

G. GABRIELE [†], F. INTOPPA, M.G. PIAZZA, D. SPIZZICHINO

L'applicazione di un'analisi multivariata allo studio dell'attività bottinatrice dei bombi in un ambiente dell'Appennino centrale (Hymenoptera Apoidea)

Riassunto - Sono riportati i risultati delle osservazioni condotte, per oltre un anno, in tre diversi ambienti di una valle dell'Appennino centrale, all'interno del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise, relative alle specie di *Bombus* e di *Psithyrus* presenti e alla loro attività bottinatrice. Applicando ai dati raccolti l'Analisi delle Componenti Principali, una tecnica statistica di tipo multivariato, è stato possibile valutare da una parte l'attività delle diverse specie di bombi e, dall'altra, il ruolo svolto dalle diverse specie botaniche nei confronti di tali pronubi. Sono state inoltre confermate le differenze riscontrate nei tre ambienti durante l'indagine di campo. Sono infine commentati i rapporti messi in evidenza dall'ACP tra le specie di *Bombus* e *Psithyrus* più interessanti e le piante più importanti per il pascolo di questi pronubi in un ambiente montano. La conoscenza di questi elementi contribuisce sicuramente a dare indicazioni sulle qualità naturali di una zona e a formulare un apprezzamento sulle sinergie che collaborano alla conservazione dell'integrità dell'ambiente.

Abstract - *A multidimensional statistical analysis applied to the foraging activity of bumblebees in a habitat of Central Apennines (Italy) (Hymenoptera Apoidea).*

This article shows the results of the observations carried out over a year, in three various habitat of a valley of Central Apennines, inside the National Park of Abruzzi, Lazio and Molise, concerning *Bombus* and *Psithyrus* species present and their foraging activity. Applying the Principal Components Analysis (PCA) to data recorded it was possible to value, on the hand, the activity of the various species of bumblebees and, on the other, the role played by the botanical species visited towards these pollinating insects. Finally, the relationship between the *Bombus* and *Psithyrus* species more interesting and the plants more important for their forage in a mountain habitat are commented on; the knowledge of these factors certainly provides with information about habitat quality and the synergies that cooperate on the protection of the environment.

Key words: *Bombus*, foraging activity, Central Apennines, Principal Components Analysis.

INTRODUZIONE

Gli ecosistemi montani offrono a molte specie di bombi zone elette di nidificazione e di pascolo, dove la loro attività pronuba si rileva fondamentale per la conservazione della flora caratteristica di questi ambienti.

In una precedente ricerca, svolta per fornire un contributo alla conoscenza dei bombi dell'Appennino centrale, sono state studiate le specie presenti in un determinato ambiente e la flora da queste bottinata (Gabriele, 2002; Gabriele *et al.*, 2004); le indagini sono state effettuate sul Pianoro le Forme (Pizzone, IS), attualmente indicato dalla segnaletica come "Valle Fiorita", situato nell'Appennino centro-meridionale, nella parte molisana del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise.

Valle Fiorita è situata a 1450 m s.l.m., si estende per circa 22 ha ed è aperta verso est, mentre a ovest confina con la Val Pagana, lungo le pendici del monte la Meta (2242 m). Dal punto di vista vegetazionale essa è costituita da una prateria secondaria (l'originario bosco è stato tagliato per creare aree per il pascolo), bassa, densa e di aspetto uniforme, ed è circondata da una fitta faggeta che risale sul versante sud-ovest fino al limite superiore della vegetazione forestale, riducendosi invece a quote inferiori (a circa 1250 m). L'area prescelta presenta tutti gli aspetti geomorfologici e vegetazionali di una valle altomontana; inoltre l'ampia faggeta, circondandola quasi completamente, la isola, proteggendo l'integrità del suo territorio: 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.

Nel presente lavoro si intende valutare mediante l'analisi statistica l'attività bottinatrice dei bombi nella valle e mettere in luce i rapporti emersi tra piante e bombi durante i rispettivi cicli fenologici.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato condotto individuando all'interno della valle un percorso di circa 1500 m lungo il quale, settimanalmente, sono stati effettuati i rilevamenti. Il transetto, rappresentativo dell'area prescelta, interessava tre ambienti diversi, con le seguenti caratteristiche:

- "Prateria": porzione centrale e più aperta della valle, dalla morfologia accidentata, con arbusti e qualche albero isolato, in cui più si evidenzia l'azione del pascolo bovino e dei cavalli.
- "Sorgente": situato nella porzione nord-occidentale, è costituito dall'area più antropizzata, con alcune strutture destinate alle attività turistiche.
- "Faggeta": percorso interamente pianeggiante e quasi privo di arbusti lungo la fascia ecotonica al bordo della faggeta; rispetto agli altri risulta meno influenzato sia dall'uomo che dagli animali.

Le osservazioni sullo sviluppo delle colonie si sono protratte per oltre un anno allo scopo di approfondire le fasi iniziali, relative all'emergenza delle regine e alla fondazione

delle nuove colonie, e rese spesso più critiche da un clima particolarmente instabile.

I rilevamenti settimanali, costituiti da conteggi dei bombi durante la loro attività bottinatrice, erano effettuati dalle 9 alle 15 (intervallo di tempo in cui l'attività di volo era massima), dedicando alternativamente due turni di osservazione di 1 ora ciascuno ad ognuna delle tre aree individuate e registrando anche le diverse specie botaniche visitate.

L'identificazione dei bombi nei casi più semplici è stata effettuata direttamente in campo, utilizzando uno schema di "tipi cromatici" basato sul colore del torace e degli ultimi tre tergiti addominali e sulla distribuzione in Italia delle diverse specie; altrimenti gli esemplari venivano catturati e identificati subito mediante l'osservazione di alcuni caratteri di elevato valore diagnostico (Intoppa *et al.*, 1997, 2000). Nei casi più complessi la determinazione è stata effettuata in laboratorio.

Oltre a un esame di tipo tradizionale, i dati relativi alle specie di *Bombus* Latr. e di *Psithyrus* Lep. e alle piante bottinate sono stati elaborati e analizzati mediante l'Analisi delle Componenti Principali (ACP). Tale approccio consente di realizzare un'analisi più completa dei dati e approfondire le relazioni tra le specie di bombi e la flora presente; tutto questo al fine di mettere in evidenza e validare o meno i caratteri dell'attività pronuba dei bombi riscontrata durante le osservazioni di campo.

Tale analisi è impiegata nell'ambito della statistica multivariata per la semplificazione dei dati, con lo scopo principale di sintetizzare l'informazione fornita da un numero elevato di variabili senza alterare la rappresentazione del fenomeno stesso.

In particolare questa analisi statistica evidenzia, laddove esistono, le relazioni che intercorrono tra due o più variabili (Vitali, 1993). Si ricorre quindi all'Analisi delle Componenti Principali fondamentalmente per:

- ridurre il numero di dimensioni dei dati;
- visualizzare dati con più di 3 variabili.

Dopo aver scelto il numero di variabili sufficienti a sintetizzare buona parte dell'informazione iniziale si procede a individuare il significato delle nuove variabili, considerando le associazioni che si sono dedotte dalle variabili iniziali. Per conoscere le relazioni esistenti tra le variabili originarie è utile analizzare il piano fattoriale ottenuto dalle nuove variabili (componenti principali). Il passo finale consiste nell'osservare come le unità (individui) oggetto di studio si collocano sugli assi generati e perciò quali valori assumono rispetto alle nuove variabili create.

Nel caso in esame le variabili indicano i fiori sui quali è stata rilevata la presenza dei bombi, le unità sono le diverse specie di bombi osservati. Così come per l'analisi a livello bivariato anche per l'Analisi delle Componenti Principali si è scelto di analizzare i tre transetti sia congiuntamente che distintamente.

In particolare, i risultati di queste elaborazioni sono espressi in due grafici: il primo rappresenta la distribuzione delle specie di *Bombus* in funzione del numero di individui osservati e della flora visitata e l'altro illustra il ruolo svolto dalle diverse specie botaniche nei confronti di tali pronubi. La lettura contemporanea dei due grafici, proprio attraverso la dispersione dei dati, suggerisce alcune corrispondenze bombo/pianta e alcune differenze tra i transetti, altrimenti non facilmente intuibili.

RISULTATI

Andamento del ciclo annuale delle colonie.

Prima di commentare l'attività di visita dei bombi, vanno tenute presenti alcune caratteristiche di sviluppo delle loro colonie. Le varie specie, infatti, possono presentare comportamenti diversi secondo i quali alcune compaiono precocemente nella stagione, altre più tardi; alcune sono caratterizzate da cicli brevi ed altre da cicli lunghi e con individui delle tre caste ancora presenti nel mese di ottobre. L'inizio della formazione di una colonia, segnato dall'emergenza delle regine fondatrici dopo il letargo invernale e dalla comparsa delle prime operaie, è naturalmente influenzato dalle condizioni meteorologiche, ma in seguito la crescita della popolazione è progressiva e continua. Osservando, ad esempio, lo sviluppo delle colonie di *B. lapidarius* (fig. 1), un primo picco indica la presenza del più alto numero di operaie; segue poi una fase di calo della popolazione, dovuta all'interruzione della produzione di operaie a favore di quella dei sessuati che hanno un ciclo larvale più lungo: questa particolare fase provoca uno iato nella comparsa dei componenti della colonia. Con la produzione dei sessuati si assiste a una nuova ripresa dell'attività, segnata in genere da un secondo picco più alto, prima della naturale conclusione della vita della colonia. Questo tipo di evoluzione si può presentare con un'evidenza più o meno spiccata nelle diverse specie: ad es. il ciclo di *B. terrestris*, la cui produzione dei sessuati è diluita nel tempo e non implica un'interruzione nell'allevamento di operaie, è privo di particolari momenti di crescita o di calo (fig. 1).

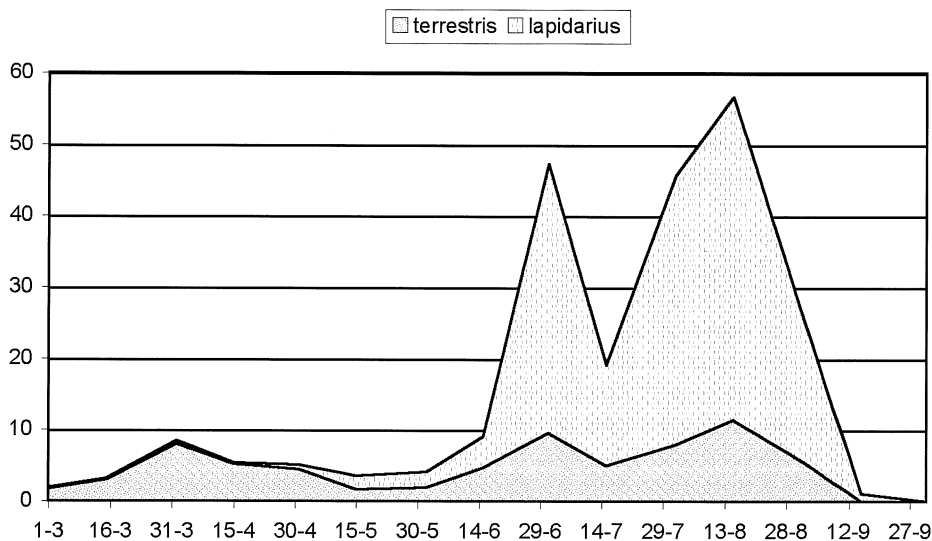


Fig. 1 - Confronto tra il ciclo delle colonie di *B. terrestris* e di *B. lapidarius* (aree in pila; numero medio di individui contati per turno di osservazione).

I Bombi di Valle Fiorita.

L'indagine ha messo in evidenza la presenza a Valle Fiorita di 13 specie del genere *Bombus* e cinque del genere *Psithyrus* (tab. 1); inoltre, osservazioni condotte in Val Pagana, appena al di là della faggeta, hanno consentito di ritrovare alcune colonie di *B. mucidus* (Gestaeker, 1869) ⁽¹⁾.

Confrontando i dati di Valle Fiorita con le segnalazioni di Tkalcu (1960), Comba (1964), Reinig (1970), Ricciardelli D'Albore (1986), Quaranta (1996), che hanno svolto le loro ricerche nell'Appennino centrale, risulta che l'unica specie non rinvenuta nel corso della presente indagine è *B. monticola* (Smith, 1849), le cui segnalazioni più meridionali sono Monte Terminillo (RI) e Monti della Magnola (AQ) (Reinig, 1965), e Campo Imperatore (AQ) (Coll. Intoppa/Piazza, 1997). È evidente pertanto che la zona studiata 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 bombi rinvenute e numero di individui contati. Le sigle riportate sono utilizzate nelle figure 3-6.

Specie	n.	sigla
<i>B. pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	1903	pas
<i>B. lapidarius</i> (Linné, 1758)	1794	lap
<i>B. lucorum</i> (Linné, 1961)	646	ter
<i>B. terrestris</i> (Linné, 1758)		
<i>B. soroensis</i> (Fabricius, 1777)	625	sor
<i>B. pratorum</i> (Linné, 1961)	334	pra
<i>P. rupestris</i> (Fabricius, 1793)	327	rup
<i>B. subterraneus</i> (Linné, 1758)	243	sub
<i>B. hortorum</i> (Linné, 1761)	196	hor
<i>B. ruderarius</i> (Müller, 1776)	126	rur
<i>P. sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)	107	sys
<i>B. mesomelas</i> (Gerstaecker, 1869)	79	mes
<i>P. vestalis</i> (Fourcroy, 1785)	52	ves
<i>P. campestris</i> (Panzer, 1801)	36	cam
<i>B. humilis</i> (Illiger, 1806)	10	hum
<i>B. ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	3	rut
<i>P. maxillosus</i> (Klug, 1817)	3	max
<i>B. sylvarum</i> (Linné, 1761)	1	syl

⁽¹⁾ Sebbene attualmente sia in uso attribuire a *Psithyrus* il rango di sottogenere di *Bombus*, in questa sede gli Autori preferiscono mantenere, in accordo con la loro linea di ricerca, la tassonomia basata sui due generi tradizionali.

Come si vede *B. pascuorum* e *B. lapidarius* costituiscono complessivamente il 60% degli individui osservati, mentre del tutto occasionali si sono rivelate le presenze di *B. humilis*, *runderatus*, e *Psithyrus maxillosus*; l'unico esemplare di *B. sylvarum* è stato osservato nei pressi del nido. In questa sede i dati relativi a *terrestris* e *lucorum* sono stati riuniti e rappresentati nelle tabelle con la dicitura "ter" e nel testo come *terrestris* poiché non è stato possibile distinguere le due specie durante le conte; comunque le determinazioni degli esemplari catturati effettuate in laboratorio indicano che circa 1/3 di essi sono *terrestris* e 2/3 *lucorum*.

La flora bottinata.

Nel corso dell'indagine sono state registrate complessivamente 96 specie botaniche appartenenti a 24 famiglie, di cui le più rappresentate sono risultate Compositae e Labiatae, rispettivamente con 14 e 12 specie. Cinquantuno specie sono state visitate dai bombi (tab. 2).

La specie di gran lunga più visitata è risultata la composita *Cirsium tenoreanum* insieme ad altri due "cardi", *Carlina acaulis* e *Carduus affinis*, a due labiate, *Lamium maculatum* e *Stachys heraclea*, a *Crocus napolitanus* e *Ribes uva-crispa* che, essendo due delle prime fioriture della valle, rappresentano un'essenziale fonte di cibo per le nuove colonie. La leguminosa più visitata è risultata *Trifolium pratense*. Di notevole spicco è stata la fioritura di *Cynoglossum magellense*, bottinata per tutto il periodo dell'antesi. Per quanto riguarda le tre compositae citate, la loro presenza ha caratterizzato in una certa misura i tre ambienti: infatti, ognuna di esse era molto diffusa in due dei tre transetti, ma assente o molto scarsa nel terzo.

Tab. 2 – Flora bottinata, relativo periodo di fioritura rilevata nei turni di osservazione, e visite ricevute. Le sigle riportate sono utilizzate nelle figure 3-6.

FAMIGLIA Genere e specie	Sigla	Periodo di fioritura	N. di visite ricevute
BORAGINACEAE			
<i>Cynoglossum magellense</i> Ten.	Cyno mag	20.IV-8.VI	194
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill	Myos arv	13.V-8.VI	6
<i>Pulmonaria vallisarsae</i> Kerner	Pulm val	28.IV-1.VI	2
<i>Solenanthes apenninus</i> (L.) Fisch. et M.	Sole ape	26.V-16.VI	2
COMPOSITAE			
<i>Bellis perennis</i> L.	Bell per	17.III-30.IX	6
<i>Carduus affinis</i> Guss.	Card aff	16.VI-30.IX	787
<i>Carduus nutans</i> L.	Card nut	1.VII-29.VII	1
<i>Carlina acaulis</i> L.	Carl aca	4.VIII-9.IX	817
<i>Carlina utzka</i> Hacq.	Carl utz	4.VIII-11.VIII	1
<i>Cirsium tenoreanum</i> Petrak	Cirs ten	21.VII-30.IX	2070
<i>Senecio doronicum</i> L.	Sene dor	13.V-26.V	1
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	Tara off	18.V-8.VI	2

segue

continua

FAMIGLIA Genere e specie	Sigla	Periodo di fioritura	N. di visite ricevute
CRUCIFERAE			
<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	Barb vul	13.IV-8.VI	25
EUPHORBIACEAE			
<i>Euphorbia gasparrinii</i> Boiss.	Euph gas	18.V-8.VI	1
GENTIANACEAE			
<i>Gentiana verna</i> L.	Gent ver	5.V-29.VII	5
GERANIACEAE			
<i>Geranium pyrenaicum</i> Burm.	Gera pyr	26.V-8.VI	5
<i>Geranium reflexum</i> L.	Gera ref	18.V-1.VII	27
IRIDACEAE			
<i>Crocus napolitanus</i> Mord. et Loisel.	Croc nap	17.III-5.V	182
LABIATAE			
<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench	Acin alp	26.V-10.VII	13
<i>Ajuga reptans</i> L.	Ajug rep	13.V-8.VI	8
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	Clin vul	10.VII	1
<i>Lamium garganicum</i> L.	Lami gar	26.V-24.VI	7
<i>Lamium maculatum</i> L.	Lami mac	20.IV-16.VI	957
<i>Stachys heraclea</i> All.	Stac her	26.V-11.VIII	878
<i>Stachys sylvatica</i> L.	Stac syl	10.VII	2
<i>Thymus pulegioides</i> L.	Thym pul	26.V-10.VII	1
LEGUMINOSAE			
<i>Astragalus depressus</i> L.	Astr dep	5.V-1.VI	24
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	Hipp com	13.V-24.VI	9
<i>Trifolium pratense</i> L.	Trif pra	26.V-22.IX	145
<i>Trifolium repens</i> L.	Trif rep	26.V-4.VIII	16
LILIACEAE			
<i>Asphodelus albus</i> Miller	Asph alb	26.V-1.VI	1
<i>Gagea fistulosa</i> (Ramond) Ker-Gawl.	Gage fis	17.III-5.V	2
<i>Scilla bifolia</i> L.	Scil bif	17.III-5.V	16
PAPAVERACEAE			
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. et Koerte	Cory cav	13.IV-13.V	11
RANUNCULACEAE			
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	Anem ran	17.III-13.V	1
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	Aqui vul	26.V-16.VI	2
<i>Ranunculus apenninus</i> Chiov.	Ranu ape	28.IV-16.VI	9
<i>Ranunculus millefoliatus</i> Vahl	Ranu mil	13.IV-18.V	1
ROSACEAE			
<i>Malus sylvestris</i> Miller	Malu syl	18.V-26.V	1
<i>Rosa canina</i> L.	Rosa can	16.VI-10.VII	5

segue

continua

FAMIGLIA Genere e specie	Sigla	Periodo di fioritura	N. di visite ricevute
<i>Rubus idaeus</i> L.	Rubu ida	16.VI-24.VI	10
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Rubu ulm	11.VIII-3.IX	28
RUBIACEAE			
<i>Cruciata laevipes</i> Opiz	Cruc lae	18.V-24.VI	1
SAXIFRAGACEAE			
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	Ribe u-c	20.IV-26.V	81
SCROPHULARIACEAE			
<i>Digitalis ferruginea</i> L.	Digi fer	10.VII-22.IX	47
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Scro nod	18.V-10.VII	32
<i>Scrophularia vernalis</i> L.	Scro ver	26.V-8.VI	3
<i>Verbascum pulverulentum</i> Vill.	Verb pul	25.VIII-3.IX	4
<i>Verbascum thapsus</i> L.	Verb tha	8.VI-16.VI	3
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Vero cha	5.V-8.VII	6
VIOLACEAE			
<i>Viola eugeniae</i> Parl.	Viol eug	17.III-8.VI	9

Attività di visita.

Tra tutte le specie osservate, *B. pascuorum* e *B. lapidarius* sono quelle che hanno effettuato il maggior numero di visite, pur bottinando un numero relativamente ridotto di piante. Per avere una valutazione approssimativa della tendenza dei bombi presenti nella valle a visitare un numero più o meno alto di piante, ovvero il loro grado di polilessia, è stato elaborato il numero medio teorico di piante visitate da un singolo individuo, ottenuto dal rapporto tra la percentuale del numero di specie visitate e la percentuale degli individui contati (tab. 3) (Piazza *et al.*, 2001).

Tab. 3 – Valutazione del grado di oligopolilessia delle specie di bombi più rappresentate.

	<i>B. pascuorum</i>	<i>B. lapidarius</i>	<i>B. terrestris</i>	<i>B. soroeensis</i>	<i>B. pratorum</i>	<i>P. rupestris</i>	<i>B. subterraneus</i>
Individui contati (totale 6468)	1903	1794	646	625	334	327	243
n. sp. visitate (totale 51)	23	22	30	17	23	14	12
% specie visitate sul totale	45,1	43,1	58,8	33,3	45,1	27,5	23,5
% presenza bombi sul totale	29,4	27,7	10,0	9,7	5,2	5,1	3,8
n. medio specie visitate da 1 individuo	1,5	1,6	5,9	3,4	8,7	5,4	6,3

Il parametro così calcolato risulta massimo per *B. pratorum* e minimo per *B. pascuorum* e *B. lapidarius*: in confronto a queste due specie, *B. pratorum*, essendo presente con un numero di individui nettamente più basso ma avendo visitato in proporzione un maggior numero di piante, mostra un grado di polilessia superiore. Tale tendenza si manifesta in parte anche per *B. subterraneus* e *B. terrestris*.

A causa del loro parassitismo sociale e dell'assenza di operaie, l'attività di *Psithyrus* non viene generalmente valutata sotto l'aspetto dell'impollinazione; tuttavia, il grado di polilessia manifestato da *P. rupestris* e il numero di specie botaniche visitate sono risultati degni di nota e paragonabili a quelli di alcuni bombi.

Inoltre, nella valutazione del grado di polilessia di una specie, occorre tenere presente anche la durata del ciclo vitale delle sue colonie. Ad esempio, *B. soroeensis* e *B. terrestris* presentano un numero di individui simile, ma le colonie di *B. soroeensis* hanno un ciclo notevolmente più breve rispetto a quelle di *B. terrestris* e quindi sono costrette a focalizzare la propria attenzione su un numero relativamente ristretto di fioriture, mentre una specie presente per diversi mesi entra in contatto con una maggiore diversità di flora.

A tale proposito, nella figura 2 è stato rappresentato, mediante aree in pila, il ciclo annuale delle specie di *Bombus* risultate più numerose, messo a confronto con i periodi di fioritura delle specie botaniche più visitate.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Per un esame preliminare dei dati raccolti nel corso dell'indagine sono state elaborate alcune tabelle, dove, espresse in percentuale, sono riportate le visite effettuate dai bombi nei tre transesti considerati prima congiuntamente (tab. 4) e poi separatamente (tab. 5, 6 e 7).

La tabella 4 mostra alcune immediate relazioni tra bombi e piante:

- *Bombus pascuorum* visita prevalentemente *Cirsium tenoreanum*, *Carlina acaulis* e *Lamium maculatum*;
- *B. lapidarius* e il suo parassita sociale *P. rupestris* sono frequenti sui "cardi" *Carduus affinis* e *C. tenoreanum*;
- *B. pratorum*, *soroeensis* e *subterraneus* visitano soprattutto *Stachys heraclea* e *L. maculatum*;
- altri bombi si distinguono poi per frequentare quasi unicamente una sola pianta: è il caso di *B. mesomelas* con *C. tenoreanum* (con il 76% delle sue visite), di *B. ruderarius* con *L. maculatum* (70%) e di *P. campestris* con *C. tenoreanum* (64%).

Nelle tabelle 5, 6 e 7 relative ai singoli ambienti, le associazioni osservate nella tabella 4 possono ripetersi con percentuali più o meno simili, mentre altre associazioni si evidenziano in maniera più netta.

A loro volta anche le piante possono mostrare particolari relazioni con le diverse specie di bombi. Prendiamo l'esempio, che riteniamo indicativo, di *L. maculatum* e di *S. heraclea*, le cui fioriture sono immediatamente successive l'una all'altra: dal numero di visite che queste piante ricevono dalle cinque specie di bombi più frequenti (fig. 2), è possibile constatare che le preferenze per le due piante sono molto probabilmente

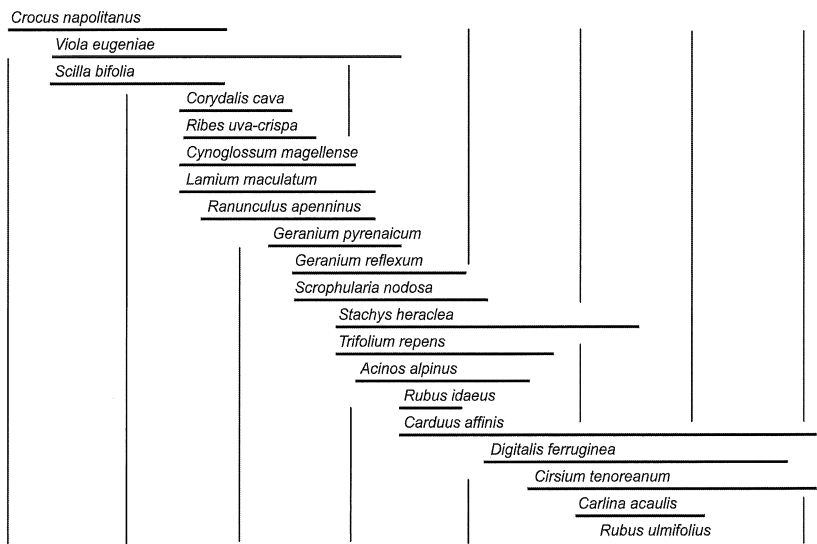
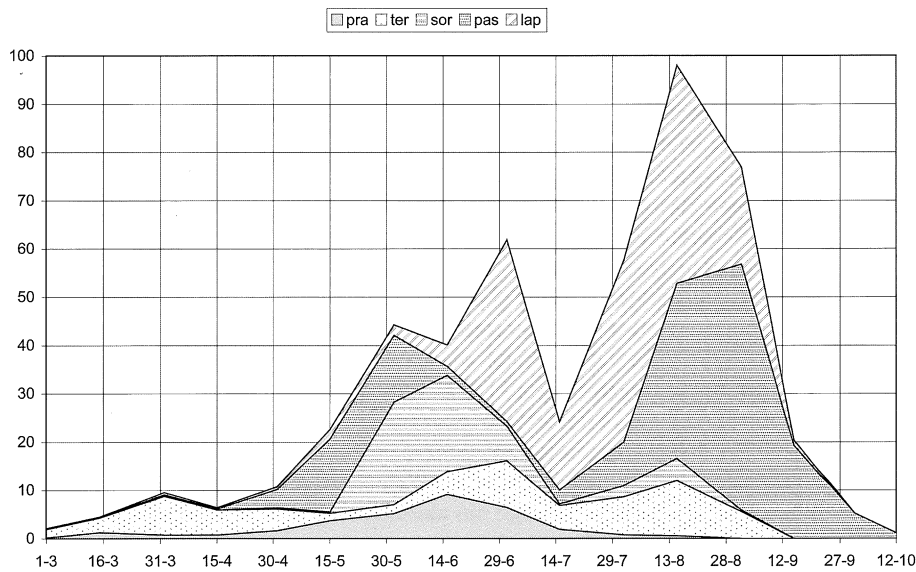


Fig. 2 - Confronto tra il ciclo delle colonie e l'andamento delle fioriture più visitate (aree in pila; numero medio di individui contati per turno di osservazione).

“guidate” dalla concordanza tra lo sviluppo delle colonie di alcune specie e l’andamento delle due fioriture.

Consideriamo ora i grafici ottenuti attraverso l’ACP (Fig. 3-6) tenendo presente che in queste elaborazioni i valori relativi a *Bombus ruderatus*, *B. humilis*, *B. sylvarum* e *Psithyrus maxillosus* non sono stati inseriti a causa del basso numero di esemplari registrati.

In tali grafici la distanza dei punti dall’origine consente di esprimere una valutazione sulla non casualità della posizione del punto sull’asse. Difatti, si può ritenere che se il punto fosse in un intorno assai ristretto dell’origine non potrebbe contribuire in modo significativo all’individuazione dell’asse e pertanto potrebbe considerarsi indipendente da esso. In generale, quindi, i punti molto vicini all’origine degli assi devono considerarsi come non statisticamente distanti dal profilo medio; al contrario per quelli più distanti si può affermare che tale distanza non è attribuibile a fattori casuali, e sono quindi caratterizzati da proprie peculiarità (Bolasco, 1999).

Dalla fig. 3, *B. pascuorum*, *terrestris* e *pratorum* risultano avere comportamenti particolari.

Per quanto riguarda *B. pascuorum* l’esame contemporaneo dei due grafici mostra una buona associazione con *Rubus ulmifolius*, *Carlina acaulis* e *Digitalis ferruginea*, di cui è il principale visitatore; del resto la fioritura di queste piante, che si verifica tra agosto e settembre, raggiunge il suo apice proprio nel periodo di massima espansione della colonia di *B. pascuorum*, caratterizzata da un ciclo piuttosto lungo che si protrae fino al mese di ottobre. Un certo grado di associazione si presenta anche con *Stachys sylvatica*, *Pulmonaria vallisarsae*, *Clinopodium vulgare*, *Gagea fistulosa*, *Verbascum pulverulentum*, *Anemone ranunculoides*, visitati solo da *B. pascuorum*; tuttavia tale comportamento è così sporadico che la relazione evidenziata non dovrebbe indicare alcun tipo di particolare rapporto, ma riflettersi nella poliilessia di tale specie.

In Faggeta (fig. 4) *B. pascuorum* presenta un comportamento simile a quello degli altri bombi. In Prateria (fig. 5) permane l’associazione con *R. ulmifolius*, *P. vallisarsae*, *S. sylvatica* e *D. ferruginea*, delle quali è l’unico o il principale visitatore. In Sorgente (fig. 6) *B. pascuorum* è associato con *S. sylvatica*, *C. vulgare*, *G. fistulosa*, *Ajuga reptans*, *A. ranunculoides*, *V. pulverulentum*, di cui è l’unico visitatore.

Le associazioni di *B. terrestris* con *Scilla bifolia*, *Corydalis cava* e *Crocus napolitanus* (fig. 3) sono dovute soprattutto al fatto che questa specie è la principale visitatrice di queste piante, che sono tra le prime a fiorire all’inizio della stagione. La relazione che il grafico evidenzia con *Ranunculus millefoliatus*, *Malus sylvestris* e *Carlina utzka* è spiegata dal fatto che tali piante sono visitate, anche se in maniera sporadica, solamente da *B. terrestris*.

In Faggeta è evidente l’associazione di *B. terrestris* con *C. cava*, *Viola eugeniae*, *C. napolitanus*, *C. utzka*, *Trifolium repens* e *Ribes uva-crispa*, delle quali è l’unico o il principale visitatore; in Prateria *terrestris* è associato con una serie di piante (*T. repens*, *M. sylvestris* e *Ranunculus apenninus*), alcune presenti solo in questo ambiente, delle quali è l’unico o principale visitatore. In Sorgente questa specie conferma l’associazione con *C. cava*, *C. napolitanus* e *R. millefoliatus*.

A livello generale *B. pratorum* visita complessivamente nei tre transetti 23 piante e risulta principalmente associato con *Scrophularia nodosa*, *Scrophularia vernalis*, *Lamium garganicum* e *R. uva-crispa*, di cui è il principale visitatore. Peraltro *B. pratorum* presenta associazioni differenti all'interno dei tre ambienti.

In Faggeta esiste un'associazione con *S. heraclea*, *Geranium reflexum*, *Acinos alpinus* e *S. bifolia*, di cui è l'unico o principale visitatore. L'associazione con altre tre piante *Cynoglossum magellense*, *L. maculatum* e *A. reptans* è condivisa con *runderarius*, specie a ciclo corto, il cui picco di popolazione si ha nel periodo di massima antesi di queste piante. In pratica *B. pratorum* e *B. ruderarius* svolgono la loro attività bottinatrice soprattutto su queste piante.

In Prateria *S. nodosa*, *Veronica chamaedrys* e *Verbascum thapsus* sono visitate solo da *B. pratorum* (l'associazione con *S. nodosa* è talmente forte da comparire anche nel complesso dei 3 transetti considerati congiuntamente); una più debole associazione è stabilita con *C. napòlitano*, *R. uva-crispa*, *C. magellense*, *S. heraclea*, che *B. pratorum* visita con una certa assiduità perché a fioritura precoce o contemporanea con il picco di espansione della colonia. In particolare su *S. heraclea pratorum* effettua la metà delle sue visite.

In Sorgente si conferma l'associazione con *R. uva-crispa*, *S. nodosa*, *S. vernalis* e *C. magellense*; si evidenzia inoltre l'associazione con *V. eugeniae*, *L. garganicum*, *Rosa canina* e *G. reflexum*, di cui è l'unico o il principale visitatore.

Infine occorre sottolineare, nell'ambito delle associazioni *B. pratorum*/*S. nodosa* e – in misura minore – *B. pratorum*/*G. reflexum*, che le visite osservate sono soprattutto effettuate da maschi della specie, e che queste associazioni sono state rilevate anche in altre indagini di campo.

Altre associazioni meritano di essere citate: *P. sylvestris* che si comporta diversamente nei 3 ambienti, in Faggeta e Sorgente tende a seguire il comportamento di *B. pratorum* condividendo *C. magellense*, *Rubus idaeus*, *R. apenninus*. Non va dimenticato che *P. sylvestris* è il parassita sociale di *B. pratorum* e pertanto è portato a frequentare gli stessi territori.

Oltre alle specie caratterizzate nel grafico complessivo, sono risultati di un certo interesse anche i seguenti dati:

- a Faggeta *B. lapidarius* è associato a *C. tenoreanum* e, in misura minore, a *C. affinis* essendo il principale visitatore di queste due piante; è inoltre associato con *Senecio doronicum* e *R. apenninus*, di cui è, pur effettuando visite occasionali, l'unico visitatore;
- a Sorgente la metà delle visite effettuate da *B. soroeensis* sono su *S. heraclea*, ma il bombo risulta associato soprattutto a *Geranium pyrenaicum*, le cui fioriture coincidono con il periodo di espansione delle colonie; *Taraxacum officinale*, *Cruciata laevipes* e *Solenanthus apenninus* sono visitate solo da questa specie.

Le visite occasionali che alcune piante hanno ricevuto da un'unica specie di *Bombus* non sembrano essere sempre in relazione né con il numero di individui delle singole specie né con il loro grado di oligo/polilessia né con la durata del ciclo delle colonie: pertanto riteniamo che il fenomeno considerato, sotto questi aspetti, sia del tutto casuale.

CONCLUSIONI

Questo studio ha evidenziato quali sono state le piante più importanti per il pascolo dei bombi e quali le specie di *Bombus* e *Psithyrus* più interessanti, sia per numero di individui che per attività pronuba, in un particolare ambiente dell'Appennino centrale; la conoscenza di questi elementi fornisce indicazioni sulle qualità naturali di una zona e sulle sinergie che concorrono alla conservazione dell'integrità dell'ambiente.

Naturalmente i risultati ottenuti mutano secondo le zone prese in esame, in quanto sia la composizione floristica che le popolazioni di bombi presenti possono essere differenti qualitativamente e quantitativamente; tuttavia alcuni elementi scaturiti da questi studi si dimostrano abbastanza costanti, tanto da poterli considerare ormai accettati, quali l'attrazione esercitata sui pronubi da determinate piante, visitate assiduamente da tutte le specie di bombi presenti, e il ruolo che alcune fioriture hanno all'inizio della stagione per lo sviluppo delle colonie, o al suo termine per le specie che ancora sono in attività.

Al di là di questi comportamenti che possono essere comunemente osservati, in ogni ambiente tra le popolazioni dei bombi e le comunità delle piante si instaurano rapporti di volta in volta determinati da cause particolari, quali la dislocazione dei siti di nidificazione, la concordanza temporale tra la durata del ciclo delle colonie e il periodo dell'antesi delle piante, o addirittura tra il picco massimo delle popolazioni di un bombo e la quantità massima di fioritura disponibile di una pianta. Queste relazioni sono regolate anche da un insieme di fattori di cui non è possibile specificare singolarmente l'efficacia: le dimensioni del pronubo, la tipologia florale, il rapporto tra lunghezza della ligula e del tubo corollino possono di volta in volta spiegare la scelta fatta da un bombo, ma non sono sufficienti a interpretare tutti i possibili comportamenti che si osservano studiandone l'attività bottinatrice; si ritiene piuttosto che questi fattori possano agire nel loro insieme e "suggerire" al pronubo la fonte di cibo più conveniente in una data situazione.

Tab. 4 - Visite effettuate dai bombi presenti a Faggeta, Prateria e Sorgente insieme. Valori percentuali.

PIANTE	BOMBI															
	ter	sor	lap	pra	hor	rut	mes	sub	pas	hum	rur	rup	sys	ves	cam	max
Acin alp	0,6	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	5,8	0,0	0,0
Ajug rep	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anem ran	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aqui vul	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Asph alb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0
Astr dep	0,0	0,0	0,9	0,0	0,5	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Barb vul	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0	0,8	0,9	3,7	3,8	0,0	0,0
Bell per	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Card aff	12,2	4,0	21,1	5,7	3,6	0,0	0,0	2,5	1,8	0,0	0,0	58,4	21,5	32,7	22,2	0,0
Card nut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Carl aca	15,5	1,1	9,8	0,6	12,8	0,0	10,1	15,6	24,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0

segue

36

Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura, Ser. II, 40 (1), 2008

PIANTE	BOMBI															
	ter	sor	lap	pra	hor	rut	mes	sub	pas	hum	rur	rup	sys	ves	cam	max
Carl utz	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cirs ten	24,5	10,7	45,4	2,4	16,3	50,0	75,8	7,8	40,0	70,0	0,0	25,4	22,4	23,1	63,8	100,0
Clin vul	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cory cav	1,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Croc nap	16,9	0,2	0,6	6,3	4,6	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Cruc lae	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cyno mag	1,3	5,9	0,6	10,2	1,0	0,0	1,3	0,8	2,5	0,0	15,1	0,3	25,2	5,8	2,8	0,0
Digi fer	1,1	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euph gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0
Gage fis	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gent ver	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Gera pyr	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gera ref	0,0	0,8	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,9	3,8	2,8	0,0
Hipp com	0,2	0,0	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lami gar	0,2	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lami mac	2,6	33,8	1,2	12,8	44,5	50,0	8,9	39,6	19,2	0,0	69,7	0,3	11,3	7,8	2,8	0,0
Malu syl	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Myos arv	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,8	0,0	0,0
Pulm val	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ranu ape	0,6	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0
Ranu mil	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ribe u-c	1,1	0,0	0,1	11,1	0,5	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rosa can	0,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rubu ida	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	4,7	0,0	0,0	0,0
Rubu ulm	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scil bif	0,6	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scro nod	0,0	0,3	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scro ver	0,0	0,0	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sene dor	0,0	0,0	0,1	0,												

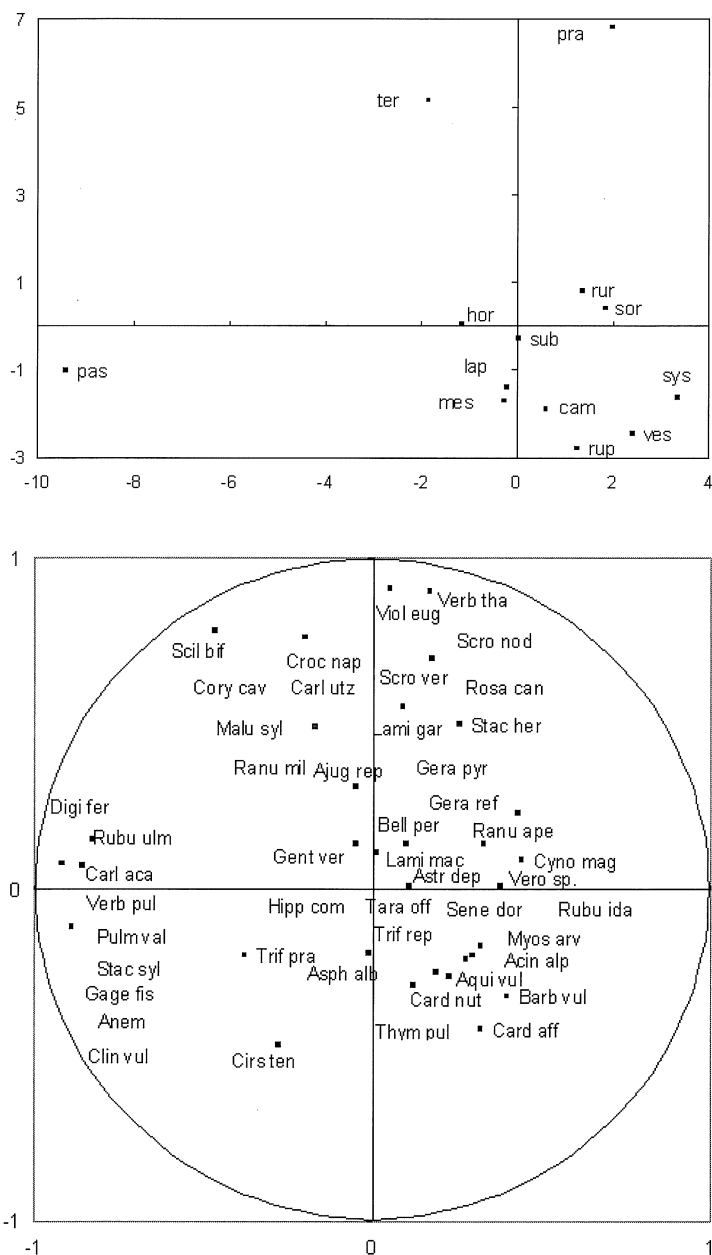


Fig. 3 - Faggeta, Prateria e Sorgente insieme. In alto: rappresentazione dei bombi nel piano fattoriale F1-F2 dell'ACP. In basso: distribuzione delle piante nel cerchio delle correlazioni nell'ACP. Piano F1-F2.

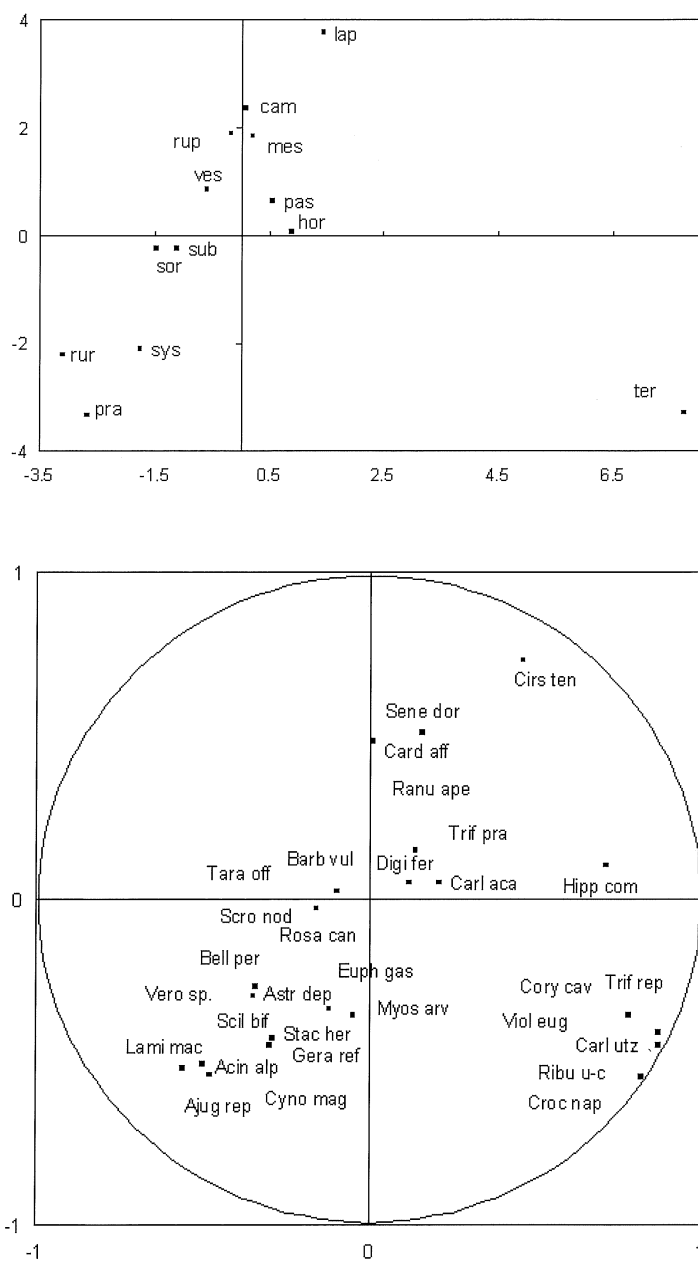


Fig. 4 - Faggeta. In alto: rappresentazione dei bombi nel piano fattoriale F1-F2 dell'ACP. In basso: distribuzione delle piante nel cerchio delle correlazioni nell'ACP. Piano F1-F2.

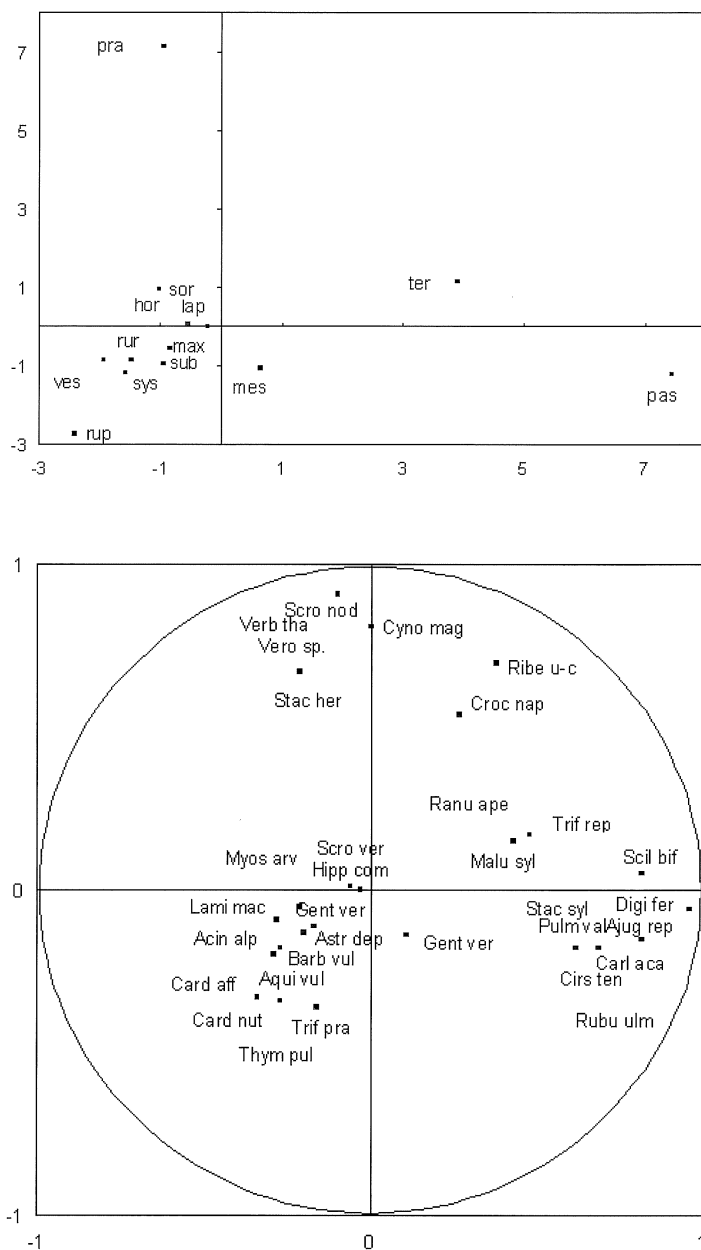


Fig. 5 - Prateria. In alto: rappresentazione dei bombi nel piano fattoriale F1-F2 dell'ACP. In basso: distribuzione delle piante nel cerchio delle correlazioni nell'ACP. Piano F1-F2.

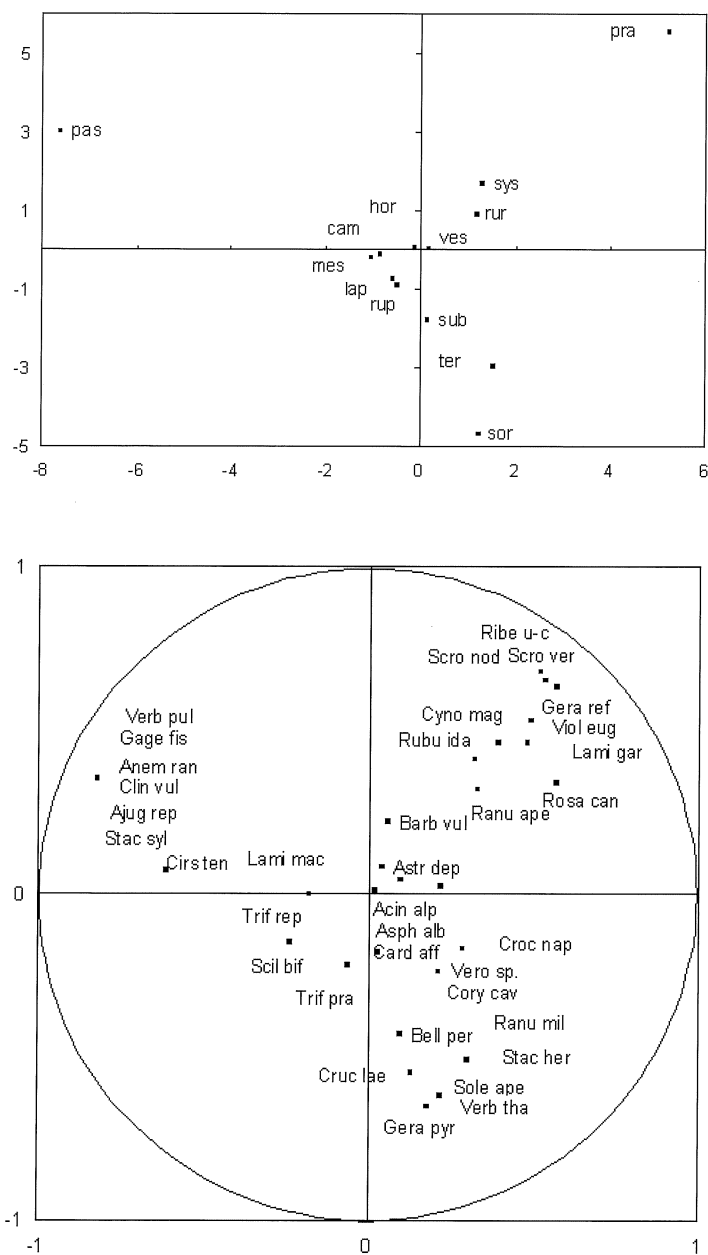


Fig. 6 - Sorgente. In alto: rappresentazione dei bombi nel piano fattoriale F1-F2 dell'ACP. In basso: distribuzione delle piante nel cerchio delle correlazioni nell'ACP. Piano F1-F2.

BIBLIOGRAFIA

- BOLASCO S., 1999 - Analisi multidimensionale dei dati - Carocci Editore, Roma: 1-360.
- COMBA M., 1964 - Su alcuni generi di Imenotteri Melliferi dell'Italia Centrale (Note faunistiche ed ecologiche). - *Memorie Soc. ent. ital.*, XLIII: 21-57.
- GABRIELE G., 2002 - Ciclo biologico e attività bottinatrice dei bombi presenti a "Valle Fiorita" (P.N.A.) (Hymenoptera, Apoidea) - Tesi di Laurea, Anno accademico 2001-2002, Università degli Studi "La Sapienza" Roma, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali - Corso di Laurea in Scienze Naturali. (http://www.bombus.it/pdf/tesi_graziano.pdf)
- GABRIELE G., INTOPPA F., PIAZZA M. G., QUARANTA M., 2004 - Activity of *Bombus* Latreille, 1802 colonies in a valley of Central Apennines (Hymenoptera, Apoidea). - *Proc. of the First European Conference of Apidology*, Udine, 19-23 September 2004: 70-71.
- 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., 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.
- PIAZZA M.G., INTOPPA F., CARINI A., 2001 - Attività di colonie di Bombi in un ambiente submontano del Molise centrale (Hymenoptera, Apidae, Bombinae). - *Boll. Zool. agr. Bachic.*, Ser. II, 33 (2): 103-113.
- 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. (non pubblicata)
- REINIG W. F., 1965 - Die Verbreitungsgeschichte zweier für die Apenninen neuer boreoalpiner Hummelarten mit einem Versuch der Gliederung boreoalpiner Verbreitungsformen. - *Zool. Jb. Abt. Syst.*, 92: 103-142.
- 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.
- TKALCU B., 1960 - Zur Hummelfauna der Apenninen. - *Memorie Mus. civ. Stor. nat. Verona*, VIII: 23-68.
- VITALI O., 1993 - *Statistica per le scienze applicate* - Cacucci Editore, Bari: 1-731.

Il presente lavoro si basa sui dati raccolti da Graziano Gabriele, improvvisamente venuto a mancare durante la loro elaborazione.

DOTT. GRAZIANO GABRIELE †, DOTT. FRANCESCO INTOPPA, DOTT. MARIA GIOIA PIAZZA - C.R.A. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca di Apicoltura e Bachicoltura, Sezione di Apicoltura di Roma, Via Leonida Rech 36, I-00156 Roma. www.bombus.it

DOTT. DANIELE SPIZZICHINO - Istat, via A. Ravà 150, I-00142 Roma. E-mail: daspizzi@istat.it

Accettato il 25 gennaio 2008