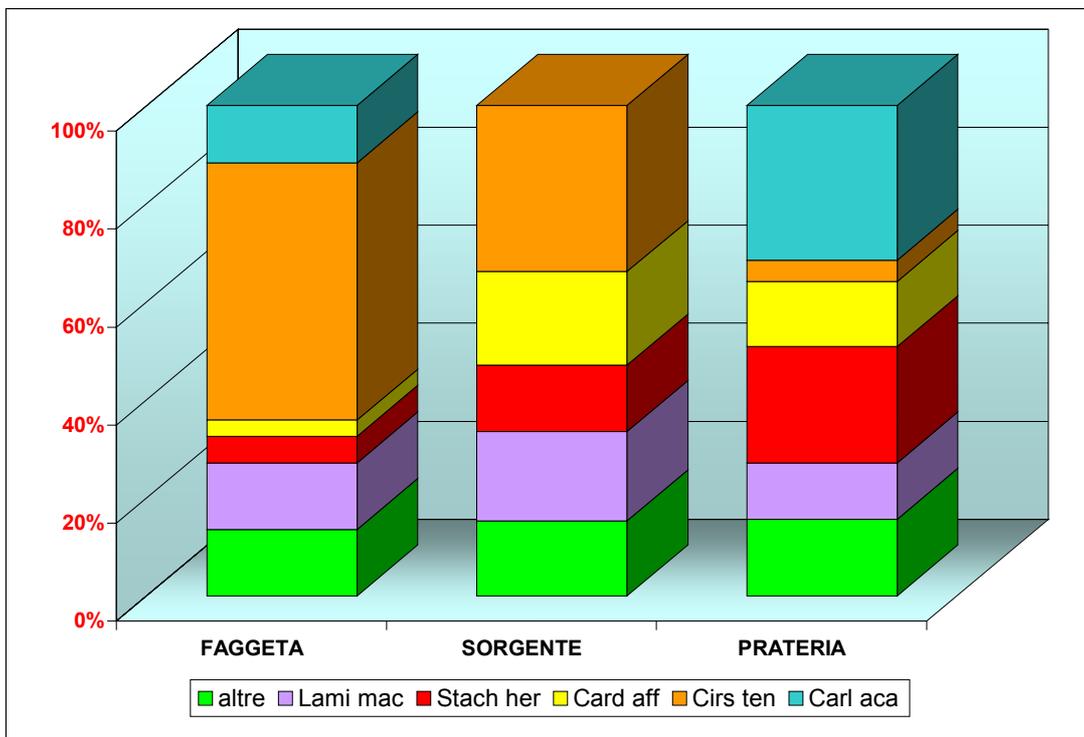


Fig. 10 - Visite ricevute dalle principali piante nei tre transetti.

## Analisi statistica

Per valutare le differenze relative alla composizione floristica e alla presenza delle diverse specie di bombi, riscontrate nei tre transetti, sono state inizialmente calcolate le percentuali di visita effettuate da ciascuna specie sulle piante presenti (tab. 8, 9, 10). Le tabelle ottenute consentono, con una certa immediatezza, di evidenziare, per ciascun percorso, le specie botaniche che sono state maggiormente visitate e le specie di bombi e psitiri più frequenti.

Successivamente si è proceduto all'Analisi delle Corrispondenze che è una tecnica di Analisi Multivariata che rappresenta graficamente le "distanze" tra vettori riga e vettori colonna di una tabella di frequenze multipla.

Le distanze vengono calcolate utilizzando la metrica del "Chi quadrato" ( $\chi^2$ ). In formule si ha:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{i,j} - n_{i,j}^*)^2}{n_{i,j}^*} \quad (1)$$

Nella (1)  $n_{i,j}$  rappresenta le frequenze osservate nella tabella dei dati,  $n_{i,j}^*$  rappresenta le frequenze teoriche:

$$n_{i,j}^* = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n_{..}}$$

Questa analisi statistica evidenzia, laddove esistono, le relazioni che intercorrono tra due o più variabili misurate su scala nominale. Il grafico degli autovalori della matrice prodotto – profili riga per profili colonna – dell'analisi delle corrispondenze della tabella a doppia entrata "specie di insetti per specie botanica visitata" fornisce indicazioni sull'esistenza di legami tra variabili nominali incrociate.

In questo caso le variabili sono rappresentate dalle specie botaniche visitate e dalle specie di bombi osservati. In assenza di legami, il grafico mostra un andamento decrescente molto lento. Quando invece queste relazioni esistono, l'andamento decrescente del grafico è molto più veloce in quanto gli autovalori rappresentano la va-

riabilità (o l'inerzia) di opportune combinazioni lineari delle variabili originarie chiamate fattori e disposte in ordinate decrescenti (fig. 11, 13, 15).

Il grafico degli autovalori evidenzia una relazione esistente tra righe e colonne della tabella, essendo la discesa della curva abbastanza rapida.

Per conoscere, nel dettaglio, le relazioni così evidenziate tra righe e colonne della tabella occorre analizzare il grafico (piano fattoriale) ottenuto configurando gli assi cartesiani (ascisse ed ordinate) come primo e secondo fattore.

In questo piano vengono raffigurati i punti “vettori riga” ed i punti “vettori colonna” ottenuti attraverso gli stessi dati della tabella di input letti per riga (vettori riga) o per colonna (vettori colonna). La posizione dei punti nel piano ci descrive il legame esistente tra righe e colonne della tabella.

Tab. 8 - Flora bottinata a Faggeta dalle diverse specie di *Bombus* e *Psithyrus*, con il numero di visite ricevute espresso in percentuale sul totale. Il valore più alto è indicato in rosso.

FAGGETA	te/lu	sor	lap	pra	hor	rut	mes	sub	pas	hum	rur	rup	sys	ves	cam	max	tot
Acin alp				0,05													0,05
Ajug rep		0,05		0,05					0,14		0,05						0,27
Astr dep											0,05						0,05
Barb vul	0,09		0,18					0,05	0,09		0,05	0,14	0,05				0,64
Bell per			0,05								0,05						0,09
Card aff	0,23		2,32	0,18				0,09	0,05			0,36		0,05	0,05		3,32
Carl aca	0,50	0,14	0,91		0,64		0,05	0,46	8,97								11,66
Carl utz	0,05																0,05
Cirs ten	5,05	2,28	<b>25,64</b>	0,27	0,36		1,64	0,50	14,66	0,32		1,23	0,14	0,18	0,14	0,09	52,50
Cory cav	0,18				0,05												0,23
Croc nap	1,55	0,05	0,18	0,09	0,14				0,73				0,05				2,78
Cyno mag	0,14	0,68		0,68	0,09				0,59		0,46		0,77	0,09			3,51
Digi fer					0,14				0,73								0,87
Euph gas													0,05				0,05
Gera ref				0,09													0,09
Hipp com	0,05		0,18														0,23
Lami mac	0,27	3,64	0,05	0,77	0,91		0,05	1,55	4,55		1,28		0,46	0,05			13,57
Myos arv	0,05												0,05				0,09
Ranu ape			0,05														0,05
Ribe u-c	0,05																0,05
Rosa can				0,05				0,09									0,14
Scil bif				0,09					0,18								0,27
Scro nod		0,05															0,05
Sene dor			0,05														0,05
Stac her	0,82	1,32	1,23	0,68	0,27			0,59	0,23			0,18		0,05			5,37
Tara off		0,05															0,05
Trif pra	0,05		0,82	0,05	0,46		0,05	0,05	2,00			0,05					3,51
Trif rep	0,09								0,09								0,18
Vero sp.													0,05				0,05
Viol eug	0,18								0,05								0,23
<b>totale</b>	<b>9,34</b>	<b>8,24</b>	<b>31,65</b>	<b>3,05</b>	<b>3,05</b>	<b>-</b>	<b>1,78</b>	<b>3,37</b>	<b>33,06</b>	<b>0,32</b>	<b>1,91</b>	<b>1,96</b>	<b>1,59</b>	<b>0,41</b>	<b>0,18</b>	<b>0,09</b>	<b>100,00</b>

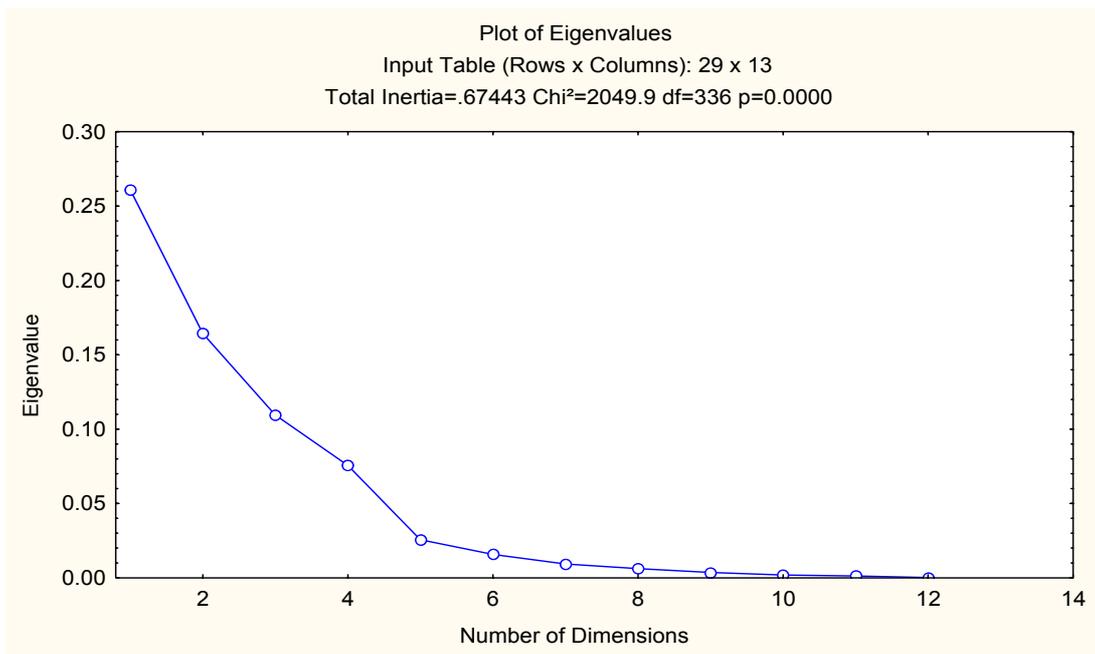


Fig. 11 - Grafico degli autovalori per Faggeta.

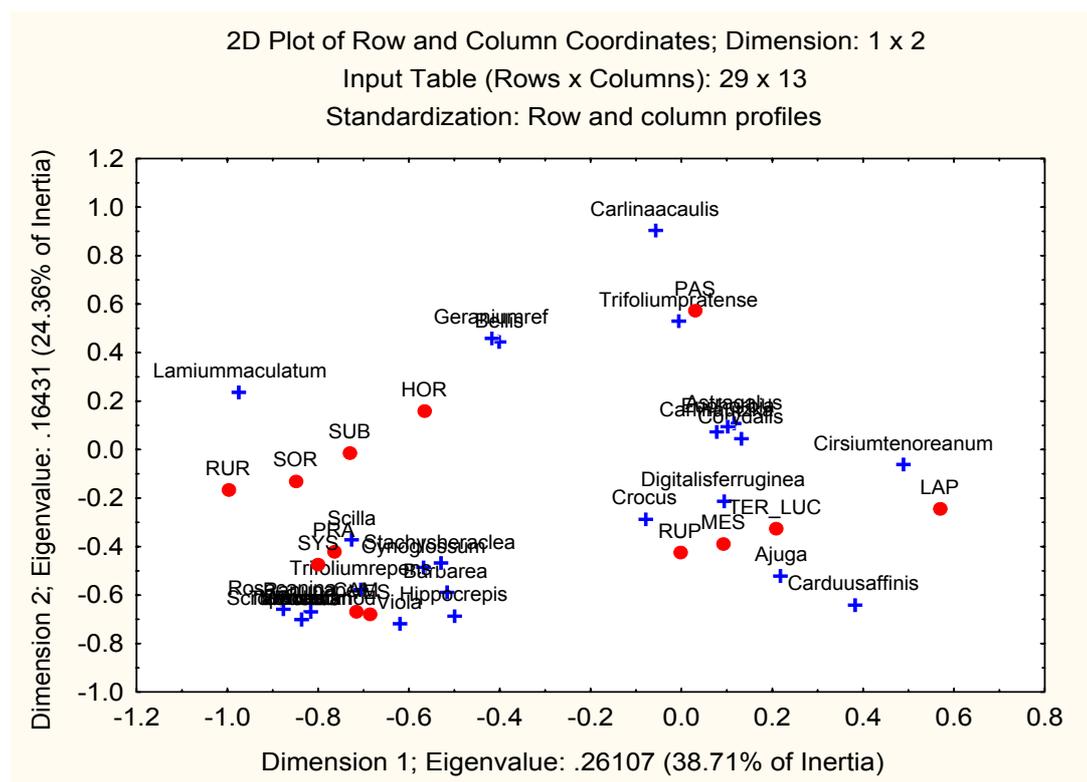


Fig. 12 - Analisi delle Corrispondenze per Faggeta (● Col. Coords, + Row. Coords).

Tab. 9 - Flora bottinata a Prateria dalle diverse specie di *Bombus* e *Psithyrus*, con il numero di visite ricevute espresso in percentuale sul totale. Il valore più alto è indicato in rosso.

PRATERIA	te/lu	sor	lap	pra	hor	rut	mes	sub	pas	hum	rur	rup	sys	ves	cam	max	tot
Acin alp	0,17		0,11					0,06				0,06		0,11			0,51
Ajug rep									0,06								0,06
Aqui vul		0,06										0,06					0,11
Astr dep			0,90								0,11						1,01
Barb vul	0,11												0,06	0,11			0,28
Card aff	1,07	0,34	6,08	0,39				0,11	0,34			4,45	0,34	0,11	0,06		13,28
Card nut												0,06					0,06
Carl aca	5,01	0,23	8,72	0,11	0,62		0,39	1,58	<b>14,86</b>					0,06			31,57
Cirs ten	0,62	0,06	1,74				0,06		1,69			0,11			0,06		4,33
Croc nap	1,91		0,39	0,68	0,23				0,34								3,55
Cyno mag	0,11	0,11	0,34	0,11													0,68
Digi fer	0,39		0,06						1,13								1,58
Gent ver	0,11		0,11									0,06					0,28
Hipp com			0,17		0,06												0,23
Lami mac	0,39	3,38	1,13	0,73	0,28		0,06	2,53	1,58		1,07	0,06	0,11	0,11	0,06		11,48
Malu syl	0,06																0,06
Myos arv	0,06			0,06										0,11			0,23
Pulm off									0,11								0,11
Ranu ape	0,17																0,17
Ribe u-c				0,28					0,62								0,90
Rubu ulm	0,17		0,11						1,29								1,58
Scil bif	0,17		0,06						0,17								0,39
Scro nod				1,01													1,01
Scro ver			0,06														0,06
Stac her	2,87	4,28	10,41	3,43	0,34		0,39	0,28	0,11		1,41		0,17				23,69
Stac syl									0,06								0,06
Thym pul												0,06					0,06
Trif pra			1,24		0,06		0,23	0,34				0,45					2,31
Trif rep	0,11	0,06	0,06						0,06								0,28
Verb tha				0,06													0,06
Vero sp.				0,06													0,06
<b>totale</b>	<b>13,51</b>	<b>8,50</b>	<b>31,68</b>	<b>6,92</b>	<b>1,58</b>	<b>-</b>	<b>0,51</b>	<b>4,90</b>	<b>22,90</b>	<b>0,11</b>	<b>1,18</b>	<b>6,75</b>	<b>0,51</b>	<b>0,79</b>	<b>0,17</b>	<b>-</b>	<b>100,00</b>

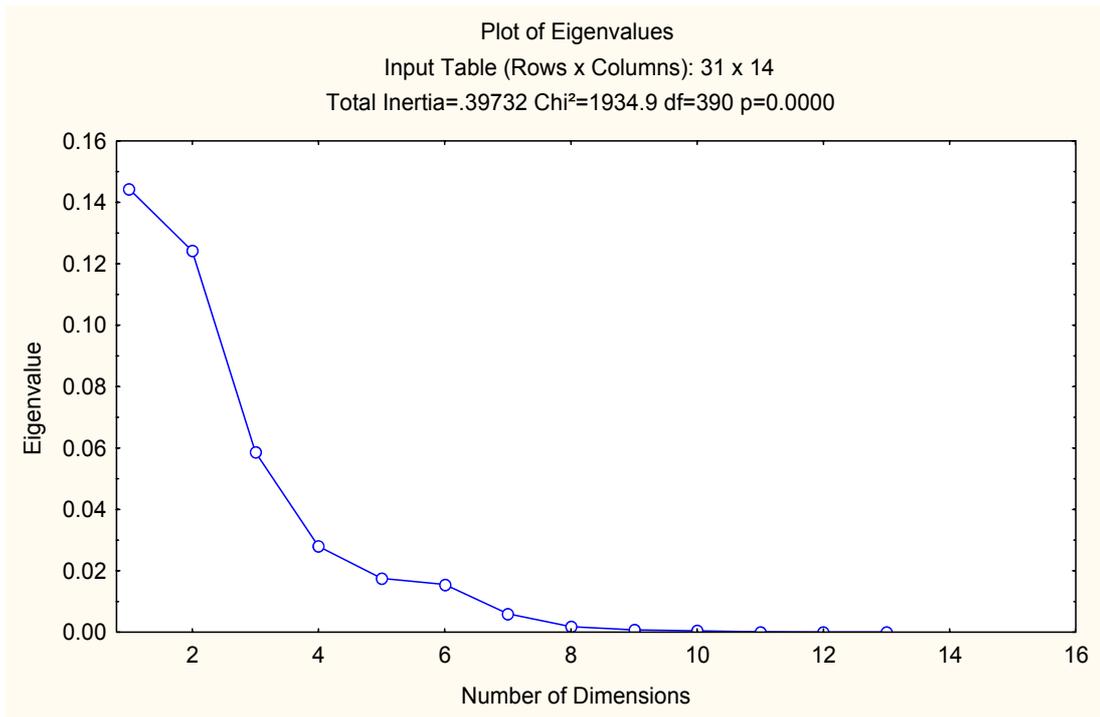


Fig. 13 - Grafico degli autovalori per Prateria.

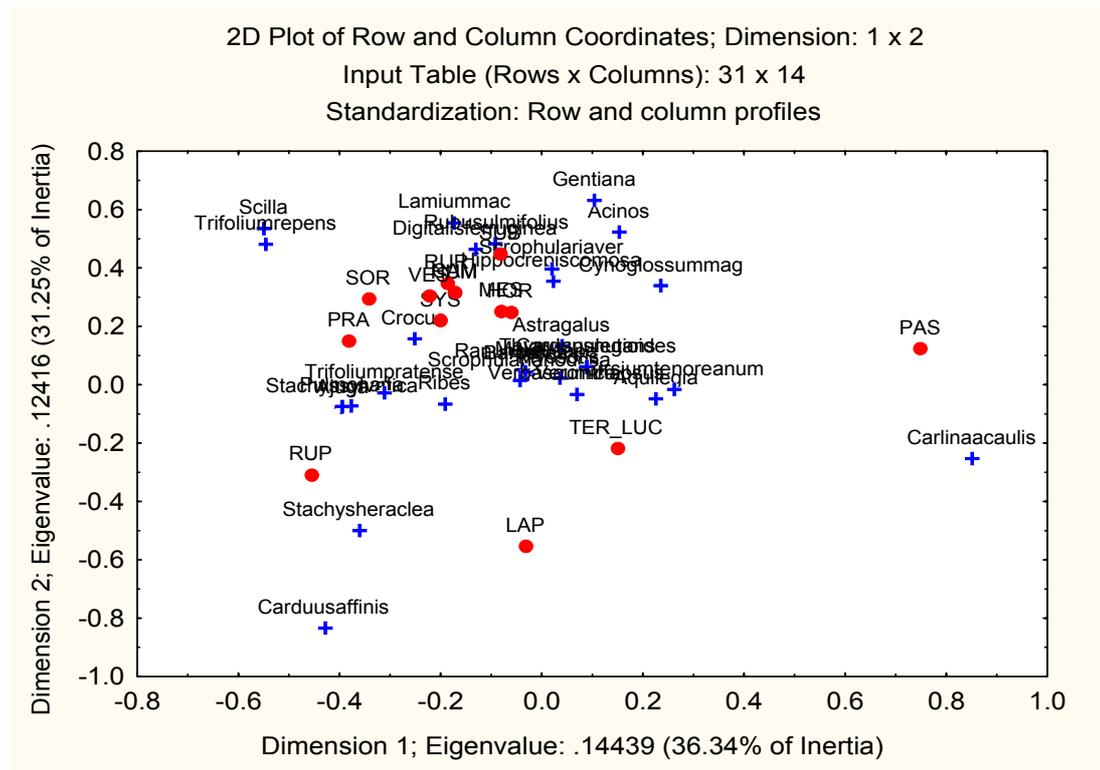


Fig. 14 - Analisi delle corrispondenze per Prateria (● Col. Coords, + Row. Coords).

Tab. 10 - Flora bottinata a Sorgente dalle diverse specie di *Bombus* e *Psithyrus*, con il numero di visite ricevute espresso in percentuale sul totale. Il valore più alto è indicato in rosso.

SORGENTE	te/lu	sor	lap	pra	hor	rut	mes	sub	pas	hum	rur	rup	sys	ves	cam	max	tot
Acin alp	0,04												0,04	0,04			0,12
Ajug rep									0,04								0,04
Anem ran									0,04								0,04
Asph alb														0,04			0,04
Astr dep					0,04		0,04				0,12						0,20
Barb vul			0,08						0,08				0,08				0,24
Bell per	0,08							0,04				0,04					0,16
Card aff	2,19	0,76	8,73	0,32	0,28			0,08	1,08			4,15	0,68	0,56	0,24		19,05
Cirs ten	1,47	0,64	9,05	0,08	0,96	0,04	0,92	0,32	<b>16,34</b>			2,15	0,84	0,32	0,76		33,88
Clin vul									0,04								0,04
Cory cav	0,20										0,04						0,24
Croc nap	1,63			0,28	0,08				0,32								2,31
Cruc lae		0,04															0,04
Cyno mag	0,16	0,80	0,16	0,68			0,04	0,08	1,39		0,36	0,04	0,40	0,04	0,04		4,18
Gage fis									0,08								0,08
Gera pyr	0,04	0,16															0,20
Gera ref		0,20		0,52					0,08				0,08	0,08	0,04		1,00
Lami gar	0,04			0,12	0,08						0,04						0,28
Lami mac	0,16	2,87	0,04	0,52	2,47	0,04	0,20	0,68	9,53		1,63			0,04			18,17
Ranu ape	0,04			0,04							0,04		0,08				0,20
Ranu mil	0,04																0,04
Ribe u-c	0,24		0,04	1,28	0,04				0,80		0,16						2,55
Rosa can	0,04			0,04													0,08
Rubu ida				0,16								0,04	0,20				0,40
Scil bif	0,04								0,08								0,12
Scro nod		0,04		0,48													0,52
Scro ver				0,08													0,08
Sole ape		0,08															0,08
Stac her	1,47	6,02	2,91	1,00	0,04			1,67	0,20		0,08	0,08	0,08	0,04			13,59
Stac syl									0,04								0,04
Tara off		0,04															0,04
Trif pra	0,04		0,32		0,04			0,36	0,28	0,04		0,04					1,12
Trif rep			0,04				0,04		0,12						0,08		0,28
Verb pul									0,16								0,16
Verb tha	0,04	0,04															0,08
Vero sp.	0,04						0,04				0,04		0,04				0,16
Viol eug				0,16													0,16
<b>totale</b>	<b>8,01</b>	<b>11,68</b>	<b>21,36</b>	<b>5,74</b>	<b>4,03</b>	<b>0,08</b>	<b>1,24</b>	<b>3,27</b>	<b>30,69</b>	<b>0,04</b>	<b>2,51</b>	<b>6,54</b>	<b>2,51</b>	<b>1,16</b>	<b>1,16</b>	<b>-</b>	<b>100,00</b>

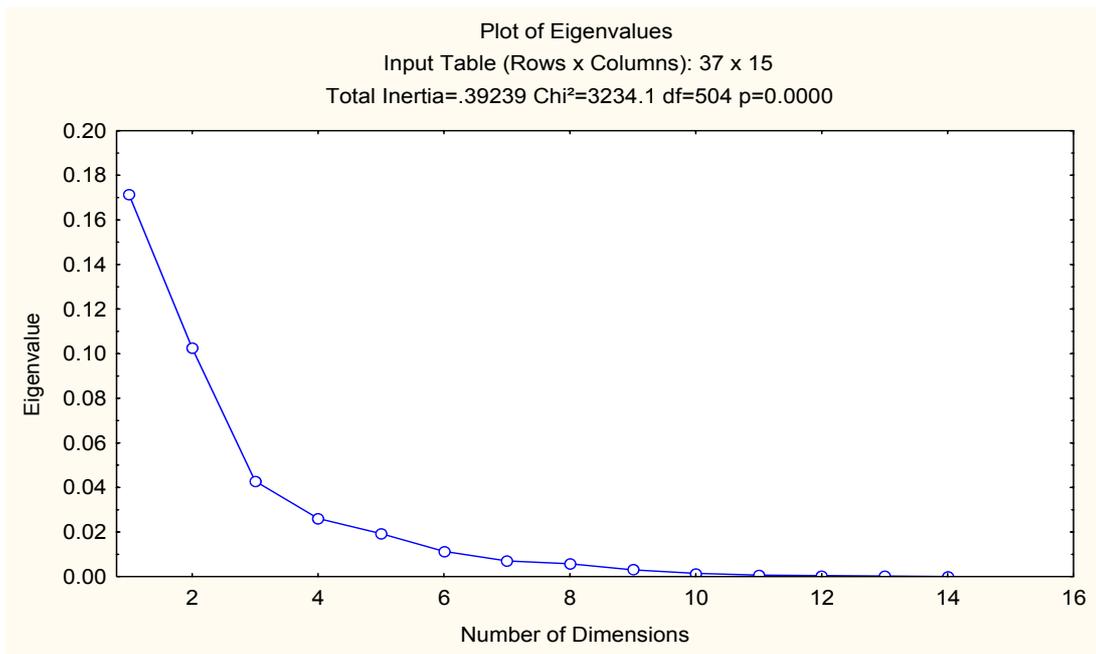


Fig. 15 - Grafico degli autovalori per Sorgente.

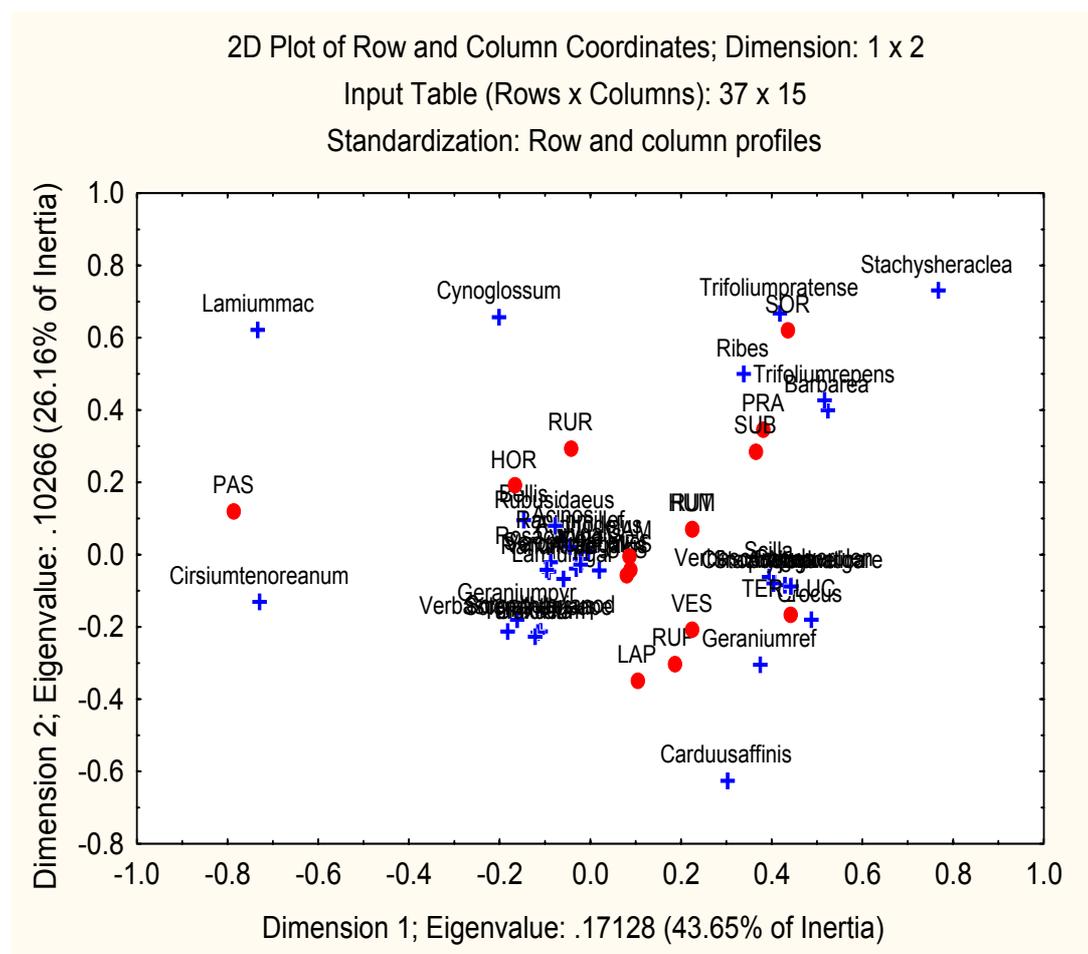


Fig. 16 - Analisi delle corrispondenze per Sorgente (● Col. Coords, + Row. Coords).

I grafici ottenuti attraverso l'analisi delle corrispondenze (fig. 12, 14, 16) confermano le differenze tra i tre ambienti individuati nella zona indagata. Evidentemente queste aree rappresentano situazioni differenti, dove le piante e le specie di bombi mostrano dinamiche e tipi di associazioni differenti:

– Faggeta. Nel grafico si evidenzia l'associazione *Cirsium tenoreanum* / *B. lapidarius* [la pianta più visitata (52,5% di visite totali) e il bombo di gran lunga più attivo su questa pianta (25,6%)] contro *Lamium maculatum* (che fiorisce in epoca diversa da *Cirsium* e riceve nel complesso un tipo di visita diverso), associato ad un gruppo di specie di bombi le cui regine emergono in concomitanza con la sua fioritura (7,4% delle visite totali). *B. pascuorum* (che mostra nel complesso un'attività bottinatrice nettamente diversa da *lapidarius*) è associato con *Trifolium pratense* e *Carlina acaulis*, che ricevono da questa specie di bombo il numero più alto di visite.

– Prateria. Emerge l'associazione *Carlina acaulis* / *B. pascuorum* [la pianta più visitata (31,6% di visite totali) e il bombo più frequente su questa pianta (14,9%)] e un'associazione minore tra *P. rupestris*, *B. lapidarius* / *Stachys heraclea*, *Carduus affinis*: *lapidarius* è il principale visitatore delle due piante, che sono anche quelle preferite da *rupestris*.

– Sorgente. L'associazione negativa tra *Stachys heraclea* e *Lamium maculatum* è dovuta ad un diverso periodo di fioritura: generalmente le due fioriture si avvicinano con una certa sovrapposizione, ma in questo ambiente si sono susseguite con un certo intervallo di tempo, ricevendo nel complesso un tipo di visita diverso. *B. pascuorum* risulta associato a *Lamium maculatum* e *Cirsium tenoreanum*, che sono le due piante più visitate (rispettivamente 9,5 e 16,3%) da questo bombo.

Dall'esame complessivo di questi dati è possibile fare alcune considerazioni di carattere generale sull'attività bottinatrice delle principali specie osservate.

Laddove predomina *Cirsium*, *B. pascuorum* lo visita attivamente (14-15% delle visite), mentre preferisce *Carlina* quando la prima è scarsa; in ogni caso la sua preferenza per queste due piante è spiccata.

*B. lapidarius* invece bottina tutte e tre le Compositae citate quasi in proporzione alla loro presenza, eccetto in Faggeta, dove mostra preferenza per *Cirsium*, visita *Carduus*, anche se scarso, e ignora quasi del tutto *Carlina*.

Tra le Labiatae, *lapidarius* preferisce *Stachys* mentre *pascuorum* preferisce *Lamium*: questo tipo di comportamento è probabilmente dovuto alla minore lunghezza della ligula di *lapidarius*.

Per quanto riguarda i rapporti tra *lapidarius* e il suo parassita *P. rupestris*, la cui frequenza non è strettamente correlata con quella del suo ospite, i dati sulla flora bottinata indicano che *rupestris* visita preferibilmente *Carduus* e, laddove questo è scarso, rivolge la sua attenzione a *Cirsium*. Nei confronti delle Labiatae, *rupestris* mostra le stesse preferenze del suo ospite.

Considerando il complesso *terrestris/lucorum*, l'analisi statistica non ha messo in evidenza particolari associazioni, tuttavia, dai dati delle tabelle 8, 9, 10 risulta che la sua distribuzione nei tre ambienti ricalca quasi la frequenza delle fioriture a disposizione.

## *PSITHYRUS* E *BOMBUS* DI VALLE FIORITA: SCHEDE DELLE SPECIE

Per quanto riguarda i bombi, l'Appennino centrale, come già detto, si caratterizza come un sito interessante dal punto di vista biogeografico in quanto, per fattori storici di popolamento risalenti alle ultime glaciazioni, esso risulta un territorio di confine tra le sottospecie centromeridionali e quelle centrosettentrionali.

Questo fatto ha stimolato da molto tempo le ricerche di diversi Autori, tra le quali spiccano quelle di Tkalcu (1960), Comba (1964), Reinig (1970), Ricciardelli d'Albore (1986), Quaranta (1996), che hanno fornito un fondamentale apporto alla conoscenza della distribuzione delle specie e delle sottospecie lungo l'arco appenninico.

Nelle schede seguenti sono riportate per le singole specie le informazioni ritenute più utili desunte dalla bibliografia suddetta, e alle quali si intende contribuire fornendo i dati relativi a Valle Fiorita, sia per quanto riguarda la loro diffusione che la flora da esse visitata.

***Psithyrus rupestris*** (Fabricius, 1793)

*Apis rupestris* Fabricius, 1793

*Apis frutetorum* Panzer, 1801

*Psithyrus frutetorum*: Lepeletier, 1832

*Psithyrus rupestris*: Lepeletier, 1832

Sottospecie presenti in Italia:

*rupestris* (Fabricius, 1793)

*siculus* Reinig, 1931

Corotipo: Paleartico (PAL).

È probabilmente la specie di *Psithyrus* più diffusa; il suo areale di distribuzione ricalca fedelmente quello del suo ospite principale, *B. lapidarius*, spingendosi però meno a nord e rimanendo entro i limiti altitudinali sia inferiore che superiore di quest'ultimo. Tkalcu, che considera la specie non rara nell'Appennino però ben distribuita solo alle altitudini maggiori, riferisce che il confine superiore della distribuzione verticale non è noto, mentre l'inferiore è segnalato in Abruzzo, a 1000 m. Sui Monti Sibillini è presente tra gli 800 e i 2470 m.

La colorazione di *rupestris* è molto variabile e segue molto bene quella di *lapidarius*. Nell'Italia centrale è presente con entrambe le sottospecie, la ssp. *rupestris* centro-settentrionale e la ssp. *siculus* centro-meridionale.

Secondo Reinig nell'Appennino la forma cromatica tipica di *rupestris rupestris* si trasforma gradatamente in quella di *rupestris siculus*: all'inizio la colorazione dei peli e della testa è decisamente nera; la forma *collaris*, presente già nell'Appennino settentrionale, ha invece una banda giallastra protoracica più o meno larga; due bande gialle su collare e scutello si ritrovano soltanto all'altezza dei Monti Sibillini, dove peraltro è presente ancora *lapidarius lapidarius*. Più a sud le bande gialle di collare e scutello diventano sempre più larghe (così come in *lapidarius*) e ancora più evidenti sono dal Molise fino all'Aspromonte: questi esemplari sarebbero da considerare molto vicini a *rupestris siculus*, sebbene la colorazione possa presentare sottili differenze nella distribuzione dei peli neri sull'addome.

## Valle Fiorita

	f	m	tot
contati	9	320	<b>329</b>
catturati	6	56	<b>62</b>

Ciclo: le prime regine compaiono gradualmente nel mese di maggio, la maggiore frequenza della specie si ha a metà luglio, in coincidenza della massima diffusione dei maschi, poi l'attività diminuisce lentamente e termina alla fine di agosto. Presenza sul totale: 5%.

Flora visitata: oltre a *Carduus affinis*, *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*, si segnala una discreta presenza su *Trifolium pratense*, visitato assiduamente anche da *B. lapidarius*.



Femmina di *Psithyrus rupestris*.



Maschio di *Psithyrus rupestris*.

*Psithyrus vestalis* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)

*Apis vestalis* Geoffroy in Fourcroy, 1785

*Bremus aestivalis* Panzer, 1805

*Psithyrus vestalis*: Lepeletier, 1832

*Psithyrus aestivalis*: Drewsen & Schiödte, 1838

*Apathus vestalis*: Westwood, 1840

Sottospecie presenti in Italia:

*vestalis* (Geoffroy in Fourcroy, 1785)

*obenbergeri* May, 1944

*sorgonis* Strand, 1917

Corotipo: Europeo-Mediterraneo (EUM).

Contrariamente al suo ospite *B. terrestris*, questo psitiro è considerato piuttosto raro (Comba, Quaranta), anche se la sottospecie *vestalis obenbergeri* è molto diffusa nell'Italia centrale, dove ha una valenza ecologica più ampia rispetto alla sottospecie settentrionale nominale (il confine settentrionale della ssp. *obenbergeri* non è ancora noto), sebbene nella penisola italiana non raggiunga una densità altrettanto abbondante: è comunque ritrovabile facilmente dalle pianure vicino alle coste fino alla catena appenninica (Tkalcu), dove finora il punto più alto di ritrovamento è stato a 1850 m, sui Monti Sibillini. Come le altre specie parassite, anche questa, pur avendo un areale che ricalca quello del suo ospite (come solitamente avviene per il genere *Psithyrus*), presenta rispetto a quest'ultimo limiti più ridotti, sia di latitudine che di altitudine.



Femmina di *Psithyrus vestalis*.



Maschio di *Psithyrus vestalis*.

### Valle Fiorita

	f	m	tot
contati	6	50	<b>56</b>
catturati	2	17	<b>19</b>

Ciclo: la specie compare tardivamente, nella seconda metà di maggio, e rimane sporadicamente presente fino alla prima metà di agosto. Presenza sul totale: sporadica, circa l'1%.

Flora visitata: le presenze maggiori sono state registrate su *Carduus affinis* e *Cirsium tenoreanum*.

***Psithyrus campestris* (Panzer, 1801)**

*Apis campestris* Panzer, 1801

*Apis francisana* Kirby, 1802

*Apis rossiella* Kirby, 1802

*Psithyrus campestris*: Lepeletier, 1832

*Psithyrus Francisanus*: Drewsen & Schiödte, 1838

*Psithyrus Rossiellus*: Drewsen & Schiödte, 1838

*Apathus campestris*: Smith, 1844

Presente in Italia con la sottospecie nominale.

Corotipo: Paleartico (PAL).

La specie, molto rappresentata nelle Alpi e nell'Europa centrale, sembrerebbe nell'Appennino abbastanza ridotta, anche se la sua valenza ecologica rimane da verificare. La sua distribuzione altimetrica dovrebbe andare dalle basse quote fin sulle vette delle montagne; sui Monti Sibillini è stato segnalato da 650 a 2200 m. È ritenuto, insieme a *Psithyrus rupestris*, lo psitiro più diffuso nell'Italia centrale.

La sua rarità in alcuni ambienti contrasta con l'abbondanza del suo ospite abituale. È parassita soprattutto di *B. pascuorum*, del quale segue la distribuzione, ma invade anche i nidi di altri *Thoracobombus* (Comba) nonché specie di altri sottogeneri, come *B. pratorum* (Rasmont, 1983). Secondo Pittioni (1940) *campestris* sarebbe in grado di parassitizzare anche *B. soroensis*, per il quale manca in Italia centrale il parassita principale, *P. quadricolor* Lepeletier, 1832. Quaranta, basandosi sul fatto che la popolazione maschile di *P. campestris* dei Monti Sibillini è assai variabile nella colorazione, suggerisce un possibile adattamento della specie alla usurpazione di nidi di *B. soroensis lectitatus*, discretamente rappresentato sui Sibillini.

## Valle Fiorita

	f	m	tot
contati	9	25	<b>34</b>
catturati	7	15	<b>22</b>

Ciclo: compare nella seconda metà di maggio ed è presente sporadicamente fino alla prima metà di settembre. Presenza sul totale: ritrovata sporadicamente, si è rivelata una specie rara.

Flora visitata: osservata quasi esclusivamente su *Cirsium tenoreanum* e *Carduus affinis*.



Femmina di *Psithyrus campestris*.



Maschio di *Psithyrus campestris*.

***Psithyrus maxillosus* (Klug, 1817)**

*Bombus maxillosus* Klug, 1817

*Psithyrus lugubris* Kriechbaumer, 1870

*Psithyrus barbutellus* var. *maxillosus* auct.

*Psithyrus maxillosus*: Dalla Torre, 1896

Sottospecie presenti in Italia:

*maxillosus* (Klug, 1817)

*italicus* Grütte, 1940

Corotipo: S-Europeo esteso all'Anatolia (SEU).

La specie è distribuita su tutto l'Appennino. Secondo Rasmont (1983), delle due sottospecie presenti in Italia, la ssp. *maxillosus* è più settentrionale mentre la ssp. *italicus* è diffusa nel centro-sud della penisola. Tuttavia, secondo Tkalcu, il problema della sottospecie resta ancora aperto; inoltre sui Monti Sibillini, dove *maxillosus* è stato segnalato dagli 800 ai 2165 m, sono presenti entrambe le sottospecie (Quaranta).

La specie accompagna *runderatus eurynotus* dalle calde pianure alle zone pedemontane fino alla catena centrale dell'Appennino, dove può parassitizzare probabilmente anche *subterraneus*. Se fosse così, si avrebbe un altro esempio di valenza ecologica "allargata", nel caso di *maxillosus* più ampia ed elastica di quella dei suoi ospiti (Tkalcu). Sembra che la specie si adatti ad ambienti diversi, prediligendo quelli scarsamente umidi e privi di vegetazione boscosa (Comba).

Le due specie del sottogenere *Allopsithyrus* mostrano lo stesso tipo di vicarianza ecologica che si osserva nel sottogenere *Ashtonipsithyrus*: in questo caso la specie più settentrionale è *P. barbutellus* (Kirby, 1802) (Europa occidentale e centrale, Russia centrale, Balcani, Anatolia nord-orientale, Caucaso ecc.), mentre *P. maxillosus* è prevalentemente diffuso nelle regioni centro-europee e mediterranee. Poiché *P. barbutellus* non è stato trovato (è comunque assai raro in tutta la sua area di diffusione), rimane sconosciuto l'inquilino di *B. hortorum* in questa zona.

## Valle Fiorita

	f	m	tot
contati	0	3	<b>3</b>
catturati	0	3	<b>3</b>

Ciclo: ritrovato in pochissimi esemplari a giugno-luglio, non è stato possibile individuarne la fenologia.

Flora visitata: osservato su *Cirsium tenoreanum* e *Stachys heraclea*.



Femmina di *Psithyrus maxillosus*.



Maschio di *Psithyrus maxillosus*.

*Psithyrus sylvestris* (Lepeletier, 1832)

*Psithyrus quadricolor* var. *silvestris* Lepeletier, 1832

*Apathus silvestris*: Thomson, 1872

*Psithyrus silvestris*: Richards, 1928

*Psithyrus quadricolor* auct. nec Lepeletier, 1832

Non ha sottospecie.

Corotipo: Paleartico (PAL).

Questo psitiro è considerato estremamente raro nell'Appennino da Tkalcu, che tuttavia lamenta mancanza di segnalazioni solo per la Liguria e per la Campania. Parassita di *B. pratorum*, con il quale ha delle similarità ecologiche, *P. sylvestris* infatti, come la specie ospite, è ilofilo e i suoi maschi compaiono precocemente (Comba). Nei Monti Sibillini è presente nella fascia 800-2200 m.

### Valle Fiorita

	f	m	tot
contati	18	89	<b>107</b>
catturati	10	59	<b>69</b>

Ciclo: la specie compare verso la fine di aprile, la sua attività rimane pressoché costante tra maggio e agosto, declinando poi lentamente fino a settembre. Presenza sul totale: seppure costante, la sua presenza rimane intorno al 2%.

Flora visitata: osservata soprattutto su *Cynoglossum magellense*, *Cirsium tenoreanum*, *Carduus affinis*, *Lamium maculatum*.



Femmina di *Psithyrus sylvestris*.



Maschio di *Psithyrus sylvestris*.

***Bombus terrestris*** (Linné, 1758)

*Apis terrestris* Linné, 1758

*Bombus terrestris*: Latreille, 1802

*Bremus fasciatus* Panzer, 1805

*Bombus xanthopus* Kriechbaumer, 1870

*Bombus Sassaricus* Tournier, 1890

*Bombus terrester* Hedicke, 1930

Sottospecie presenti in Italia:

*terrestris* (Linné, 1758)

*dalmatinus* Dalla Torre, 1882

*calabricus* Krüger, 1958

*lusitanicus* Krüger, 1956

*sassaricus* (Tournier, 1890)

*xanthopus* Kriechbaumer, 1870

Corotipo: Centroasiatico-Europeo-Mediterraneo esteso alla Macaronesia (CEM).

Il quadro tassonomico del sottogenere *Bombus s. str.* è molto complicato a causa della forte somiglianza tra le specie. Delle quattro appartenenti alla fauna italiana, *magnus* Vogt, 1911 e *cryptarum* Fabricius, 1775 sono confinate nell'arco alpino, che costituisce il limite meridionale della loro distribuzione, mentre le altre due, *terrestris* e *lucorum*, sono più abbondanti e più diffuse (da Capo Nord fino in Libia e isole Canarie, e dalle rive del Mediterraneo fino alle più alte cime delle Alpi e del Caucaso). Sebbene questa situazione abbia stimolato un gran numero di ricerche su tutti gli aspetti della loro biologia, fisiologia ed ecologia, una grande confusione regna ancora in merito alla attribuzione inequivocabile degli esemplari alle rispettive specie, alla caratterizzazione delle sottospecie presenti in Italia e alle relative aree di distribuzione. Fino agli anni più recenti, in cui nuove tecniche d'indagine e nuovi caratteri morfologici sono stati presi in considerazione (Rasmont, 1984; Rasmont *et al.*, 1986), esse sono state per lo più determinate in base alla variazione della tonalità del colore giallo della livrea.

*B. terrestris* è la specie a maggiore densità di popolazione di tutto l'Appennino, dalle basse altitudini fino all'alta montagna, soprattutto tra gli 800 e i 1500 m, dove si rinviene spesso insieme a *lucorum*, presentando un'ampia capacità di adattamento. Sebbene la sua colorazione sia molto costante in tutta l'arco appenninico – la banda del collare è molto larga e solo raramente è presente una banda più sottile – gli esemplari dell'Italia centrale e meridionale hanno un collare giallo molto largo e una peluria leggermente più allungata rispetto alle forme europee, specialmente nei maschi, e secondo Tkalcu appartengono alla ssp. *calabricus*, mentre sui Monti Sibillini è ancora presente la sottospecie nominale, ben rappresentata a tutte le altitudini (400-2470 m) (Quaranta).

### Valle Fiorita

	f	o	m	tot	
contati	283	183	232	<b>698</b>	(compreso <i>lucorum</i> )
catturati	28	0	14	<b>42</b>	

*B. terrestris*, insieme a *lucorum* e a *soroensis*, appartiene al “tipo cromatico terrestris”: mentre è possibile, durante i rilevamenti, riconoscerlo da *soroensis* per avere la banda gialla del secondo tergite dell'addome più netta e senza interruzione nella parte centrale (e, dopo la cattura, per la presenza del solco obliquo delle mandibole), non è possibile distinguerlo in campo da *lucorum*: per questo motivo, il numero degli individui contati include entrambe le specie. Le successive determinazioni fatte in laboratorio hanno indicato che gli esemplari di *terrestris* rappresentano circa un terzo dell'insieme delle due specie.



Femmina di *Bombus terrestris*.



Maschio di *Bombus terrestris*.

Ciclo: le regine del complesso *lucorum/terrestris* sono state le prime ad emergere, nella seconda metà di febbraio, mostrando una buona densità di popolazione pressoché costante per tutto il periodo di attività; non sono stati tuttavia rinvenuti esemplari in settembre. Presenza sul totale: nel complesso, *terrestris* e *lucorum* rappresentano circa il 10% della popolazione.

Flora bottinata: principali visitatrici di *Crocus napolitanus* in virtù della precocità della loro emergenza, le due specie sono state rinvenute soprattutto su *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*, *Carlina acaulis*, *Carduus affinis*.

***Bombus lucorum*** (Linné, 1761)

*Apis lucorum* Linné, 1761

*Bombus autumnalis* Fabricius, 1804

*Bombus lucorum*: Fabricius, 1804

*Bombus terrestris* var. *lucorum*: Schmiedeknecht, 1878

Sottospecie citate:

*lucorum* (Linné, 1761)

*aritzoensis* Krüger, 1951

Corotipo: Paleartico (PAL).

È una specie tipicamente montana, presente su tutto l'Appennino fino alla Sila Grande, ma con una frequenza molto variabile: secondo Tkalcu in Abruzzo non si trova mai sotto i 1000 m, mentre sui Monti Sibillini risulta presente tra i 650 e i 2200 m (Quaranta), in Molise invece è considerata diffusa soprattutto a quote superiori ai 1000 m e presente raramente intorno agli 800 m (Collezione ISZA).

È specie ilofila con buone capacità di adattamento agli ambienti secchi (Comba). Si ritrova ai margini delle foreste, nelle boscaglie, ma anche su terreni scoperti; nella parte meridionale della sua area di dispersione è esclusivamente montana e il suo habitat è pertanto discontinuo (Delmas, 1976).

Non sempre gli autori hanno mantenuto questa specie distinta da *terrestris*: il tipo cromatico delle femmine è infatti quasi identico per i due *taxa* nell'Europa occidentale e non si è potuto mettere in evidenza tra i due che deboli differenze morfologiche piuttosto fluttuanti; quanto alle piccole operaie, è impossibile a volte identificarle se non si studia la popolazione del nido, mentre nei maschi lo studio dei genitali è risultato fallace e la loro colorazione dà a volte informazioni errate (Delmas, 1976).

Attualmente, si sa che le esigenze ecologiche delle due specie sono molto diverse: i dati della loro comparsa primaverile non coincidono, la composizione dei feromoni maschili così come i componenti del nido sono differenti (Delmas, 1976), infine *lucorum* viene considerata specie adattata ad un clima più freddo di quello ottimale per *terrestris* (Quaranta). Inoltre il ciclo di questa specie è probabilmente più breve rispetto a quello di *terrestris*: infatti, per la maggior parte i ritrovamenti in Molise sono stati effettuati nei mesi di giugno e luglio (Collezione ISZA).

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot	
contati	283	183	232	<b>698</b>	(compreso <i>terrestris</i> )
catturati	26	43	39	<b>108</b>	

Ciclo: le regine del complesso *lucorum/terrestris* sono state le prime ad emergere, nella seconda metà di febbraio, mostrando una buona densità di popolazione pressoché costante per tutto il periodo di attività; non sono stati tuttavia rinvenuti più esemplari in settembre. Presenza sul totale: nel complesso, *terrestris* e *lucorum* rappresentano circa il 10% della popolazione. Le determinazioni condotte in laboratorio indicano che *lucorum* rappresenta i due terzi degli esemplari catturati.

Flora bottinata: principali visitatrici di *Crocus napolitanus* in virtù della precocità della loro emergenza, le due specie sono state rinvenute soprattutto su *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*, *Carlina acaulis*, *Carduus affinis*.



Femmina di *Bombus lucorum*.



Maschio di *Bombus lucorum*.

***Bombus pratorum*** (Linné, 1761)

*Apis pratorum* Linné, 1761

*Apis fidus* Harris, 1776

*Apis regalis* Geoffroy in Fourcroy, 1785

*Apis burrellana* Kirby, 1802

*Apis donovanella* Kirby, 1802

*Apis subinterrupta* Kirby, 1802

*Bombus pratorum*: Walckenaer, 1802

*Bombus subinterruptus*: Latreille, 1805

*Bombus Burrellanus*: Illiger, 1806

*Bombus Donovanellus*: Illiger, 1806

*Bombus ephippium* Dahlbom, 1832

Presente con la sottospecie nominale.

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

Le affermazioni di Tkalcu, secondo il quale *pratorum* è una specie rara nell'Appennino (e con confine meridionale della sua distribuzione verticale in Abruzzo a circa 1000 m), non corrispondono alla reale situazione. Si tratta infatti di una specie molto adattabile, distribuita quasi ovunque, sia in latitudine che in altitudine (100-2950 m) (Rasmont, 1988) e presente in tutta la penisola, sebbene meno diffusa che nell'Europa continentale; in Abruzzo Comba l'ha ritrovata diffusa oltre i 1000 m e di preferenza in ambienti boscosi anche fitti, dove spesso si è rivelata l'unica specie presente; sui Monti Sibillini è stata trovata dai 400 ai 2000 m (Quaranta); in Molise è stata ritrovata in tutto il territorio e a tutte le quote (Collezione I-SZA).

Si tratta di una specie notevolmente variabile in tutto l'areale. A parte l'intensità di colore della banda gialla del collare delle regine, è soprattutto il secondo tergite del torace ad essere variabile, potendo essere completamente nero oppure presentare un'ampia banda gialla, passando per vari gradi intermedi. Anche i maschi possono presentare una maggiore o minore distribuzione di peli gialli su torace e addome.

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	137	148	76	<b>361</b>
catturati	37	63	36	<b>136</b>

Ciclo: specie precoce che compare già a metà febbraio, ha il picco della popolazione a giugno e non viene più rinvenuta a partire dalla seconda metà di agosto. Presenza sul totale: 5%.

Flora bottinata: a causa della precocità del suo ciclo, *pratorum* ha mostrato alcune particolarità, bottinando assiduamente sulle prime fioriture di *Crocus napolitanus* e *Ribes uva-crispa* e risultando in seguito il principale visitatore di *Geranium reflexum* (soprattutto i maschi), *Cynoglossum magellense* e *Scrophularia nodosa*. Presente con assiduità anche su *Lamium maculatum* e *Stachys heraclea*.



Femmina di *Bombus pratorum*.



Maschio di *Bombus pratorum*.

***Bombus lapidarius*** (Linné, 1758)

*Apis lapidaria* Linné, 1758

*Apis arbustorum* Fabricius, 1776

*Bombus arbustorum*: Walckenaer, 1802

*Bombus lapidarius*: Walckenaer, 1802

Sottospecie presenti in Italia:

*lapidarius* (Linné, 1758)

*decipiens* (Pérez, 1879)

Corotipo: Europeo-Mediterraneo (EUM).

Con *pratorum*, *pascuorum* e *terrestris*, *lapidarius* è una delle specie più ubiquitarie e abbondanti; prevalentemente ilofila con buone capacità di adattamento, la si trova quasi ovunque in abbondanza, dal mare (ma secondo Tkalcu risulterebbe poco frequente lungo le coste meridionali) fino all'alta montagna. Anche sull'Appennino la specie è ben diffusa a tutte le quote, presentandosi con una densità maggiore nelle aree montane tra i 600 e i 1600 m di quota (Tkalcu, Comba); Reinig conferma la presenza di femmine nell'Appennino settentrionale fino ai 1500 m. Nell'area dei Monti Sibillini la specie risulta diffusa a tutte le altitudini (800-2470 m) (Quaranta). Anche in Molise *lapidarius* si ritrova diffuso uniformemente su tutto il territorio (collezione ISZA). Le ricerche di Tkalcu e di Reinig su questa specie hanno messo in evidenza una interessante e complicata variabilità di *lapidarius* lungo l'intero arco appenninico (ma che in realtà interessa tutta la penisola); mentre nell'Appennino settentrionale le regine hanno la tipica colorazione della ssp. *lapidarius* dal torace completamente nero, già nell'antiappennino toscano e nell'umbromarchigiano sono presenti esemplari con una più o meno evidente banda gialla sul collare (forma *collaris*); scendendo a sud, questi presentano gradualmente collare e scutello gialli (forma *scutellaris*), ma soltanto nell'Italia meridionale e fino alla Sicilia le regine hanno due larghe bande gialle sul torace e una base addominale gialla tipiche della ssp. *decipiens*.

La zona di ibridazione tra la ssp. *lapidarius* e la ssp. *decipiens* riguarda un'area estremamente vasta di 300-400 km che non è stato possibile stabilire ancora con precisione: la forma tipica si trova a nord e prosegue verso il centro ma non si sa fino a dove, mentre *decipiens* si trova sicuramente a sud e sale verso il centro ma non si sa

fino a dove. In questa fascia dell'Italia centrale si possono trovare regine di *lapidarius* con torace del tutto nero, altre con un sottile collare o con collare ben evidenziato, e infine regine con la caratteristica colorazione gialla della forma meridionale.

Per questo motivo, secondo Tkalcu la forma *collaris* non sarebbe da considerare una semplice variabilità individuale ma praticamente come una razza ben distribuita le cui femmine hanno sempre tracce di peli gialli sul protorace che non raggiungono mai l'ampia distribuzione di *decipiens*; questa forma geografica deve allora essere considerata più vicina a *lapidarius lapidarius* che a *lapidarius decipiens*.

Per quanto riguarda i maschi dell'Italia settentrionale, questi hanno colorazione scura, mentre a partire dall'Italia centrale gli esemplari presentano sempre il collare giallo e la variabilità riguarda la presenza graduale di peli gialli sullo scutello e sui primi due tergiti addominali.

Da quanto esposto, appare naturale che in Molise siano presenti entrambe le sottospecie e tutta una serie di forme di passaggio (collezione ISZA).

### Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	117	1232	483	<b>1832</b>
catturati	37	159	36	<b>232</b>

Ciclo: le prime regine compaiono precocemente in febbraio-marzo; la colonia raggiunge il suo massimo nella prima metà di agosto e declina lentamente alla fine del mese. Presenza sul totale: 28%.

Flora bottinata: oltre a visitare assiduamente *Cirsium tenoreanum*, *Carduus affinis*, *Stachys heraclea*, *Carlina acaulis*, la specie è la principale bottinatrice di *Trifolium pratense* (insieme a *pascuorum*) e di *Astragalus depressus*.



Femmina di *Bombus lapidarius*.



Maschio di *Bombus lapidarius*.

***Bombus soroensis*** (Fabricius, 1776)

*Apis soroensis* Fabricius, 1776

*Bombus Soroensis*: Walckenaer, 1802

*Bombus Proteus* Gerstaecker, 1869

Sottospecie presenti in Italia:

*soroensis* (Fabricius, 1776)

*proteus* (Gerstaecker, 1869)

*lectitatus* Kruseman, 1958

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

La specie è diffusa sulle montagne e presenta una buona frequenza in tutto l'Appennino centrale; rimane tuttavia incerta la sua distribuzione verticale: sui Monti Sibillini è stata trovata tra gli 800 e i 2470 m, ma la maggiore diffusione si è verificata a 1400-2000 m (Quaranta). Secondo Tkalcu, sebbene la distribuzione di *soroensis soroensis* si spinga a sud dell'Abruzzo, essa deve ancora essere analizzata bene per quanto riguarda le località sotto i 1400 m: con sicurezza il confine inferiore in senso verticale è in Abruzzo intorno ai 1300 m, mentre sotto i 1000 m la sua presenza diventa sporadica. La maggioranza dei campionamenti di Reinig è compresa tra i 1500 e i 1800 m.

La variabilità cromatica di questa specie è molto spinta, al punto che gli Autori sono in disaccordo per quanto riguarda la distribuzione delle tre forme cromatiche predominanti, che costituirebbero altrettante sottospecie. Secondo Reinig nell'Appennino sono presenti due distinte sottospecie, riconoscibili per il colore: *soroensis proteus* (una forma nera con la coda rossa, considerata la sottospecie settentrionale) e *soroensis soroensis*, che si presenta con varie forme cromatiche con bande gialle fino ad arrivare a forme con gli ultimi tergiti completamente bianchi (sottospecie meridionale). Sia nelle Alpi che nell'Appennino settentrionale c'è una situazione estremamente complessa per la quale le femmine si presentano contemporaneamente sia con la colorazione tipica del *soroensis soroensis* che con la colorazione tipica del *proteus*, ma anche con la colorazione delle forme più meridionali. Il punto in cui il passaggio tra le sottospecie è netto sembra essere sui Monti Sibillini, dove si sovrapporrebbero in una fascia molto stretta di 50-100 km, ma verso la Sila e anche più a

sud si troverebbero ancora forme con l'addome rosso e forme con l'addome completamente bianco.

Secondo Comba, se per i caratteri cromatici si può attribuire la popolazione dell'Abruzzo montano per lo più alla forma a coda bianca (ssp. nominale), esaminando i caratteri di alcuni esemplari è possibile individuare forme intermedie tra la prima sottospecie e la ssp. *proteus*.

Per Tkalcu, la forma a coda rossa è presente nell'Appennino centrale ma in numero esiguo rispetto alla forma a coda bianca e si tratterebbe, in questo caso, degli elementi più meridionali, dato che questa popolazione non dovrebbe estendersi a sud dell'Appennino settentrionale. Quaranta riporta che gli esemplari raccolti sui Monti Sibillini corrispondono bene al modello cromatico della sottospecie *lectitatus*.

La situazione non è ancora chiarita del tutto e richiede indagini più approfondite per fornire sia un quadro esaustivo della variabilità cromatica delle diverse sottospecie che informazioni più precise sulla loro distribuzione lungo la penisola.



Femmina di *Bombus soroeensis*.



Maschio di *Bombus soroeensis*.

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	436	145	54	<b>635</b>
catturati	87	49	12	<b>148</b>

Ciclo: questa specie compare tardivamente alla fine di aprile-inizio di maggio, ma già nella prima metà di giugno presenta un picco di popolazione notevole per repentinità e dimensioni. Le colonie terminano la loro attività alla fine di agosto. Presenza sul totale: 10%.

Flora bottinata: tra i principali bottinatori di *Lamium maculatum* e *Stachys heraclea*, è molto attivo anche su *Cirsium tenoreanum* e *Cynoglossum magellense*.

Nota: gli esemplari di Valle Fiorita appartengono indubbiamente alla ssp. *lectitatus*, ma la variabilità della loro colorazione, soprattutto per quanto riguarda i maschi, è molto alta e richiederebbe un approfondimento e un confronto con tutti i reperti dell'Italia centrale.

***Bombus hortorum*** (Linné, 1761)

*Apis hortorum* Linné, 1761

*Apis terrestris* Rossi, 1790 *nec* Linné, 1758

*Bombus hortorum*: Walckenaer, 1802

Presente con la sottospecie nominale.

Corotipo: Paleartico (PAL).

La specie, tipica delle montagne, è presente su tutto l'Appennino; Tkalcu la segnala a 1000 m sui Monti Sibillini e la ritiene presente in Abruzzo dai 1200-1300 m di quota in su. Anche in Molise risulta una specie di quota ritrovandosi soprattutto ad altitudini superiori a 1000 m, con alcune rare catture intorno agli 800 m (Collezione ISZA). Presente nei Monti Sibillini da 800 a 2240 m (Quaranta). Nell'Italia centrale è tuttavia presente a quote inferiori, 600 m (Intoppa e De Pace, 1983).

Sebbene *B. hortorum* sia scarsamente variabile, la sua somiglianza con *B. ruderatus* è assai considerevole e rende a volte impossibile la distinzione di individui isolati; tuttavia la popolazione dei suoi nidi è minore e le esigenze ecologiche sono differenti, tanto che ne risulta uno spostamento delle due aree d'abitazione. Infatti l'area di *hortorum*, più settentrionale, comprende tutta la Scandinavia e raggiunge le regioni mediterranee; in Francia esiste dappertutto, ma diventa molto raro in misura che ci si allontana dalle foreste (Delmas, 1976). Inoltre *ruderatus* sembra prediligere le zone aperte mentre *hortorum* è piuttosto forestale tanto da determinare a volte una diversa area di distribuzione. Secondo Comba, *hortorum* frequenta zone prative, estese o piccole e sporadiche, nelle foreste di latifoglie.

## Valle Fiorita

Secondo lo schema proposto nella tabella dei tipi cromatici, *B. hortorum* appartiene al “tipo ruderatus”, al quale afferiscono anche altre specie, dalle quali si distingue per i seguenti caratteri: dal *B. subterraneus* per avere sui primi due tergiti dell’addome bande gialle ben definite, mentre dal *B. ruderatus* per avere i peli gialli dello scutello ispidi e a forma di falce; questi caratteri non sono però sempre riconoscibili a colpo d’occhio, e in tal caso è necessaria l’osservazione al microscopio stereoscopico. Nel corso delle conte per la presente indagine, la discriminazione tra *hortorum* e *ruderatus* (anche a causa della scarsa presenza di individui della seconda specie) si è basata sulla conformazione dello scutello; la validità dell’impiego di questo carattere è stata successivamente confermata dalle determinazioni in laboratorio.

	f	o	m	tot
contati	101	60	34	<b>195</b>
catturati	31	35	18	<b>84</b>

Ciclo: compare a metà marzo; la popolazione rimane abbastanza costante, seppure non numerosa, per tutto il periodo di attività, che termina alla fine di agosto o al massimo nella prima settimana di settembre. Presenza sul totale: 3%.

Flora bottinata: le regine emergenti sembrano mostrare una spiccata preferenza per *Lamium maculatum*. La specie è frequente inoltre su *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*, *Carlina acaulis*, *Trifolium pratense*.



Femmina di *Bombus hortorum*.



Maschio di *Bombus hortorum*.

***Bombus ruderatus*** (Fabricius, 1775)

*Apis ruderata* Fabricius, 1775

*Apis harrisella* Kirby, 1802

*Bombus ruderatus*: Walckenaer, 1802

*Bombus Harrisellus*: Illiger, 1844

*Bombus hortorum* var. *ruderatus*: Schmiedeknecht, 1882

*Bombus Sardiniensis* Tournier, 1890

Sottospecie presenti in Italia:

*atrocorbiculosus* Vogt, 1909

*autumnalis* (Fabricius, 1793)

*siculus* (Friese, 1909)

*sardiniensis* (Tournier, 1890)

Corotipo: W-Europeo (WEU).

Frequente soprattutto nelle regioni mediterranee e submediterranee, *B. ruderatus* è considerato una specie termofila che popola le zone pedemontane, divenendo piuttosto rara oltre gli 800 metri. Assiduamente presente nelle pianure e nelle steppe delle zone pugliesi da 0 a 500 m, insieme a *B. terrestris*, può talvolta nell'Appennino salire fino a 1200, ma si tratta sempre di valli dove c'è una temperatura abbastanza calda (Tkalcu): sarebbe infatti presente solo dove la temperatura media di luglio oltrepassa i 18°C, corrispondenti a una altitudine inferiore a 800 m (Rasmont, 1988); risulta rara oltre. Secondo Comba *ruderatus* sarebbe relegato ai boschi di latifoglie, specialmente faggete. Quaranta la segnala da 640 a 1850 m nel complesso dei Monti Sibillini, dove è presente con entrambe le sottospecie dell'Italia peninsulare, *autumnalis* e *atrocorbiculosus*.

Nel Molise la specie presenta una distribuzione abbastanza ampia ma anche irregolare: normalmente presente a quote inferiori ai 1000 m, è stata trovata, tra le zone di altitudine della regione, solo nell'Alto Molise e sui monti di Frosolone.

Per molto tempo questa specie è stata considerata una forma particolare di *hortorum* collegata a questa da forme intermedie e non le si attribuiva al massimo che lo stato subspecifico, ma gli autori moderni riconoscono che si tratta di due specie distinte, come lasciavano già prevedere le differenze di ordine ecologico (Delmas, 1976).

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	1	1	1	<b>3</b>
catturati	1	1	1	<b>3</b>

Ciclo: la presenza di questa specie è del tutto occasionale e non è possibile fare alcuna deduzione. Gli esemplari catturati appartengono alla ssp. *autumnalis*.

Flora bottinata: esemplari isolati sono stati rinvenuti su *Lamium maculatum*, *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*.



Femmina di *Bombus ruderatus*.



Maschio di *Bombus ruderatus*.

***Bombus subterraneus*** (Linné, 1758)

*Apis subterranea* Linné, 1758

*Apis latreillella* Kirby, 1802

*Bombus subterraneus*: Walckenaer, 1802

*Bombus Latreillellus*: Illiger, 1806

Sottospecie presenti in Italia:

*latreillellus* (Kirby, 1802)

*liguriensis* Rasmont, 1988

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

Anche questa specie si presenta lungo l'Appennino con due forme: la sottospecie settentrionale scura *liguriensis*, con torace scuro e coda color bruno cioccolato, e la sottospecie centro-meridionale chiara *latreillellus*, con collare e scutello giallo scuro e coda bianca; gli esemplari più chiari di questa forma presentano un tipo cromatico simile a quello di *hortorum* e *runderatus*.

Il passaggio lento ma deciso da *liguriensis* a *latreillellus* inizia già nell'Appennino ligure e tosco-emiliano, dove è stato trovato tuttavia soltanto *liguriensis*, tra 950 e 1900 m di altitudine, ma in pratica avviene nelle Marche, sebbene una forma scura si allunghi ancora verso sud e sia stata trovata nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Comba). Si deve ritenere pertanto che queste ibridazioni avvengano in una fascia di circa 200 km. Quaranta afferma che sull'Appennino centrale si ritrovano occasionalmente esemplari della sottospecie *liguriensis* e che anche l'area di ibridazione si trova a questa latitudine nella sua porzione più meridionale. Sui Monti Sibillini la specie ha un intervallo altitudinale che va dagli 800 ai 2200 m. Ancora in Molise, dove la specie è stata ritrovata da 700 a 1800 m, sono presenti numerosi esemplari ibridi con torace, scutello e coda di colore marrone più o meno chiaro (Collezione ISZA).

Va notato che in questa specie le operaie sono in genere più scure delle regine, e non seguono la tendenza verso il colore più chiaro della sequenza regina-operaia-maschio indicata da Reinig.

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	208	28	9	<b>245</b>
catturati	34	8	6	<b>48</b>

Ciclo: la specie è sicuramente la più tardiva – le prime regine emergono nella seconda metà di maggio – e anche quella con ciclo più breve, poiché gli ultimi individui si rinvencono alla metà di agosto. Il ciclo non presenta picchi evidenti. Presenza sul totale: 4% circa. Accanto a quelli della ssp. *latreillellus*, sono stati ritrovati diversi esemplari con la netta colorazione scura delle forme ibride.

Flora bottinata: visita attivamente *Lamium maculatum*, *Stachys heraclea*, *Carlina acaulis*, *Cirsium tenoreanum*, *Trifolium pratense*.



Femmina di *Bombus subterraneus*.



Maschio di *Bombus subterraneus*.

***Bombus mesomelas*** Gerstaecker, 1869

*Bombus elegans* Seidl, 1837

*Bombus pomorum* var. *elegans*: Schmiedeknecht, 1883

*Bombus pomorum* var. *mesomelas*: Hoffer, 1885

*Bombus elegans* var. *mesomelas* auct.

Presente con la sottospecie nominale.

Corotipo: Centroeuropeo (CEU).

È specie montana, non molto comune ma neanche rara nella zona cacuminale dell'Appennino; non è tuttavia possibile, a causa della scarsità dei reperti, tracciare con precisione i confini orizzontali della specie nella penisola: considerata presente solo ad altitudini discrete o notevoli, in realtà si ritrova bene a quote inferiori, sebbene il massimo della frequenza inizi a 1300-1400 m. Questa specie è presente sui Monti Sibillini a partire da 800 m (Quaranta), mentre nel resto dell'Umbria lo è già a partire dalla fascia planiziaria (0-200 m), anche se più raramente (Ricciardelli D'Albore, 1986). In Molise è stata rinvenuta sporadicamente a partire da 850 m e in modo più costante a quote superiori a 1000 m, mentre solo intorno ai 1500 m essa risulta più abbondante (Collezione ISZA). Secondo Comba, pur essendo orofila, frequenta anche gli ambienti prediletti delle specie ilofile.

A causa del modello cromatico, nell'Italia centrale la specie può essere confusa con *B. mucidus*, soprattutto quando la colorazione è quella tipica; comunque, sebbene questa sia abbastanza stabile, la variabilità cromatica può spesso interessare il secondo e il terzo tergite addominale, che presentano allora peli brunastri contrastanti con il colore generale del corpo.



Femmina di *Bombus mesomelas*.



Maschio di *Bombus mesomelas*.

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	19	61	0	<b>80</b>
catturati	9	8	0	<b>17</b>

Ciclo: le prime regine compaiono tardivamente a maggio; le colonie raggiungono il massimo di attività in agosto e scompaiono rapidamente. Nei mesi di giugno e luglio non sono stati rinvenuti esemplari di *mesomelas*. Presenza sul totale: 1% circa.

Flora bottinata: presente soprattutto su *Cirsium tenoreanum*, osservati alcuni individui su *Carlina acaulis* e *Lamium maculatum*.

***Bombus sylvarum*** (Linné, 1761)

*Apis sylvarum* Linné, 1761

*Bombus silvarum*: Walckenaer, 1802

*Bombus Rogenhoferi* Dalla Torre, 1882

Sottospecie presenti in Italia:

*sylvarum* (Linné, 1761)

*rogenhoferi* (Dalla Torre, 1882)

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

Sull'Appennino centro-settentrionale è presente la sottospecie nominale, mentre sull'Appennino meridionale e in Sicilia sarebbe presente solo la ssp. *rogenhoferi*, più mediterranea. Tuttavia, dal momento che nelle Marche e in Abruzzo è già possibile trovare la ssp. *rogenhoferi*, non è escluso che questa possa essere trovata anche più a nord. È interessante notare che questa specie è l'unica, nell'Appennino, che presenta la forma settentrionale più chiara rispetto a quella meridionale.

A causa della sporadicità dei ritrovamenti, non è possibile definire con sicurezza la zona di ibridazione (che interessa anche il Molise, dove sono presenti entrambe le sottospecie – vedi Coll. ISZA) né le fasce altitudinali preferite. Alcune osservazioni fanno pensare comunque che si comporti come in Europa centrale (dove è più diffusa), in cui risulta più abbondante in un intervallo compreso tra 800 e i 1400 m. È talvolta relativamente abbondante localmente, anche a quote inferiori, forse per l'occasionale vicinanza di qualche nido. Considerata specie generalmente rara, è addirittura in declino nel Nord Europa.



Femmina di *Bombus sylvarum*.



Maschio di *Bombus sylvarum*.

### Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	1	0	0	<b>1</b>
catturati	1	0	0	<b>1</b>

Nota: ritrovata una sola regina alla fine di maggio su *Lamium maculatum*. La presenza di questa specie nella valle va considerata del tutto occasionale.

***Bombus ruderarius*** (Müller, 1776)

*Apis ruderaria* Müller, 1776

*Apis derhamella* Kirby, 1802

*Apis rajella* Kirby, 1802

*Bombus Derhamellus*: Illiger, 1806

*Bombus Rajellus*: Illiger, 1806

*Bombus montanus* Lepeletier, 1836

*Bombus lapidarius* var. *montanus*: Friese & Wagner, 1909

*Bombus ruderarius*: Sparre Schneider, 1918

Sottospecie presenti in Italia:

*ruderarius* (Müller, 1776)

*montanus* (Lepeletier, 1836)

Corotipo: W-Paleartico (WPA).

In Italia si rinvencono due sottospecie: la sottospecie centro-settentrionale *ruderarius*, a torace nero, e la sottospecie centro-meridionale *montanus*, con collare e scutello chiari. I due *taxa* coesistono in diverse parti d'Europa. Kruseman (1958) ha elevato *montanus* al rango di specie; in effetti là dove *ruderarius* e *montanus* coesistono si nota un grado di ibridazione relativamente basso che farebbe pensare a meccanismi di isolamento in atto. Tuttavia non sono state rilevate differenze ecologiche, etologiche e morfologiche rilevanti (Quaranta).

Il passaggio dalla ssp. *ruderarius* alla ssp. *montanus* avviene tra l'Appennino settentrionale e quello centrale. I Monti Sibillini sarebbero il punto d'inizio dell'ibridazione (Reinig): infatti, pur spingendosi la specie lungo l'Appennino meridionale, soltanto all'altezza dei Monti Sibillini essa incomincerebbe a presentare forme con peli giallastri. Questo fenomeno si evidenzia ancora di più nelle femmine dell'Abruzzo che presentano forme intermedie con le bande gialle ancora più larghe; ma soltanto nei monti del Matese e ancora più a sud è presente praticamente una forma molto più chiara riferibile alla ssp. *montanus*. Pertanto si può considerare che anche la zona di ibridazione di *ruderarius* riguardi un'area geografica di almeno 300 km. La specie scende lungo l'Appennino fino alla Sila Grande: questo dovrebbe essere il limite meridionale del suo areale (Tkalcu).

Secondo Tkalcu questa specie non è mai stata trovata negli Appennini al di sotto dei 1000 m e in Abruzzo è addirittura presente a partire da quote superiori, e ciò sarebbe una caratteristica della sua distribuzione. In realtà, è stata ritrovata sui Monti Sibillini da 670 a 2260 m (Quaranta) e in Molise (dove sono presenti entrambe le sottospecie) da 800 a 1850 m (Collezione ISZA). Comba la considera una specie poco comune, ilofila e con scarsa capacità di adattamento ai diversi ambienti.

### Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	119	7	0	<b>126</b>
catturati	45	2	0	<b>47</b>

Ciclo: l'attività di questa specie si è rivelata molto ridotta, con le prime regine emergenti alla fine di aprile, picco della colonia a metà maggio e assenza di individui delle tre caste dopo la prima settimana di giugno. Presenza sul totale: 2%.

Flora bottinata: il ciclo delle colonie si svolge soprattutto a carico di *Lamium maculatum* e *Cynoglossum magellense*, la cui fenologia ha inizio contemporaneamente all'emergenza di *runderarius*.



Femmina di *Bombus ruderarius*.



Maschio di *Bombus ruderarius*.

***Bombus humilis*** Illiger, 1806

*Apis senilis* Fabricius, 1775

*Bombus solstitialis* Panzer, 1806

*Bombus Fieberanus* Seidl, 1837

*Bombus Helferanus* Seidl, 1837

*Bombus tristis* Seidl, 1837

*Bombus variabilis* Schmiedeknecht in Radoszkowski, 1878

Sottospecie presenti in Italia:

*humilis* Illiger, 1806

*quasimuscorum* (Vogt, 1909)

*appeninus* (Vogt, 1909)

*aurantiacus* (Dalla Torre, 1882)

*propeaurantiacus* (Vogt, 1909)

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

In Europa è la specie con la variabilità più alta, dovuta alla presenza di colorazioni diverse, ma riferibili a due gruppi ben precisi di sottospecie, attualmente riunite nell'exerge *tristis*, con il noto nero, e nell'exerge *aurantiacus*, con il noto rosso (Reinig). Secondo questo Autore la “forma *tristis*” avrebbe un areale più settentrionale rispetto alla “forma *aurantiacus*”, ma esisterebbe una zona di sovrapposizione in cui sono presenti insieme.

Nell'Italia centrale sono presenti, spesso contemporaneamente e sulle stesse piante, esemplari appartenenti a entrambe le forme. Questa situazione dovrebbe valere anche per tutto l'Appennino (Tkalcu): infatti, alla forma scura appartiene la ssp. *appeninus* e alla forma rossa la ssp. *propeaurantiacus*; alcune osservazioni riferiscono che queste si trovano oltre i 500 m di altitudine e frequentano gli stessi biotopi, e che soltanto poche di queste popolazioni sono presenti oltre 1600-1800 m. Si può allora ipotizzare che *appeninus* abbia poca tendenza a scendere sotto i 500 m mentre *propeaurantiacus* tenderebbe a scendere anche più in basso e quindi che questa sottospecie abbia una valenza ecologica maggiore della prima (Reinig). Sui Monti Sibillini si ritrovano *propeaurantiacus* a 800-1625 m e *appeninus* a 800-2090 m (Quaranta), in Molise sono presenti entrambi alle quote più alte (1800 m), ma la quota inferiore è di 400 m per *propeaurantiacus* e di 600 per *appeninus* (Coll. ISZA).

Questo tipo di distribuzione potrebbe essere generalizzato per tutta l'Italia centro-meridionale: più a sud sono le località di reperimento degli esemplari, tanto meno c'è la possibilità che ci siano le condizioni ecologiche adatte alla presenza della forma *appeninus* (Tkalcu).

Con esclusione delle zone cacuminali, sembra che la specie nel complesso sia presente in tutto l'arco appenninico, anche se la frequenza è leggermente inferiore a quella di *pascuorum* e con densità di popolazione generalmente bassa (Tkalcu, Reinig). È interessante notare che, dove è presente *pascuorum*, è presente anche *humilis* con il torace rosso, e che le specie sono tipiche delle zone asciutte (Pittioni, 1940).

Vari studi condotti sulle popolazioni miste di *humilis* nell'Appennino fanno ritenere che le due sottospecie si incrocerebbero piuttosto raramente (Reinig) e che l'area interessata è estremamente ridotta, inferiore a 100 km.

La reale situazione tassonomica è tuttavia ancora lontana dall'essere chiarita.

### Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	2	8	0	<b>10</b>
catturati	2	3	0	<b>5</b>

Ciclo: i pochi esemplari sono stati osservati tra metà giugno e l'inizio di agosto, non è quindi possibile valutare il tipo di ciclo delle colonie. Presenza sul totale: del tutto trascurabile. Gli esemplari catturati appartengono sia alla ssp. *propeaurantiacus* che alla ssp. *appeninus*.

Flora bottinata: *Cirsium tenoreanum*, *Stachys heraclea*, *Trifolium pratense*.



Femmina di *Bombus humilis*.



Maschio di *Bombus humilis*.

***Bombus pascuorum*** (Scopoli, 1763)

*Apis pascuorum* Scopoli, 1763

*Apis agrorum* Fabricius, 1787 *nec* Schrank, 1781

*Apis floralis* Gmelin in Linné, 1790

*Apis italica* Fabricius, 1793

*Bombus agrorum*: Walckenaer, 1802

*Bombus Italicus*: Fabricius, 1804

*Bombus pascuorum*: Illiger, 1806

*Bombus floralis*: Illiger, 1806

*Bombus thoracicus* Spinola, 1806

*Bombus agrorum* var. *pascuorum*: Schmiedeknecht, 1882

*Bombus Fairmairei* Friese, 1887 *nec* Sichel, 1864

Sottospecie presenti in Italia:

*pascuorum* (Scopoli, 1763)

*maculatus* (Vogt, 1909)

*melleofacies* (Vogt, 1909)

*siciliensis* Tkalcu, 1977

*floralis* (Gmelin, 1790)

Corotipo: Sibirico-Europeo (SIE).

La valenza ecologica di *pascuorum* è molto ampia: questa è l'unica specie del genere presente sia in pianura che tra 1000 e 1500 m con la stessa densità e in tutta la penisola appare come il bombo più frequente (Tkalcu). La specie è euritermica, ha ampie capacità di adattamento ai diversi ambienti ecologici, ma con lieve tendenza alla xerofilia (Comba). Sui Monti Sibillini è stata ritrovata da 640 a 2200 m (Quaranta). In Molise è risultata presente da 350 a 1800 m (Collezione ISZA).

La colorazione tipica degli esemplari dell'Appennino dalle Marche al Molise è quella della ssp. *melleofacies* dell'Italia centrale e meridionale.

## Valle Fiorita

	f	o	m	tot
contati	524	1195	203	<b>1922</b>
catturati	40	67	16	<b>123</b>

Ciclo: una delle specie con periodo di attività più lungo e sicuramente il più prolungato nella stagione; le prime regine emergono a marzo; la colonia raggiunge il suo massimo nella prima metà di agosto e declina lentamente per tutto il mese di settembre. Presenza sul totale: è di gran lunga, insieme a *lapidarius*, la specie più diffusa nella valle e rappresenta il 29% della comunità dei bombi.

Flora bottinata: in virtù della sua elevata frequenza, *pascuorum* bottina su un discreto numero di specie, tra le quali spiccano *Crocus napolitanus*, *Lamium maculatum*, *Cirsium tenoreanum*, *Carduus affinis*, *Carlina acaulis*, *Trifolium pratense*, *Cynoglossum magellense*, *Rubus ulmifolius*; interessante la sua costanza nei confronti di *Digitalis ferruginea* e *Ribes uva-crispa*.



Femmina di *Bombus pascuorum*.



Maschio di *Bombus pascuorum*.

***Bombus mucidus*** Gerstaecker, 1869

*Bombus mollis* Pérez, 1879

Sottospecie presenti in Italia:

*mucidus* Gerstaecker, 1869

*mollis* (Pérez, 1879)

Corotipo: Centroeuropeo (CEU).

Specie orofila presente nello stadio subalpino delle Alpi, oltre i 1800 m, nelle zone in cui la temperatura media di luglio è inferiore a 1°C (Rasmont, 1988).

Secondo Tkalcu in Abruzzo ci sarebbe un'isola residua di questa specie tipicamente alpina che rappresenterebbe un relitto glaciale non congiunto alla popolazione delle Alpi meridionali per la mancanza di continuità di alte vette (Pittioni, 1940; Comba, 1960, 1964, 1972). Comunque successive citazioni e revisioni di esemplari di musei hanno ampliato l'areale appenninico all'Umbria e alle Marche (Quaranta), e al Lazio (Comba e Comba, 1991), dove è presente, a distribuzione localizzata, con la sottospecie *mollis* (più chiara della sottospecie nominale delle Alpi). La specie è circoscritta alla fascia montana cacuminale; ritrovamenti al di sotto dei 1800 m, anche se possibili, sono rari.

È presente spesso negli stessi ambienti frequentati da *mesomelas*, dal quale è quasi impossibile differenziarla a vista ("specie mimetiche"). Queste caratteristiche, legate anche al basso numero di individui delle colonie (60-80), fanno sì che la distribuzione e la diffusione di questa specie sull'Appennino sia ancora poco conosciuta.

A Valle Pagana nel periodo giugno-agosto sono stati catturati 3 regine, 3 operaie e 4 maschi a 1800-1900 m.



Femmina di *Bombus mucidus*.



Maschio di *Bombus mucidus*.



*P. rupestris* su *Barbarea vulgaris*.



*P. rupestris* su *Cirsium* sp.



*P. vestalis* su *Carduus nutans*.



*P. vestalis* su *Asphodelus albus*.



*P. campestris* su *Trifolium repens*.



*P. sylvestris* su *Cynoglossum magellense*.



*P. sylvestris* su *Cynoglossum magellense*.



*B. terrestris* su *Ranunculus lanuginosus*.



*B. terrestris* su *Astragalus depressus*.



*B. terrestris* su *Ribes uva-crispa*.



*B. terrestris* su *Gentiana lutea*.



Maschio di *B. lucorum* su *Cirsium* sp.



*B. pratorum* su *Geranium reflexum*.



*B. pratorum* su *Stachys heraclea*.



*B. pratorum* (m) su *Cynoglossum magellense*.



*B. lapidarius* su *Cynoglossum magellense*.



*B. lapidarius* su *Asphodelus albus*.



*B. lapidarius* su *Lamium garganicum*.



*B. lapidarius* su *Stachys heraclea*.



*B. soroeensis* su *Lamium maculatum*.



*B. soroeensis* su *Asphodelus albus*.



*B. soroeensis* su *Stachys heraclea*.



*B. soroeensis* su *Cynoglossum magellense*.



*B. hortorum* su *Crocus napolitanus*.



*B. hortorum* su *Cynoglossum magellense*.



*B. hortorum* su *Digitalis ferruginea*.



*B. subterraneus* su *Trifolium pratense*.



*B. subterraneus* su *Stachys heraclea*.



*B. mesomelas* su *Cirsium tenoreanum*.



*B. humilis* su *Carlina acaulis*.



*B. humilis apenninus* su *Carduus affinis*.



*B. pascuorum* su *Cynoglossum magellense*.



*B. pascuorum* su *Cirsium tenoreanum*.



*B. pascuorum* su *Ribes uva-crispa*.



*B. pascuorum* su *Crocus napolitanus*.



*B. pascuorum* su *Lamium maculatum*.

## CONCLUSIONI

L'indagine condotta ha confermato il particolare valore di Valle Fiorita, a livello della qualità ambientale e della biodiversità: in un territorio di estensione limitata, situato a 1450 m, sono state ritrovate 13 specie di *Bombus* e 5 di *Psithyrus*. Tenendo presente che nell'Appennino centrale le specie segnalate sono complessivamente 20, si può affermare che la valle, per i suoi caratteri geomorfologici e vegetazionali, offre condizioni ambientali ottimali per lo sviluppo di quasi tutte le specie (a parte *B. mucidus*, presente al di là della faggeta che delimita la valle, vi manca soltanto *B. monticola konradini*). Per quanto riguarda la frequenza relativa delle diverse specie, merita di essere segnalata la buona presenza di *B. soroensis* che, rispetto a quella riscontrata nelle altre zone montane dell'Italia centrale, è risultata qui del 10%. Viene confermata invece la già lamentata scarsità nell'Appennino di *B. humilis* e *sylvarum*, presenti solo sporadicamente nella valle.

L'esame del ciclo delle colonie conferma, per alcune specie, comportamenti di carattere generale già evidenziati in osservazioni di questo tipo: *pratorum* è una specie precoce caratterizzata da un ciclo breve; *lapidarius* ha un andamento abbastanza simile a quello generale, mentre il gruppo *terrestris/lucorum* mostra un ciclo abbastanza lungo, senza particolari incrementi o diminuzioni nella sua popolazione; *pasuorum* infine si conferma la specie che termina per ultima il suo ciclo, piuttosto prolungato.

Occorre tenere presente che la valutazione dell'andamento dei cicli delle singole specie può essere fatta solo per linee generali in quanto il loro avvio è sempre fortemente influenzato dalle condizioni climatiche che caratterizzano in modo particolare l'ambiente indagato. Infatti, nonostante sia possibile registrare le prime regine in tempi assai precoci, occorre attendere che le condizioni atmosferiche siano abbastanza stabili da consentire che lo sviluppo delle colonie prenda un ritmo costante. A dimostrazione di quanto detto, anche l'esperienza condotta ripetendo le osservazioni nella prima metà del 2002 ha dato modo di rilevare comportamenti diversi in due anni successivi a carico delle specie che maggiormente contribuiscono a determinare la fase iniziale del ciclo generale.

I rilevamenti sull'attività bottinatrice hanno consentito di compilare un elenco delle piante visitate, confermando per alcune la già nota importanza come fonte di nutrimento ed evidenziando, per altre, il ruolo particolare svolto nei diversi momenti del ciclo delle colonie. Tra queste vanno citate: *Crocus*, che, essendo l'unica fioritura presente all'inizio della stagione, è in grado di garantire alimento durante la fondazione dei nidi; due importanti Labiatae, *Lamium* e *Stachys*, la cui massima fioritura coincide con lo sviluppo delle colonie a ciclo tardivo di *B. hortorum*, *rudericus*, *soroensis*, *subterraneus*; *Cirsium tenoreanum*, a fioritura tardo-estiva, risultata la specie di gran lunga più bottinata.

Le osservazioni condotte nei tre ambienti hanno messo in evidenza comportamenti diversi da parte delle singole specie di bombi nei confronti della flora presente. Considerando, ad esempio, l'attività di bottinaggio dei due bombi più frequenti sulle tre principali specie di Compositae, si nota che *B. pascuorum* visita con assiduità sia *Cirsium* che *Carlina*, in funzione soprattutto dell'entità della loro fioritura, e trascura *Carduus*; *B. lapidarius* invece mostra di apprezzare tutte e tre le specie, anche se con diverso grado nei tre ambienti.

Anche su *Lamium* e *Stachys*, le due specie di Labiatae più diffuse, è stata registrata una netta differenza di comportamento: mentre *B. lapidarius* sceglieva *Stachys*, *B. pascuorum*, a ligula più lunga, si dirigeva di preferenza su *Lamium*.

In definitiva, per la valutazione delle diversità rilevate nell'attività di bottinaggio nei tre ambienti, vanno tenute presenti sia la distribuzione delle piante che hanno determinato la frequenza relativa delle specie di bombi, ma anche la coincidenza riscontrata tra l'antesi delle singole fioriture e le fasi di sviluppo delle colonie dei bombi.

## RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare il professore Andrea Pavesi, la dottoressa Eda Lattanzi e i professori Giancarlo Avena, Piero Bellotti, Leopoldo Michetti per i loro contributi alla realizzazione della tesi. Un ringraziamento particolare al prof. Mario Di Traglia, che, per adempiere all'impegno preso, ha svolto l'elaborazione statistica dei dati. Si ringrazia infine il personale della Sezione di Apicoltura dell'Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria che ha prestato il suo aiuto con affettuosa partecipazione.

## BIBLIOGRAFIA

- ALFORD D.V., 1975 - *Bumblebees*. - Davis-Pointer, London, 352 pp.
- ALLEN-WARDELL G., BERNHARDT P., BITNER R., BURQUEZ A., BUCHMANN S., CANE J., COX P.A., DALTON V., FEINSINGER P., INGRAM M., INOUE D., JONES C.E., KENNEDY K., KEVAN P., KOPOWITZ H., MEDELLIN R., MEDELLIN-MORALES S., NABHAN G.P., 1998. - *The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields*. - *Conserv. Biol.* 12, 8-17.
- ANZALONE B., BAZZICHELLI G., 1959-1960 - *La flora del Parco Nazionale d'Abruzzo*. - *Ann. Bot.*, 26: 198-295; 335-416.
- BÄCKMAN J.P.C., TIAINEN J., 2002 - *Habitat quality of field margins in a Finnish farmland area for bumblebees (Hymenoptera: Bombus and Psithyrus)* - *Agric., Ecosys. Environ.*, Vol. 89 (1-2): 53-68.
- BATRA S.W.T., 1995 - *Bees and pollination in our changing environment*. - *Apidologie*, 26: 361-370.
- BONI C.F., BONO P., CAPELLI G., LOMBARDI S., ZUPPI G.M., 1986 - *Contributo alla Conoscenza dell'Idrogeologia nell'Italia Centrale*. - *Mem. Soc. Geol. It.*: 35: 191-195.
- BRIAN A.D., 1951 - *The pollen collected by bumble-bees*. - *J. Anim. Ecol.*, 20: 191-194.
- BRIAN A.D., 1957 - *Differences in the flowers visited by four species of bumble-bees and their causes*. - *J. Animal Ecology*, 26: 71-98.
- CANULLO R., PEDROTTI F., 1992 - *Processi e tendenze dinamiche nella vegetazione delle Mainarde (Val Pagana- le Forme)*. In: Pedrotti F., Tassi F.(ed.), *Le Mainarde. Zona di ampliamento in Molise del Parco Nazionale d'Abruzzo*. Università degli Studi di Camerino.
- COMBA L., 1997 - *Attività di Foraging in Apoidei (Hymenoptera, Aculeata)*.- Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Roma, Dip. Biologia animale.
- COMBA L., COMBA M., 1991 - *Catalogo degli Apoidei laziali*. - *Fragm. ent.*, 22, suppl.: 1-169.
- COMBA M., 1960 - *Contributo alla conoscenza dei Bombus Latr. e Psithyrus Lep. delle valli del Pellice, Angrogna, Germanasca (Alpi Cozie)*. - *Fragm. ent.*, III (8): 163-201.
- COMBA M., 1964 - *Su alcuni generi di Imenotteri Melliferi dell'Italia Centrale (Note faunistiche ed ecologiche)*. - *Memorie Soc. ent. ital.*, XLIII: 21-57.
- COMBA M., 1972 - *Bombus e Psithyrus delle regioni alpine occidentali*. - *Memorie Soc. ent. ital.*, 51: 39-70.
- CONTI F., 1992 - *Su alcune piante nuove o notevoli per la flora del Parco Nazionale d'Abruzzo*. - *Ann. Botanico (Roma)*: 97-105.
- CORBET S.A., WILLIAMS I.H., OSBORNE J.L., 1991 - *Bees and the pollination of crops and wild flowers: changes in the European Community*. - Scientific and Technical Options Assessment European Parliament, UK.

- DAMIANI A.V., 1992 - *Geomorfologia del Gruppo Montuoso delle Mainarde (Lazio-Molise)*. In: Pedrotti F., Tassi F.(ed.), *Le Mainarde. Zona di Ampliamento in Molise del Parco Nazionale d'Abruzzo*. - Università degli Studi di Camerino: 49-80.
- DELMAS R., 1976 - *Contribution a l'étude de la faune française des Bombinae*. - *Annls Soc. ent. Fr.*, 12 (2): 247-290.
- DRAMSTAD W., FRY G., 1995 - *Foraging activity of bumblebees (Bombus) in relation to flowers resources on arable land*. - *Agric., Ecosys. Environ.*, 53: 123-135.
- DUCHATEAU M.J., VELTHIUS H.H.W., 1988 - *Development and reproductive strategies in Bombus terrestris colonies*. - *Behaviour*, 107: 186-207.
- ERVIÖ L.-R., SALONEN J., 1987 - *Changes in the weed population of spring cereals in Finland*. - *Ann. Agric. Fenniae* 26, 201-226.
- FENAROLI L., GIACOMINI V., 1958 - *La Flora. Conosci l'Italia*. - Vol. II. T.C.I., Milano.
- FREE J.B., BUTLER C.G., 1959 - *Bumblebees*. - Collins.
- FRIESE H., 1904 - *Über hummelnleben im arktischen Gebiete (Hym.)*. - *Allg. Z. Ent.*, 9, S.: 409-414.
- FRIESE H., WAGNER F., 1912 - *Zoologische Studien an Hummeln. II. Die Hummeln der Arktis, des Hochgebirges und der Steppe*. - *Zool. Jb. Abt. Syst.*, XXIV, Suppl. 15, Bd. 1: 155-210.
- FRISON T.H., 1930 - *A contribution to the knowledge of the bionomics of Bremus americanorum (Fabr.) (Hymenoptera)*. - *Ann. entom. Soc. Amer.*, 23: 644-665.
- FUSSEL M., CORBET S.A., 1991 - *Bumblebee habitat requirements: a public review*. - *Acta Horticulturae*, 288: 159-163.
- FUSSEL M., CORBET S.A., 1991 - *Forage for bumble bees and honey bees in farmland: a case study*. - *J Apic. Res.*, 30 (2): 87-97.
- FUSSEL M., CORBET S.A., 1992 - *Flower usage by bumble bees: a basis for forage plant management*. - *J. Applied Ecol.* 29: 451-465.
- FUSSEL M., CORBET S.A., 1992 - *The nesting places of some British bumble bees*. - *J. Apic. Res.*, 33-41.
- GOODWIN S.G., 1995 - *Seasonal phenology and abundance of early-, mid- and long-season bumble bees in southern England, 1985-1989*. - *J. apic. Res.*, 34 (2): 79-87.
- HAAS A., 1949 - *Artytische Flugbahnen von Hummelmännchen*. - *Zeitschr. vergl. physiol.*, 31: 281-307.
- HAAS A., 1952 - *Die Mandibeldrüse als Duftorgan bei einigen Hymenopteren*. - *Naturwissenschaften*, 39.
- HASSERLOT TB, 1960 - *Studies on Swedish bumblebees (genus Bombus Latr.). Their domestication and biology*. - *Entomologiska Sällskapet I lund, Opuscula entomologica supplementum XVII*.

- HEEMERT C. VAN, DE RUIJTER A., EIJNDE J. VAN DEN., STEEN J. VAN DER, 1990 - *Year-round production of bumble bee colonies for crop pollination*. - *Bee world*, 71 (2): 54-56.
- HEINRICH B., 1976 - *The foraging specializations of individual bumblebees*. - *Ecol. Monogr.*, 46: 105-128.
- HEINRICH B., 1979 - *"Majoring" and "Minoring" by foraging bumblebees, Bombus vagans: an experimental analysis*. - *Ecology*, 60: 245-255.
- HEINRICH B., 1979 - *Bumblebee economics*. - Harvard University Press.
- INTOPPA F., 2000 - *Riconoscimento sul campo dei Bombi: i tipi cromatici*. - In: Pinzauti M. (editor), *Api e impollinazione*. - Regione Toscana, Edizioni della Giunta Regionale: 113-130.
- INTOPPA F., DE PACE F.M., 1983 - *Bombi dell'Italia centrale e loro attività impollinatrice. I Contributo*. - *Redia*, LXVI: 389-399.
- 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 Bombinae)*. - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 29 (1): 1-43.
- INTOPPA F., PIAZZA M.G., BOLCHI SERINI G., CARINI A., 2000 - *Discriminazione mediante le appendici genitali maschili dei sottogeneri di Bombus Latreille s.l. e Psithyrus Lepeletier s.l. presenti in Italia (Hymenoptera, Apidae, Bombinae)*. - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 32 (3): 199-224.
- INTOPPA F., PIAZZA M.G., RICCIARDELLI D'ALBORE G., 1995 - *Catalogo bibliografico delle specie di Bombidae (Hymenoptera Apoidea) segnalate per l'Italia*. - *Apicoltura*, 10, suppl.: 1-135.
- ITO M., 1985 - *Supraspecific classification of bumblebees based on the characters of male genitalia*. - *Contr. Inst. low Temp. Sci. Hokkaido Univ.*, Series B, 20: 1-143.
- ITO M., SAKAGAMI S. F., 1985 - *Possible Synapomorphies of the Parasitic Bumblebees (Psithyrus) with Some Nonparasitic Bumblebees (Bombus)*. - *Sociobiology*, 10 (1): 105-119.
- KEARNS C.A., INOUE D.W., WASER N.M., 1998 - *Endangered mutualism: the conservation of plant interactions*. - *Annu. Rev. Ecol. Sys.*, 29:83-112.
- KEVAN P.G., BAKER H.G., 1983 - *Insects as flower visitors and pollinators*. - *Ann. Rev. Ent.*, 28: 407-453.
- KRUSEMAN G., 1958 - *Notes sur les bourdons pyrénéens du genre Bombus dans les collections néerlandaises*. - *Beaufortia*, 6 (72): 161-170.
- LØKEN A., 1961 - *Bombus consobrinus Dahlb., an oligolectic bumblebee (Hymenoptera, Apidae)*. - *XI Intern. Congr. Ent.*, 1960: 598-603.
- 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.

- MÄND M., GEHERMAN V., LIUK A., MARTIN A.-J., MIKK M., PAIMETOVA V., VURALT R., 2001 - *Bumble bee diversity on ecological and conventional dairy farms.* - Acta Biol. Univ. Daugavp.: 21-25.
- MICHENER C.D., 1974 - *The social Behavior of the Bees.* - Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- MILLIRON H.E., OLIVIER D.R., 1966 - *Bumblebees from northern Ellesmere Island, with observation on usurpation by Megabombus hyperboreus (Schöhn.).* - Can. Ent., 98: 207-213.
- OSBORNE, J.L., WILLIAMS I.H., CORBET S.A., 1991 - Bees, pollination and habitat change in the European Community. - Bee World, 72: 99-116.
- OSTER G., HEINRICH B., 1976 - *Why do bumblebees major? A mathematical model.* - Ecol. Monogr., 46: 129-134
- PAGLIANO G., 1994 - *Catalogo degli Imenotteri italiani. IV. (Apoidea: Colletidae, Andrenidae, Megachilidae, Anthophoridae, Apidae).* - Mem. Soc. ent. ital., 72 (1993): 331-467.
- PEDROTTI F., TASSI F. (ed.), 1992 - *Le Mainarde. Zona di Ampliamento in Molise del Parco Nazionale d'Abruzzo.* - Camerino, Università degli Studi.
- PEKKARINEN A., TERÄS I., 1998 - *Mesipistiäiset-kasviemme tärkeimmät pölyttäjähyönteiset.* - Luonnon Tutkija 102: 88-102
- PEKKARINEN A., VARVIO-AHO S.-L., PAMILO P., 1979 - *Evolutionary relationships in northern European Bombus and Psithyrus species studied on the basis of allozymes.* - Suom. hyönt. Aikak., 45: 77-80.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia.* - Ed agricole, Bologna
- PITTIONI B., 1939 - *Die Hummeln und Schmarotzerhummeln der Balkan-Halbinsel II. Spezieller Teil.* - Mitt. K. naturw. Inst. Sofia, XII: 49-114.
- PITTIONI B., 1940 - *Die Hummeln und Schmarotzerhummeln von Venezia Tridentina. 2. Beitrag zur zoogeographischen Erforschung der Ostalpen und zur Ökologie der Gattungen Bombus und Psithyrus.* - Memorie Mus. Stor. nat. Venezia tridentina, V (1): 1-43.
- PLOWRIGHT R. C., STEPHEN W. P., 1973 - *A numerical taxonomic analysis of the evolutionary relationships of Bombus and Psithyrus.* - Can. Ent., 105: 733-743.
- PLOWRIGHT R.C., LAVERTY T.M., 1984 - *The ecology and sociobiology of bumblebees.* - Annual Review of Entomology, 29: 175-199.
- POPOV V. V., 1930 - *Note on Agrobombus smithianus White.* - Russk. ent. Obozr., XXIV (1-2): 95-99.
- POUVREAU A., 1973 - *Les ennemis des bourdons. I.* - Apidologie 4 (2): 103-148.
- POUVREAU A., 1984 - *Biologie et écologie des bourdons.* - In: Pesson e Louveaux , (ed.), *Pollinisation et productions végétales.* - INRA, Paris: 595-630.
- PRYS-JONES O.E., CORBET S.A., 1987 - *Bumblebees.* - Cambridge University Press, Cambridge: 1-86.

- QUARANTA M., 1996 - *Biologia, ecologia e sistematica di Bombus Latr. e Psithyrus Lep.* (Hymenoptera, Apidae) nel Parco dei Monti Sibillini. - Tesi di dottorato di ricerca in Entomologia agraria, Fac. Sc. agrarie, Univ. degli Studi di Perugia.
- RASMONT P., 1983 - *Catalogue commenté des bourdons de la région ouest-paléartique.* - Notes faun. Gembloux, 7: 1-71.
- RASMONT P., 1988 - *Monographie écologique et zoogéographique des Bourdons de France et de Belgique.* - Dissertation, Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgique, 27-82.
- RASMONT P., GASPAR C., LECLERCQ J., JACOB-REMACLE A., PAULY A., 1992 - *The faunistic drift of Apoidea in Belgium.* - Proc. EC workshop "Bees for pollination", 2-3 March 1992, Brussels.
- REINIG W. F., 1930 - *Phaenoanalytische Studien über Rassenbildung. I. Psithyrus rupestris Fabr.* - Zool. Jb. Abt. Syst., 60: 257-280.
- REINIG W. F., 1935 - *Über die Bedeutung der individuellen Variabilität für die Entstehung geographischer Rassen.* - Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde Berlin, 1935: 50-69.
- REINIG W. F., 1939 - *Die Evolutionsmechanismen, erläutert an den Hummeln.* - Verh. dt. zool. Ges. (Zool. Anz., 12. Suppl.): 170-206.
- REINIG W.F., 1970 - *Bastardierungszonen und Mischpopulationen bei Hummeln (Bombus) und Schmarotzerhummeln (Psithyrus).* - Mitt. münch. ent. Ges., 59 (1969): 1-89.
- RICCIARDELLI D'ALBORE G., 1986 - *Bombus Latr. e Psithyrus Lep. in Umbria.* - Redia, LXIX: 171-256.
- RICHARDS K.W., 1973 - *Biology of Bombus polaris Curtis and B. hyperboreus Schönherr at Lake Hazen, Northwest Territories* (Hymenoptera: Bombini). - Quaestiones ent., 9:115-157.
- RICHARDS K.W., 1975 - *Population ecology of bumblebees in southern Alberta.* - Dissertation thesis, University Kansas, Lawrence: 117 pp.
- RICHARDS K.W., 1993 - *Non-Apis as crop pollinators.* - Revue suisse de Zoologie, 100 (4): 807-822.
- 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.
- SAKAGAMI S.F., 1976 - *Specific differences in the bionomic characters of bumblebees. A comparative review.* - J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. ( Zool.), 20: 390-447.
- SAKAGAMI S.F., YOSHIKAWA K., 1961 - *Bees of Xylocopinae and Apinae collected by the Osaka City University Expedition to Southeast Asia 1957-58, with some biological notes.* - Nature and Life in Southeast Asia, 1: 409-444.

- SAKAGAMI S.F., ZUCCHI R., 1965 - *Winterverhalten einer neotropischen Hummel, Bombus atratus, innerhalb des Beobachtungskastens. Ein Beitrag zur Biologie der Hummeln.* - J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., VI, Zool. 15: 712-762.
- SKORIKOV A.S., 1937 - *Die grönländischen Hummeln im Aspekte der Zirkumpolarfauna.* - Entomologiske Meddelelser, 20: 37-64.
- SKOVGAARD O.S., 1936 - *Rødkløverens bestovning, humlebier og humbleboer.* - Kgl. danske Vidensk. Selsk. Skr. Naturvid. Math., 6: 1-140.
- SLADEN F.W.L., 1912 - *The humble-bee.* - Macmillian and Co. Ltd.
- SPARRE-SCHNEIDER J., 1909 - *Hymenoptera aculeata im arktischen Norwegen.* - Tromsø museums årshefter, 29 (1906): 81-160.
- TERÄS I., 1976 - *Flower visits of bumblebees, Bombus Latr. (Hymenoptera, Apidae), during one summer.* - Ann. Zool. Fennici, 13: 200-232.
- TERÄS I., 1985 - *Food plants and flower visits of bumblebees (Bombus: Hymenoptera, Apidae) in southern Finland.* - Acta Zool. fenn, 179: 1-120.
- TKALCU B., 1960 - *Zur Hummelfauna der Apenninen.* - Memorie Mus. civ. Stor. nat. Verona, VIII: 23-68
- TKALCU B., 1963 - *Eine neue Hummel-art der Gattung Agrobombus Vogt aus dem Alpengebiet.* - Cas. csl. Spol. ent., 60 (3): 183-196.
- TKALCU B., 1972 - *Arguments contre l'interprétation traditionnelle de la phylogénie des abeilles. Première partie. Introduction et exposés fondamentaux* - Bull. Soc. ent. Mulhouse, 1972, avril-mai-juin: 17-28.
- TORCHIO P.E., 1987 - *Use of non-honeybee species as pollinators of crops.* - Proc. Ent. Soc. Ontario, 118: 111-124.
- VAN HONK C., RÖSELER P.F., VELTHUIS H., MALOTAUX M., 1981 - *The conquest of a Bombus terrestris colony by a Psithyrus vestalis female.* - Apidologie, 12 (1): 57-67.
- VIGNA TAGLIANTI A., AUDISIO P.A., BIONDI M., BOLOGNA M.A., CARPANETO G.M., DE BIASE A., FATTORINI S., PIATTELLA E., SINDACO R., VENCHI A., ZAPPAROLI M., 1999 - *A proposal for a chorotype classification of the Near East fauna, in the framework of the Western Palearctic region.* - Biogeografia, XX: 31-59.
- VOVEIKOV G.S., 1953 - *Natural requeening in bumblebee colonies.* - Rev. Ent. U.R.S.S., 33: 174-181.
- WESTRICH P., 1990 - *Die Wildbienen Baden-Württembergs I-II.* - 2nd Edition. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 972 pp.
- WESTRICH P., 1995 - *Considering the ecological needs of our native bees: the problems of partial habitats.* - Proc. Symposium "Conserving Europe's bees", 6-7 aprile 1995, London.
- WILLIAMS I.H., CARRECK N., 1994 - *Land use changes and honey bee forage plants.* - In: Matheson A. (Ed.), *Forage for bees in an agricultural landscape.* - IBRA, Cardiff.

- WILLIAMS P.H., 1986 - *Environmental change and the distributions of British bumble bees (Bombus Latr.)*. - Bee World 67, 50-61.
- WILLIAMS P. H., 1991 - *The bumble bees of the Kashmir Himalaya*. - Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.), 60 (1): 1-204.
- WILLIAMS P.H., 1995 - *Phylogenetic relationship among bumble bees (Bombus Latr.): a reappraisal of morphological evidence*. - Systematic Entomology, 19 (1994): 327-344.
- WILLIAMS P.H., 1998 - *An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns of description (Hymenoptera: Apidae, Bombini)*. - Bull. Nat.l History Museum, Entomology, 67: 79-152.
- WILSON E.O., 1976 - *Le società degli insetti*. - Einaudi, Torino.
- YARROW I. H. H., 1970 - *Is Bombus inexpectatus (Tkalcu) a worker-less obligate parasite?* - Insect. soc., XVII (2): 95-112.