

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali - BiGeA
Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Gestione della Natura

**Utilità delle collezioni di erbario per il
monitoraggio delle interazioni tra piante e
impollinatori**

Relatore:
Prof.ssa Marta Galloni

Candidato:
Gianluca Nanni

Correlatori:
Dr. Umberto Mossetti,
Dr.ssa Rosa Ranalli,
Dr.ssa Laura Zavatta

Anno di laurea: 2021-2022
Appello: 5 Ottobre 2022

Indice

1	INTRODUZIONE	2
1.1	Funzione dell’Erbario	2
1.2	Cenni storici sull’Erbario dell’Università di Bologna	3
1.3	Importanza delle collezioni naturalistiche	5
1.3.1	Collezioni botaniche	5
1.3.2	Collezioni entomologiche	6
1.4	Digitalizzazione e interconnessioni delle collezioni	7
1.5	Interazioni piante-impollinatori	8
1.6	Importanza degli impollinatori, con particolare riferimento alle api selvatiche	9
1.6.1	Vita sociale	10
1.7	Ricompense floreali: polline e nettare	11
1.8	Le api selvatiche in Italia e i progetti di comunicazione e conservazione	12
1.9	Il servizio di impollinazione nelle aree agricole	14
1.10	Strategie di attrazione delle api da parte delle piante	15
1.11	Monitoraggio delle api selvatiche	16
2	MATERIALI E METODI	18
2.1	Il progetto BeeNet	18
2.2	Area di studio: inquadramento territoriale	18
2.3	Campionamento della flora entomofila e relativi pronubi nei siti di studio	20
2.4	Criteri di selezione per le specie da erborizzare	21
2.5	Analisi tra flora rilevata nei siti di studio e l’Erbario Generale di BRAHMS BOLO	23
2.6	Considerazioni su specie rare e endemiche	24
2.7	Costruzione del dataset	24
2.8	Indice di similarità di Sørensen tra AI (agroecosistema intensivo) ed ES (agroecosistema seminaturale)	24
2.9	Indice di similarità di Sørensen tra regioni del Nord/Centro/Sud/Isole Italia	25
2.10	Api selvatiche nei siti BeeNet dell’Emilia-Romagna	26
2.11	Costruzione del Network tra specie vegetali e specie entomologiche	27
2.12	Modularità tra le specie di piante e api nei siti ERAI/ERESP	27
3	RISULTATI	29
3.1	La flora entomofila rilevata nei siti di studio	29
3.2	Specie vegetali idonee all’erborizzazione in base ai criteri di selezione	29
3.3	Specie rare ed endemiche presenti nei siti di studio	30
3.4	Comparazione della flora dei siti di studio con l’Erbario Storico di A. Bertoloni	30
3.5	Famiglie e generi vegetali rilevati nei siti BeeNet	30

3.6	Diversità floristica a confronto tra AI (agroecosistema intensivo) ed ES (agroecosistema seminaturale)	30
3.7	Diversità floristica a confronto tra regioni del Nord/Centro/Sud/Isole Italia . . .	31
3.8	Determinazione delle api selvatiche nei siti BeeNet dell'Emilia-Romagna . . .	31
3.9	Network statistico tra specie vegetali e specie entomologiche nei siti dell'Emilia-Romagna	32
3.10	Rete di moduli per le specie di piante e api nei siti ERAI/ERESP	36
4	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	38
4.1	Considerazioni conclusive	38
5	RIFERIMENTI	40
6	APPENDICE	48
6.1	Appendice 1	48
6.2	Appendice 2	58
6.3	Appendice 3	59
6.4	Appendice 3	64

Obiettivo della tesi

L'obiettivo del presente elaborato è di analizzare le interazioni della rete piante-impollinatori presenti negli agroecosistemi intensivi e seminaturali del Progetto di Monitoraggio Nazionale BeeNet e conseguentemente implementare la collezione di piante essiccate dell'Erbario dell'Università di Bologna con nuovi campioni.

L'interesse scientifico su cui si basa questo elaborato si origina dalla necessità di comprendere e tutelare le relazioni mutualistiche tra flora entomofila ed insetti pronubi, con particolare riferimento alle api selvatiche che popolano gli agroecosistemi.

Lo studio effettuato in questo lavoro di tesi parte da queste premesse. Nella prima parte del presente elaborato sono definite le valenze delle collezioni naturalistiche, con particolare enfasi sull'utilità degli erbari, e sono introdotti i principi dell'impollinazione in riferimento agli apoidei selvatici in aree agricole. La seconda frazione assume uno scopo più applicativo. I campionamenti di flora entomofila e pronubi effettuati nei siti BeeNet fungono da materiale di partenza per definire i metodi di indagine, finalizzati alla comprensione dei dati botanici e del network tra piante e impollinatori.

1 INTRODUZIONE

1.1 Funzione dell'Erbario

L'erbario è una raccolta di piante conservate, catalogate e sistemate secondo un ordine sistematico per lo studio e la consultazione. I campioni che costituiscono le collezioni di erbario oltre a rappresentare un patrimonio genetico in termini di biodiversità costituiscono una inestimabile fonte di conoscenza ("The Herbarium", 2019). Il termine erbario assume un doppio significato: esso può identificare sia una raccolta di piante essiccate, che una struttura museale espressamente dedicata alla conservazione e alla consultazione di tale materiale. L'Erbario custodisce campioni di piante essiccate che vengono preservati e curati nel tempo, in maniera tale che le generazioni future possano utilizzare la flora in oggetto per scopi identificativi (Blunt et al., 1989), di studio della biodiversità e per uno sviluppo sostenibile. Un esemplare di erbario può essere costituito da una pianta intera, nel caso si tratti di erbe di piccole dimensioni, o da parti di una pianta qualora siano grandi alberi o cespugli che ne impediscono la raccolta per intero. I campioni solitamente includono radici, fusto, foglie, corteccia e preferibilmente dovrebbero essere comprensivi di fiori e/o frutti, e in generale di tutti gli elementi diagnostici. Il materiale raccolto varia a seconda della specie, e potrebbe includere anche elementi corposi come parti legnose, bulbi e frutti secchi. Per identificare in modo corretto le specie osservate o raccolte in campo e determinarne le differenze morfologiche può essere molto utile il confronto con campioni di essiccata già catalogati. I campioni di erbario hanno la funzione di fonte di informazioni (Raffaelli, 2009): sono utili per indagini morfometriche e tassonomiche, per merito delle informazioni associate alla loro raccolta è possibile integrare le conoscenze biogeografiche, ecologiche e fenologiche nel caso di specie a rischio di estinzione costituiscono una insostituibile fonte di dati storici. Inoltre, possono assolvere la funzione di convalidare le osservazioni scientifiche e se necessario fornire materiale genetico (DNA) per studiare relazioni e processi evolutivi. Le moderne tecnologie consentono di includere tra i dati finalizzati all'identificazione la geolocalizzazione del luogo di raccolta tramite coordinate GPS. È quindi possibile registrare latitudine e longitudine sul campo, evitando di calcolare a posteriori l'ubicazione esatta, come invece spesso accade per i campioni più datati e comprensivi di idonee informazioni registrate sull'etichetta o fonti come i dizionari geografici. È sempre importante quindi che su ogni cartellino vengano riportate informazioni necessarie come: data, località, nome del raccoglitore e dell'identificatore se diversi, nome della specie e della famiglia, e altre note utili come la descrizione della popolazione o della località di raccolta. Nel caso dei moderni erbari i campioni vengono organizzati sistematicamente, ovvero per famiglia, genere e specie, al fine di avvicinare gli elementi simili e facilitarne il confronto. Non sempre tale organizzazione è applicabile poiché opere storiche raccolte sotto forma di volumi rilegati non consentono questo genere di disposizione senza deturparne il valore storico. L'erbario assume dunque molteplici funzioni, modificatesi nel tempo e tuttora in costante evoluzione, dove le specie vegetali sono raccolte e curate per scopi di ricerca, conservazione e divulgazione del sapere. Attualmente

espletano funzioni riconducibili all'interesse storico, scientifico ed educativo. In particolare, l'ultima evoluzione degli Erbari è costituita dalla digitalizzazione dei campioni stessi, che è divenuto un metodo di enorme utilità per conservare e divulgare informazioni sulla biodiversità vegetale e sulle collezioni storiche. La digitalizzazione è un eccellente sistema per assicurare da un lato la sempre maggiore fruibilità dei reperti e dall'altro una migliore conservazione degli stessi. In questa maniera viene attuata una metodologia non invasiva che da un lato rassicura le istituzioni che detengono tali patrimoni su eventuali danni fisici e dall'altro dà la possibilità di consultare i materiali digitali da remoto ottimizzando le tempistiche di fruizione (Raddi, 2018).

1.2 Cenni storici sull'Erbario dell'Università di Bologna

L'Erbario dell'Università di Bologna (L'orto botanico e l'erbario si presentano, 2022) è da considerarsi come uno dei più antichi d'Europa. Realizzato nel XVI secolo, simultaneamente all'Orto Botanico, per volere di Ulisse Aldrovandi, inizialmente aveva una funzione eminentemente didattica, legata in particolare all'insegnamento della botanica medica poiché consentiva agli studenti lo studio e l'esercitazione su piante officinali reali indipendentemente dalla stagione vegetativa. Le collezioni di piante essiccate tutt'oggi conservate, furono raccolte a partire dal XVI secolo e, sebbene tale Erbario sia da considerarsi di medio-piccole dimensioni poiché contiene circa 133mila campioni, è lecito affermare che alcune delle sue collezioni storiche realizzate da eminenti direttori dell'Orto Botanico siano tra le più datate del continente europeo. Il 1500 comportò profonde evoluzioni del pensiero scientifico e Bologna fu uno dei centri nei quali si sviluppò, grazie all'operato di Luca Ghini (1490-1556), la tecnica di realizzare erbari costituiti da vere piante essiccate (von Engelhardt, 2011). Nonostante ciò, il suo erbario personale è da considerarsi perduto. L'opera di Ulisse Aldrovandi, allievo dello stesso Ghini, è di fatto uno dei più antichi e ampi erbari del suo tempo giunti fino ai giorni nostri. Probabilmente realizzato a partire dal 1551 arrivò a comprendere oltre 5000 campioni suddivisi in 15 volumi rilegati, i quali contengono ognuno centinaia di piante essiccate incollate su fogli (Miramonti, 2004). Per quanto concerne le informazioni relative al cartellino è presente soltanto il nome attribuito alla pianta da parte di Aldrovandi stesso e in casi rari anche il luogo di provenienza e il nome del raccoglitore. Apparentemente la distribuzione delle piante nell'Erbario non sembra seguire alcun criterio sistematico, ad eccezione di quello alfabetico applicato ai primi volumi. Tale raccolta costituisce l'opera di maggior pregio dell'Erbario di Bologna ed il suo valore è dato dal gran numero di piante che lo compongono, dalla sua antichità e dalla cura con cui è stato allestito e preservato. Nei secoli a venire l'erbario divenne un sistema di collezione sempre più diffuso tanto che alcune collezioni, sebbene siano ancora oggi conservate a Bologna ed ampiamente studiate, restano senza autore certo. Ne sono un esempio un Erbario anonimo datato tra la fine del XVI ed inizio XVII secolo ed un volume d'erbario la cui rilegatura è stata ottenuta utilizzando un manoscritto medievale. Spesso i collaboratori non venivano citati con nome completo o in alternativa venivano nominati tramite pseudonimi, tutto ciò rende difficoltosa l'attribuzione

di un nominativo certo. Nel XIX secolo i viaggi di esplorazione geografica e il crescente studio delle flore nazionali consentono il massimo sviluppo degli erbari e al contempo, nel panorama bolognese ed italiano, Antonio Bertoloni si afferma come il più famoso botanico dell'800. Alcune delle raccolte del periodo sono presenti nell'Erbario di Bologna e rappresentano un patrimonio di indubbio valore. La sua opera maggiore, la *Flora Italica* (Mossetti, Cristofolini, 1992) (in lingua latina il titolo completo è "*Flora italica sistens plantas in Italia et in insulis circumstantibus sponte nascentes*") fu realizzata prima dell'unificazione politica dell'Italia ed è costituita da 10 volumi. Essa rappresenta una notevole documentazione floristica sistematica relativa alle piante spontanee dell'odierno territorio italiano ed è oggetto di ricerca in questa analisi di tesi per quanto concerne l'Erbario Storico dell'Università di Bologna. Le specie descritte, studiate ed erborizzate furono raccolte da Bertoloni stesso oppure inviategli da altri orti botanici italiani e sono comprensive di indicazioni sulle località nelle quali crescevano. Tali essenze sono conservate nel "*Hortus Siccus Florae Italicae*" che costituisce una delle collezioni di exsiccata italiane più importanti sia dal punto di vista storico che scientifico, andando a costituire il nucleo principale dell'Erbario bolognese. Per ogni esemplare nel rispettivo cartellino è riportato il nome scientifico della pianta, la data e la località di raccolta, il nome del raccoglitore e il riferimento al volume e alla pagina in cui viene descritta. Nei primi volumi Bertoloni adotta la nomenclatura binomia e organizza i campioni secondo il sistema di classificazione Linneano. La nomenclatura binomia, tutt'ora in uso, impone di assegnare ad ogni organismo due nomi univoci, uno per il genere e uno per la specie, al fine di sostituire le equivocate definizioni polinomiali. Il sistema classificatorio Linneano prevede invece l'ordinamento delle specie in base agli organi della riproduzione sessuata, ovvero sulla morfologia di stami e pistilli. Antonio Bertoloni non fu solo un grande studioso della flora italiana, ma descrisse anche numerose specie esotiche. I campioni inviatigli dai suoi corrispondenti sono oggi raccolti nella collezione da lui stesso denominata *Hortus Siccus Exoticus* (Antonio Bertoloni: *Hortus Siccus Exoticus*, 2022). Essa include più di 11.000 campioni, per un totale di 139 famiglie e 1544 generi provenienti da varie aree geografiche come Europa, America Centrale, Medio Oriente e parti del continente asiatico quali Siberia e India. Alcuni campioni furono utilizzati nella compilazione della *Flora Italica*, ma la maggior parte vengono descritti in altre opere di Bertoloni, come le *Miscellaneae Botaniche* oppure la *Florula Guatimalensis* (Baldini et al., 2019). Quest'ultima raccolta risulta essere particolarmente interessante perché contiene ologotipi della flora del Guatemala, che venne studiata e descritta per primo da Bertoloni stesso. Il botanico bolognese entrò in possesso di questa piccola raccolta di piante, costituita da 79 campioni essiccati, nel 1836 a Bologna quando una delegazione messicana diretta a Roma per una visita al Pontefice vi sostò e l'ufficiale Joachim Velasquez, che nonostante la carriera militare era un grande appassionato di scienze naturali, donò a Bertoloni tale collezione di piante essiccate. I campioni erano nella maggior parte dei casi sconosciuti alla comunità scientifica e successivamente furono oggetto di numerose pubblicazioni da parte di Bertoloni. Molteplici altre raccolte degne di nota realizzate da altri botanici sono conservate a Bologna e in particolare, sebbene non siano parte integrante di

questa analisi risultano essere degne di nota, quali: l'Erbario di Giuseppe Monti (1682-1760) e quello di Ferdinando Bassi (1710-1774). I loro contenuti biologici furono riclassificati secondo il sistema linneano da Antonio Bertoloni stesso, poiché riportavano soltanto il nome della pianta e una descrizione facente riferimento ad opere obsolete. Entrambe le raccolte contengono esemplari provenienti dall'Erbario di Ulisse Aldrovandi. Altri erbari presenti invece furono realizzati da studenti universitari di Giuseppe Monti e del figlio Gaetano Lorenzo (1712-1797), come i 2 volumi contenenti 222 campioni medicinali di Stefano Bartolotti, oltre a 3 volumi di un *Herbarium Medicum*, ovvero raccolte di piante medicinali di incerta attribuzione e datazione. Inoltre, vi sono alcune raccolte terminate o interamente realizzate da Giuseppe Bertoloni, (figlio di A. Bertoloni, 1804-1878), come l'*Hortus Siccus Florae Bononiensis* e *Hortus Siccus Plantarum Medicinalis*. Infine, vi è da menzionare la più recente raccolta realizzata da Emilio Chiovenda (1871-1941), il quale si dedicò in maniera approfondita allo studio della flora africana, oltre che di quella italiana, collaborando alla stesura della Flora della Colonia Eritrea. Nonostante in origine l'*Hortus Siccus Florae Italicae* (Antonio Bertoloni: Flora Italica E Hortus Siccus Florae Italicae, 2022) comprendesse 803 generi e 4211 specie vegetali, eventi bellici e soprattutto incuria e disinteresse per la sua tutela hanno portato alla perdita di quasi un quarto della collezione. Nonostante ciò, continua a rappresentare una rilevante porzione dell'Erbario bolognese stesso, poiché continua a essere un più che valido strumento di studio. L'Erbario bolognese, nonostante le importanti collezioni storiche che detiene, è attivo nel ricercare e accogliere nuovi campioni provenienti da ricerche scientifiche, poiché tali acquisizioni possono fornire dati importanti per lo studio della distribuzione spaziale e temporale delle specie in un determinato territorio e della biodiversità vegetale a livello regionale e nazionale.

1.3 Importanza delle collezioni naturalistiche

Le collezioni naturalistiche rappresentano un patrimonio di immenso valore non solo per la ricerca di base e applicata, ma anche per le problematiche di conservazione e tutela degli habitat naturali e per la divulgazione del sapere scientifico (Collezioni Naturalistiche Biologiche, 2022). In Italia esistono molteplici collezioni appartenenti principalmente alle Università, ne è un esempio la sede universitaria di Bologna che vanta importanti collezioni zoologiche, botaniche, paleontologiche e mineralogiche. Gli esemplari custoditi in queste collezioni rappresentano la base scientifica materiale dell'odierna conoscenza floristica e faunistica. Nello specifico le collezioni di interesse in questa tesi sono le raccolte botaniche ed entomologiche.

1.3.1 Collezioni botaniche

Le collezioni botaniche, costituite da esemplari vegetali essiccati, rappresentano un patrimonio biologico di primaria importanza e assumono molteplici e rilevanti funzioni, principalmente imputabili alla ricerca scientifica. Tuttavia, la valenza di un erbario non è da considerarsi limitatamente all'ambito botanico-naturalistico ma sottintende un'ulteriore rilevanza culturale, sociale

e didattica. In particolare, le collezioni botaniche costituite dagli erbari storici testimoniano il progredire della scienza botanica e possono contribuire a tracciarne la storia, dal momento che la conservazione di piante essiccate è una pratica consolidata ormai da diversi secoli (Moggi, 2009). Ne sono un esempio i cartellini dei campioni d'erbario, specialmente quelli più antichi, se opportunamente compilati raccontano parte della storia dei naturalisti che li hanno raccolti e preparati divenendo di conseguenza strumenti utili per ricostruzioni storico-biografiche (Bonini, 2006). Oltre a ciò, sono utili per sottolineare l'evoluzione avvenuta in ambito tassonomico, qualora una specie dovesse migrare o essere suddivisa in differenti categorie sistematiche, e fornire prove relative alla passata denominazione scientifica. Dunque, il materiale più datato accompagnato dai corrispettivi cartellini, presenta un valore più storico che scientifico. L'importanza principale degli esemplari d'erbario si configura in special modo nel loro valore scientifico, che si palesa sotto vari aspetti. Un campione d'erbario debitamente munito di cartellino che testimonia la data ed il luogo in cui è stato raccolto risulta estremamente informativo. Inoltre, gli exsiccati possono rappresentare una valida fonte di dati per nuovi studi scientifici oppure fornire materiale per analisi genetiche, costituendo una più accessibile fonte di materiale biologico rispetto alla ricerca di nuovo materiale in natura, il che risulta particolarmente utile quando si studiano specie particolarmente rare o effimere (Greve et al., 2016).

1.3.2 Collezioni entomologiche

Le collezioni entomologiche sono spesso costituite da insetti dalle provenienze più varie e possono comprendere enormi quantità di esemplari. I campioni entomologici sono facilmente soggetti a deterioramento a causa della fragilità intrinseca e all'azione di muffe e parassiti, che possono portare conseguenze irreparabili in pochissimo tempo qualora non si agisca tempestivamente (Bartolozzi, Sforzi, 2009). Inoltre, per assicurare la corretta preservazione dei campioni è opportuno, a seguito della disidratazione e messa in posizione degli stessi, che siano conservati in scatole preferibilmente di legno aventi coperchio superiore in vetro così da garantirne la visione ed al contempo assicurare una idonea chiusura ermetica. Le collezioni storiche spesso hanno un valore che eccede il puro interesse tassonomico, perché di fatto sono la testimonianza di un popolamento faunistico passato, che potrebbe non esistere più, verosimilmente a seguito di cambiamenti climatici e ambientali, principalmente causati dall'azione antropica. Dunque, le uniche testimonianze permangono nelle suddette collezioni (Monechi, Rook, 2009). Questi dati assumono quindi un valore maggiore perché permettono di valutare l'influenza dei cambiamenti ambientali sulla distribuzione geografica e temporale delle specie, consentendo di formulare utili modelli previsionali futuri, possibilità che di fatto sarebbe impossibile senza le banche-dati delle collezioni. Oltre a ciò, come già accennato anche per le collezioni botaniche, la presenza di campioni di riferimento (*typus*) consente la risoluzione di vari problemi tassonomici e sistematici conferendo alla collezione un elevato valore scientifico. La necessità di raccogliere campioni, animali o vegetali, è correlata all'identificazione tassonomica degli stessi. In alcuni casi l'osservazione delle caratteristiche morfologiche può avvenire soltanto

in laboratorio tramite l'ausilio dello stereomicroscopio poiché i caratteri diagnostici sono spesso microscopici. Considerata la solida valenza ed ampiezza delle collezioni entomologiche, per le tematiche oggetto di questa analisi sono di particolare interesse le informazioni sulle interazioni pianta(fiore)-insetto impollinatore poiché forniscono preziose indicazioni utili a fini conservazionistici.

1.4 Digitalizzazione e interconnessioni delle collezioni

La digitalizzazione delle collezioni è uno strumento informatico fondamentale che consente lo studio di collezioni storiche e moderne tramite sistemi tecnologici innovativi e ne garantisce la visibilità sul panorama nazionale ed internazionale. Gli attuali sistemi catalografici informatizzati per i beni naturalistici si devono all'entrata in vigore del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D. lgs.42/2004 e s.m., art. 10) che ha interessato i reperti naturalistici aventi valore storico e conservati nei musei pubblici, elevandoli a beni culturali e permettendone la specifica tutela a tutti gli effetti (Corradini, 2010). I progetti di digitalizzazione tramite le moderne tecnologie informatiche consentono un facile accesso al patrimonio culturale e scientifico e, oltre ad esaltarne le potenzialità, ne hanno definito nuovi metodi di diffusione dei contenuti e di interconnessione dei patrimoni. L'implementazione delle tecnologie informatiche consente una sempre maggiore fruibilità dei reperti ed al contempo ne tutela l'integrità, evitando sia lo spostamento fisico dello studioso che intende analizzarlo o, al contrario, lo spostamento del campione stesso con tutti i rischi che ne conseguono, come deterioramento o perdita dello stesso. La smaterializzazione degli oggetti reali, attraverso la diffusione tramite la rete digitale, consente di mantenere la divulgazione della conoscenza e la valorizzazione separate dai problemi di conservazione. Inoltre, l'informatizzazione delle collezioni di erbario e delle relative informazioni consente la condivisione e l'aggregazione di dati e metadati bio-tassonomici creando un eccellente sistema di ricerca collaborativo. La disponibilità di grandi quantità di dati, prodotti da studiosi e ricercatori da ogni parte del mondo, ha consentito indagini impensabili prima dell'era di Internet, comportando profonde implicazioni nell'organizzazione della produzione scientifica (De Felici, Martellos, 2019). Nella presente tesi è di specifico interesse sottolineare l'importanza della digitalizzazione nelle collezioni d'erbario, poiché costituiscono uno strumento fondamentale per la ricerca botanica. Per consentire la gestione e la messa online dei campioni d'erbario è necessario un database specifico, il quale rende possibile la catalogazione dei metadati e il collegamento alla relativa scansione ad alta risoluzione. La prima fase della digitalizzazione consiste nell'imaging del campione. Tale procedura avviene per mezzo di uno scanner a letto piatto capovolto che solleva il campione fino alla superficie di scansione, in modo tale da non capovolgere mai un campione di erbario, poiché tale pratica risulterebbe dannosa alla conservazione dei campioni stessi. Successivamente avviene l'associazione dell'immagine al relativo schedario dei metadati (Minicante et al., 2017). Le informazioni che ogni singolo campione porta con sé, allegate sul cartellino, sono definite come

metadati e durante la digitalizzazione vengono contrassegnate da un univoco codice di riconoscimento affinché non avvengano inesattezze. I maggiori database gestionali per erbari virtuali richiedono alcuni campi di classificazione dei singoli campioni riconducibili alle informazioni di campo e di catalogazione, quali: tag e prefisso di identificazione, categoria della collezione, data e autore della raccolta, stato del campione, famiglia di appartenenza, nome scientifico e nome comune, nominativo della località e relative note ambientali, stock di appartenenza iniziale e attuale, coordinate latitudinali, longitudinali ed altimetriche. Gli erbari digitali consentono dunque un'ampia diffusione dei loro contenuti e rendono possibile a ricercatori e studiosi di relazionare campioni d'erbario, dati biologici e nomenclatura botanica, oltre a condividere questo importante patrimonio collettivo con il grande pubblico ed avvicinare le persone alle tematiche ambientali ed ecologiche (Clementi, 2011).

1.5 Interazioni piante-impollinatori

Le api sono un gruppo monofiletico di Imenotteri Aculeati che a livello mondiale comprende quasi 20.000 specie, delle quali 2.000 si trovano in Europa e circa 1.000 sono presenti nella sola Italia (Impollinatori d'Italia, 2020). Dal punto di vista tassonomico le api sono solitamente ascritte al clade Antophila, incluso nella superfamiglia Apoidea insieme alle vespe sfecoidi. Quando si pensa alle api solitamente si fa riferimento ad *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, la comune ape occidentale da miele, trascurando l'esistenza di un elevato numero di specie selvatiche che per merito delle proprie caratteristiche morfologiche, quali corpo rivestito fittamente da setole e l'apparato boccale succhiante o lambente-succhiante, sono efficienti impollinatori e garantiscono la riproduzione di molte specie vegetali (Di Prisco, Caprio, 2019). La totale dipendenza delle api dai fiori comporta che, sia gli individui adulti che quelli allo stadio larvale, trovino il proprio nutrimento quasi esclusivamente nel nettare e polline. Tale dipendenza trofica con le piante a fiore ha consentito la reciproca coevoluzione tra antenati delle api e strutture fiorali, durante la quale le api hanno sviluppato comportamenti e strutture anatomiche che consentono loro di massimizzare la raccolta di nettare e polline, mentre nelle piante è avvenuta la modificazione delle strutture fiorali con conseguente disponibilità delle ricompense alimentari così da favorire l'azione pronuba delle api (Krishna, Keasar, 2018). Le api per raccogliere il polline sono dotate di peli piumosi disposti, più o meno abbondantemente, su tutto il corpo ed in particolar modo nelle zampe e nella regione sternale dell'addome nelle femmine. Oltre a ciò, le tribù degli Apini e dei Bombini per il trasporto del polline presentano strutture specializzate nelle zampe posteriori, dette corbicule (Manino, Porporato, 2013), che costituiscono una caratteristica distintiva poiché consentono un ulteriore accumulo di polline. Il processo evolutivo ha comportato nell'apparato boccale delle api delle progressive modificazioni per consentire la manipolazione di tali risorse alimentari quali il lambire e succhiare liquidi zuccherini. Bisogna specificare che il rapporto che si è stabilito tra api e flora è altamente dipendente da alcune caratteristiche morfologiche dell'ape in rapporto alla forma e dimensione del fiore: la lunghezza

della ligula, la robustezza e la taglia dell'insetto e l'ubicazione delle relative strutture per la raccolta del polline (Bortolotti, 2019). L'apparato boccale con cui le api suggono il nettare dai fiori è definito ligula. Se ne possono distinguere varie tipologie in base alla lunghezza, poiché ligule corte sono capaci di raggiungere soltanto fiori con calice superficiale e nettari esterni (es. Asteraceae e Apiaceae) mentre ligule lunghe possono visitare fiori con calice allungato e nettari profondi (es. Ericaceae) (Filippi, Strumia, 2018). L'attività fondamentale che svolgono le api durante il processo di alimentazione, e che apporta notevoli benefici per l'essere umano, è l'impollinazione. Gli imenotteri apoidei (superfamiglia Apoidea), oltre a comprendere sia specie selvatiche che domestiche, sono di fatto gli insetti più numerosi fra tutti i pronubi. Tramite l'azione di trasporto del polline da un fiore ad un altro consentono l'impollinazione, senza la quale non si avrebbe la fecondazione con l'unione dei due gameti (maschile e femminile) (Formato et al., 2020). Di fatto rendono possibile la riproduzione incrociata delle specie vegetali e la diversificazione del pool genico nella popolazione. L'assenza di impollinatori limiterebbe fortemente, se non del tutto, la riproduzione di molte specie vegetali e viceversa l'assenza di una flora diversificata causerebbe la mancanza di risorse alimentari per molti insetti impollinatori, implicando effetti a cascata sull'intera catena trofica. Dunque, questa interazione mutualistica consente un efficace strategia sia per le piante in termini riproduttivi che per gli apoidei impollinatori in termini di nutrimento, poiché ne traggono polline (principalmente per il nutrimento delle larve) e nettare (per il nutrimento degli adulti) (Bellucci et al., 2021). In particolare, le popolazioni di api selvatiche, visitando fiori di individui diversi, consentono la riproduzione incrociata di molte specie e varietà autosterili, ed è stato dimostrato che l'impollinazione incrociata determina spesso una migliore qualità dei frutti. Considerando anche le piante spontanee, l'autoimpollinazione di alcune specie viene quindi limitata attenuando di conseguenza la deriva genetica da depressione di consanguineità. Per alcune colture agricole, per cui le api mellifere sono impollinatori meno efficienti rispetto alle api selvatiche, queste assumono anche un valore economico (Caporali et al., 2009). In ambito agronomico, il ruolo che le api selvatiche svolgono con l'impollinazione è da considerarsi complementare, e non in concorrenza, con quello dell'ape mellifera. La variabilità delle forme e dimensioni permette loro di raggiungere fiori che sono "inutilizzabili" dall'ape domestica; quindi, sono da considerarsi una risorsa fondamentale per l'impollinazione di piante coltivate ad uso alimentare.

1.6 Importanza degli impollinatori, con particolare riferimento alle api selvatiche

Il rapporto delle api con la flora è di primaria importanza per la funzione di impollinazione delle colture, attività dalla quale dipende fortemente la stessa sopravvivenza del genere umano. Gli insetti pronubi e le piante entomofile sono legati da un rapporto di mutua dipendenza, dove gli insetti dipendono dalle piante come fonti alimentari, mentre le piante dipendono dagli insetti per la riproduzione. Per ovviare alla problematica del deficit di impollinazione delle colture agrarie,

sono spesso introdotte api mellifere per il "servizio" di impollinazione, capaci di visitare molte piante ma in modo non specifico, a scapito delle autoctone api specialiste, che visitano in modo preferenziale i fiori di una determinata specie vegetale, della quale sono impollinatori molto efficienti (Gomez et al., 2008). Questo ha portato all'allevamento di apoidei per scopi applicativi, quali *Apis mellifera* per il servizio di impollinazione soprattutto di fruttifere e sementiere, oltre la produzione di miele, e alcune specie di bombi, come *Bombus terrestris* (I bombi, 2022), per l'impollinazione di colture in serra come il pomodoro. Il ricorso a specie allevate, soprattutto se aliene, può risultare rischioso per le api selvatiche autoctone a causa della competizione per le risorse disponibili e per il potenziale inquinamento del corredo genetico, con conseguente perdita di biodiversità. È dunque auspicabile cercare di trarre il massimo profitto dal servizio di impollinazione fornito dalle popolazioni naturali di api selvatiche (Dohzono, Yokoyama, 2010). Le evidenze scientifiche mostrano un netto declino degli impollinatori selvatici, gli studi svolti hanno evidenziato che si tratta di un fenomeno su scala planetaria, dovuto all'effetto combinato di una pluralità di cause. Le principali minacce alla sopravvivenza delle api selvatiche sono riconducibili a: cambiamenti climatici in atto a livello globale, che comportano un progressivo innalzamento delle temperature su gran parte delle terre emerse con conseguente modificazione delle cenosi vegetali; la trasformazione del paesaggio dovuta all'urbanizzazione, causa di riduzione e frammentazione degli habitat adatti alla sopravvivenza delle api selvatiche (LeBuhn, Luna, 2021). Le maggiori criticità sono riscontrate nell'intensificazione delle pratiche agricole, che comporta l'eliminazione della flora spontanea, l'estensione delle monoculture, la compattezza e il degrado dei suoli (dove nidifica la maggior parte delle specie). Il deflusso di azoto causa eutrofizzazione e l'inquinamento delle acque e l'imponente impiego di prodotti fitosanitari, quali insetticidi, fungicidi ed erbicidi sintetici rende gli impollinatori più vulnerabili agli altri fattori di pressione. È doveroso sottolineare che la perdita di impollinatori interrompe una catena alimentare che condiziona pesantemente altre specie viventi e l'intera rete ecologica, oltre a mettere a rischio la sicurezza alimentare umana. La tutela degli impollinatori consente la conservazione della biodiversità vegetale e degli ecosistemi naturali, limitando eventuali azioni di ripristino antropiche.

1.6.1 Vita sociale

“La vita sociale è l'emergenza dell'attività di un certo numero di individui che hanno tra loro relazioni privilegiate, affinità particolari, con una modalità di interazione basata su un insieme di segnali di comunicazione reciproca, che permettono loro di svolgere ruoli particolari all'interno dei gruppi (Campan, Scapini, 2004).” Dunque, per poter parlare di socialità è necessaria un'organizzazione intraspecifica che sia fondata sulla cooperazione e che vada oltre la sola componente riproduttiva. Nel corso della storia evolutiva delle api si è più volte verificata la comparsa di comportamenti sociali, così che ora esistono specie che esibiscono pressoché tutti i livelli di socialità noti per gli insetti. Ci sono generi che presentano gradi di socialità molto complessi, dove gli individui si aggregano in colonie costituite da una sola femmina fertile, la

regina, e una casta sterile costituita dalle operaie, che collabora per la ricerca di cibo e l'allevamento della prole. Tali aggregazioni comprendono anche una sovrapposizione temporale di più generazioni (Turillazzi, West-Eberhard, 2007). Tuttavia, la maggior parte delle specie di api è solitaria: dunque, ogni femmina depone le uova e rifornisce le proprie larve di polline e nettare in maniera autonoma. Eppure, l'apparente "assenza di vita sociale" presenta varie sfaccettature, poiché molte specie solitarie sono anche "gregarie", ovvero gli individui femminili nidificano gli uni vicino agli altri, mentre altre sono "comunitarie", cioè condividono lo stesso nido senza che avvenga cooperazione tra individui. In alcune famiglie, come gli alittidi (Halictidae), vi sono sia specie solitarie che specie che presentano una qualche forma di pre-socialità, che può consistere nella semplice cooperazione tra femmine fertili nella costruzione del nido, fino a una forma di socialità più marcata, in cui una sola femmina si occupa della deposizione delle uova, mentre le altre sono dedite alla raccolta di cibo e alla difesa del nido (Aldini, 2007).

1.7 Ricompense floreali: polline e nettare

Le piante entomofile sono dotate di attrattori primari, quali polline e nettare, aventi lo scopo di attrarre insetti impollinatori: in questo modo il vettore zoofilo durante la raccolta di polline o nettare si carica di polline che, nella successiva visita, può depositare sulla parte femminile del fiore. Il polline viene sviluppato all'interno delle antere che all'opportuno momento di maturazione si aprono permettendone la dispersione. Siccome all'interno del polline sono contenuti i gameti maschili, una volta che raggiunge la parte femminile del fiore, ovvero lo stigma, può avvenire la fecondazione degli ovuli che sono contenuti nell'ovario (Alternativi, 2005). Inoltre, il polline raccolto dalle api viene anche utilizzato come nutrimento per larve e giovani api, che consente sia il completamento dello sviluppo corporeo, sia lo sviluppo delle funzionalità degli organi quali: le ovaie, le zone adipose e le ghiandole ipofaringee. Il polline per le api è un alimento completo perché contiene sia proteine solubili che insolubili, lipidi e diversi tipi di carboidrati (glucosio, amido, fruttosio e zuccheri più complessi). Solitamente le api prediligono la raccolta di polline privo di amido e ricco di zuccheri più semplici, perché riescono ad assimilarlo in maniera più semplice e veloce. Per giunta, grazie alla sua bassa concentrazione di acqua rappresenta la principale fonte di composti azotati, divenendo di fatto un alimento imprescindibile. Il polline della flora entomofila è ricoperto da una sostanza di origine lipidica chiamata pollenkitt (Bellucci et al., 2021), alla quale sono attribuite molteplici funzioni: conferisce colore e odore al polline, essendo viscoso favorisce la formazione degli agglomerati che le api trasportano nelle cestelle delle zampe posteriori e ne consente l'adesione allo stigma e all'antera finché questi non sono attivamente raccolti dall'impollinatore. Invece, il nettare rappresenta la principale fonte di carboidrati per gli individui adulti e viene prodotto da tessuti vegetali specializzati detti nettari. Esistono varie tipologie di nettari e tali strutture assumono un rilevante significato ecologico dal momento che sono il luogo dove avviene la produzione di sostanze coinvolte nelle interazioni con gli animali. Le tipologie di nettari si distinguono

in base alla collocazione che hanno sulla pianta. I nettàri fiorali sono ubicati sul fiore e svolgono la funzione di ricompensa alimentare dal momento che il nettare che contengono viene bottinato dai pronubi, mentre nel caso dei nettàri extraflorali, che trovano la loro collocazione nella parte vegetativa della pianta, sono solitamente dediti alla difesa indiretta contro gli insetti erbivori e soltanto sporadicamente tale nettare viene bottinato e di conseguenza coinvolto nel processo di impollinazione (Bellucci et al., 2021). Il nettare contiene prevalentemente sostanze che derivano dalla fotosintesi e la sua quantità, qualità e durata dipendono fortemente da fattori morfologici e fisiologici della pianta, dalle caratteristiche dell'habitat e dal tipo di animale impollinatore. È principalmente composto da zuccheri quali glucosio, fruttosio e saccarosio, ma in quantità minori possono essere presenti anche lipidi, proteine, amminoacidi e vari metaboliti secondari.

1.8 Le api selvatiche in Italia e i progetti di comunicazione e conservazione

Le specie di api selvatiche europee sono circa duemila e di queste la metà è presente sul territorio italiano, facendo di esso uno dei più ricchi in Europa per biodiversità. Nella regione mediterranea, l'Italia presenta un'elevata biodiversità grazie alla latitudine e al gradiente altitudinale della penisola, che abbinato alla complessità geologica e orografica, determina una grande diversità di climi e ambienti naturali. Inoltre, la collocazione geografica dell'Italia al centro del bacino del Mediterraneo comporta la presenza di specie derivanti da diverse sotto-regioni biogeografiche limitrofe, rendendo la fauna apistica italiana una tra le più ricche del mondo in rapporto alla superficie del Paese. Gli apoidei selvatici presenti in Italia sono rappresentati da 6 famiglie (Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae, Megachilidae, Melittidae) contenenti circa 58 generi che annoverano nel complesso 944 specie (Impollinatori d'Italia, 2020). Riguardo la distribuzione delle specie selvatiche nel nostro Paese si hanno davvero poche informazioni, peraltro non esaustive, provenienti dalle principali aree protette nazionali. Sebbene accertare la presenza di una determinata specie in un'area possa rilevarsi essenziale per la sua conservazione, ad oggi le informazioni disponibili sono frammentarie ed inoltre non vi è alcun riferimento numerico che consenta di effettuare una valutazione oggettiva delle tendenze demografiche dell'insieme delle popolazioni italiane. Dunque, è necessario sia effettuare nuovi e costanti campionamenti ad opera di personale opportunamente addestrato, che ricercare informazioni relative alla presenza di specie contenute in collezioni di Apoidei che ancora non sono state digitalizzate. A tal proposito l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, International Union for Conservation of Nature), organizzazione finalizzata alla conservazione dell'integrità e diversità della natura e all'utilizzo equo ed ecologicamente sostenibile delle risorse naturali, ha redatto una Lista Rossa IUCN delle specie di api italiane minacciate (Quaranta et al., 2018). La realizzazione di una Lista Rossa degli Apoidei ha difatti lo scopo di focalizzare l'attenzione su un gruppo di specie la cui conservazione è di grande importanza. Gli obiettivi sono di selezio-

nare le specie ritenute a maggior rischio di estinzione e identificare le azioni atte a contrastare le principali minacce e consentirne la conservazione. Tale elenco, contenente 151 specie in totale, comprende 85 specie dichiarate minacciate dal team di esperti europeo ed ulteriori 66 specie la cui valutazione su base sulla rarità, scarsa abbondanza o presenza marginale in Italia. Al fine di comprendere ed intraprendere azioni di salvaguardia per gli impollinatori selvatici sono in atto, in Italia e nel mondo, molteplici iniziative sostenute da governi, organizzazioni internazionali e istituzioni scientifiche. Di seguito ne sono riportati alcuni modelli.

Ne è un esempio il recente progetto della Commissione europea “Safeguarding European wild pollinators”, progetto iniziato nel 2021 e dalla durata di quattro anni, avente l’obiettivo di trovare nuovi approcci per preservare gli impollinatori selvatici europei, per comprendere i complessi fattori che interagiscono tra loro determinando un calo della biodiversità, per aumentare la consapevolezza sociale sul valore delle api con il pubblico e mobilitare azioni finalizzate ad invertire il declino degli impollinatori in tutta Europa (Safeguarding European wild pollinators, 2022).

Il progetto SPRING (Strengthening Pollinator Recovery through Indicators and monitorinG) viene finanziato dall’UE, è iniziato a maggio 2021 e proseguirà fino a novembre 2023. Tale programma si prefigge di creare un sistema di monitoraggio scientificamente solido e sostenibile degli impollinatori presenti in Europa tramite indicatori in grado di rilevare cambiamenti significativi nell’abbondanza degli impollinatori (SPRING, 2022).

Il progetto LIFE4Pollinators, coordinato dall’Università di Bologna e cofinanziato dal fondo europeo LIFE, è finalizzato a migliorare la conservazione degli insetti impollinatori e delle piante entomofile tramite lo sviluppo di Protocolli Comuni, programmi di Citizen Science e la creazione di reti virtuose finalizzate al cambiamento di pratiche antropiche dannose per gli insetti impollinatori (LIFE 4 Pollinators, 2022).

Il progetto LIFE PollinAction, condotto dall’Università Ca’ Foscari di Venezia, anch’esso cofinanziato dall’Unione Europea con fondi Life, è finalizzato a potenziare il ruolo degli impollinatori in ambienti rurali e urbani. Nei paesaggi altamente semplificati, agricoli intensivi o urbani che siano, l’obiettivo è di assicurare habitat idonei alle esigenze degli impollinatori tramite la creazione di una Green Infrastructure costituita da aree naturali e semi-naturali (Life PollinAction, 2021).

Il progetto di Citizen Science X-Polli:Nation è nato grazie a un finanziamento del National Geographic USA, è supportato dal Tuscany Environment Foundation e i partner universitari Toscani (Firenze, Pisa e Siena) coinvolti sono coordinati dal Museo di Storia Naturale della Maremma. Lo scopo che si prefigge tale progetto è di monitorare le interazioni tra piante e insetti impollinatori, raccogliendo dati su preferenze alimentari e habitat naturali nei due differenti paesi (Italia e Regno Unito) in cui è attivo. Questa indagine viene sviluppata coinvolgendo scienziati, educatori e studenti (X-Polli:Nation, 2019).

Il progetto ORBIT viene finanziato dalla Commissione Europea, ha durata di 3 anni ed è attualmente in atto. Lo scopo che si prefigge è di sviluppare una struttura tassonomica centralizzata

che funga da base per l'identificazione delle api selvatiche europee e da supporto ad altri progetti europei finalizzati allo studio e alla tutela degli impollinatori (Bee diversity in Europe, 2021).

1.9 Il servizio di impollinazione nelle aree agricole

L'impollinazione delle piante da fiore da parte degli animali rappresenta un servizio ecosistemico di grande valore per l'umanità dal momento che gli impollinatori, grazie alla loro azione, sono indispensabili per la riproduzione di gran parte delle principali colture agrarie (media globale 75%) e della quasi totalità delle Angiosperme selvatiche (media globale 90%) (Bianco et al., 2021). L'impollinazione rappresenta un servizio ecosistemico essenziale e, nonostante siano state effettuate stime, il reale valore di tale azione risulta difficilmente calcolabile. Tuttavia, si valuta che in Europa circa l'84% delle specie coltivate e il 78% della flora selvatica dipendano dall'impollinazione animale e una cifra pari a quasi 15 miliardi di euro della produzione agricola annuale nell'UE sia direttamente attribuibile agli insetti impollinatori (Commissione Europea, 2018). La dipendenza umana da queste piante per la fornitura di cibo, foraggio per il bestiame, medicinali e materiali di origine vegetale è notevole, tanto che il valore complessivo fornito dall'impollinazione per la produzione alimentare è stimato a circa 351 miliardi di dollari. Secondo il Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia (Terzo Rapporto, 2019) la valutazione economica del servizio di impollinazione delle aree agricole italiane è pari a circa 2 miliardi di euro l'anno (ISPRA, 2020). La diversità e abbondanza delle api e il relativo servizio ecosistemico fornito dall'impollinazione, sono positivamente influenzati dall'elevata quantità e qualità delle risorse floreali, dalla maggiore eterogeneità del paesaggio e dalla percentuale di aree naturali e semi-naturali nei paesaggi agricoli (Bianco et al., 2021). La relazione tra impollinatori e piante coltivate rappresenta un valore economico e spesso è definita da un'elevata specializzazione tra le parti. Gli impollinatori selvatici svolgono un ruolo vitale nell'impollinazione delle coltivazioni ma, come già sottolineato nel capitolo 1.6, sono seriamente minacciati dall'intensificazione delle pratiche agricole e dalla perdita di biodiversità degli agroecosistemi. Per sopperire a tale perdita spesso l'impollinazione delle colture viene affidato all'ape da miele, poiché la scarsa specializzazione verso una coltura specifica abbinata al facile allevamento e trasporto in arnie artificiali la rende un impollinatore commercialmente valido. Tuttavia, è necessario incentivare l'azione dei pronubi selvatici tutelando il loro habitat di vita tramite la conservazione dei filari, delle siepi, delle fasce inerbite, delle pozze d'acqua e dei prati situati ai margini delle colture agrarie. Tali pratiche non solo sono in grado di aumentare la diversità e l'abbondanza degli apoidei selvatici ma preservano anche i nemici naturali di parassiti e patogeni che infestano le piante coltivate, contenendo perdite di produzione ed evitando costi economici per i relativi trattamenti (Kennedy et al., 2013). In particolare, le monoculture, caratteristiche dell'agricoltura intensiva, rappresentano ambienti scarsamente favorevoli alla sopravvivenza delle api selvatiche, per la presenza di una sola tipologia di polline,

spesso di scarsa qualità, e per un periodo limitato della stagione. Quindi le api selvatiche, aventi un periodo di volo diverso da quello della coltura dominante, non sono in grado di sopravvivere in aree dove la disponibilità di polline è limitata a pochi mesi l'anno. Le colture agrarie traggono beneficio da una maggiore biodiversità di api, piuttosto che dalla presenza di un'unica specie, dal momento che un elevato numero di specie di insetti pronubi presentano differenti periodi di volo, sia durante il periodo di fioritura che all'interno della stessa giornata. Tuttavia, anche le specie di api che non sono direttamente coinvolte nel processo di impollinazione delle colture hanno un ruolo indiretto, poiché consentono la riproduzione delle piante selvatiche che fungono da risorsa alimentare agli insetti pronubi quando le colture agrarie non sono più in fiore (Bortolotti, 2019). Per le piante coltivate una impollinazione efficace implica frutti e semi di maggiori dimensioni e più numerosi, con forme più regolari e migliori qualità organolettiche che conferiscono al prodotto finale un superiore valore commerciale. È noto che la presenza di insetti impollinatori induca per le specie da seme un aumento della quantità di prodotti e per le specie ortofrutticole un incremento della qualità del prodotto. Dunque, è opportuno diversificare la strategia produttiva alimentare su molteplici impollinatori al fine di tutelare le produzioni vegetali e, di conseguenza, aumentare in grado di biodiversità ecosistemico.

1.10 Strategie di attrazione delle api da parte delle piante

L'evoluzione degli organismi animali e vegetali ha come finalità la sopravvivenza della specie e la simbiosi mutualistica è una strategia che si contrappone alla competizione per le risorse, incentivando un'alleanza tra le parti. La porzione di flora che attua tale strategia è definita entomogama ed è il risultato della coevoluzione che è avvenuta tra piante e fauna impollinatrice. Le strutture floreali delle piante presentano particolari forme e di conseguenza selezionano i propri visitatori in base alla taglia e/o alla forza. In alcuni casi la corolla del fiore viene "forzata" da insetti robusti per raggiungere i nettari, mentre in altri vi è un meccanismo di rilascio del polline "a bilanciere", che si attiva solo quando sono visitati da api di taglia elevata, oppure "a scatto", come nelle Leguminosae-Fabaceae dove i petali inferiori del fiore sono fusi tra loro a formare una piattaforma d'appoggio (la carena) che al suo interno contiene le antere; quando l'insetto si posa sulla carena, le antere escono di scatto liberando il polline (Serini, 2000). In alcuni fiori il rilascio può essere molto energico, pertanto vengono visitati solo da pronubi robusti, come bombi (*Bombus*) e silocope (*Xylocopa*). Di seguito (Tab. 1) sono riportati i principali legami tra gruppi di Apoidei e famiglie di piante di interesse agrario:

Generi di Apoidei	Caratteristiche degli impollinatori	Famiglie di piante coltivate
Ammobatoides, Andrena, Anthidium, Apis, Bombus, Eucera, Lasioglossum, Megachile	Api di grosse dimensioni in grado di reggere lo scatto delle antere	Fabaceae
Andrena, Anthidium, Bombus, Osmia	Api di grosse dimensioni capaci di azionare il meccanismo a bilanciere del fiore	Lamiaceae
Eucera, Bombus	Api massicce capaci di forzare l'apertura fiorale	Scrophulariaceae
Apis, Bombus, Eucera	Pronubi di media e grande taglia	Solanaceae

Tabella 1: relazioni tra Apoidei e piante coltivate.

Inoltre, in aggiunta agli attrattori primari già evidenziati nel Cap. 1.7, la flora entomogama possiede attrattori secondari che svolgono una funzione di attrazione visiva per i pronubi, attraverso fiori appariscenti o profumi accattivanti. Gli insetti possono percepire la riflessione della luce a lunghezze d'onda pari a 300-400 nm, funzione particolarmente importante nell'evitare confusione durante il trasferimento del polline, che deve avvenire il più possibile all'interno della stessa specie (De Jager et al., 2011). Inoltre, vi è un ulteriore ed importante meccanismo utile all'individuazione e al riconoscimento dei fiori che è formato dall'insieme dei profumi volatili emessi composti da benzenoidi e terpenoidi vegetali. Il rapporto pianta-insetto è un avvicinarsi di interazioni che deve consentire determinati spazi temporali di sincronia per poter essere utile ai soggetti interagenti. Ma le azioni antropiche e i cambiamenti climatici hanno condotto modifiche della fenologia delle specie, inclusi i periodi di sincronia tra le parti, con ripercussioni a cascata sulle comunità e sugli ecosistemi (Lázaro et al., 2013). In aggiunta, il sistema pianta-impollinatore può manifestare un differente grado di specializzazione a seconda della struttura fiorale in oggetto. I fiori zigomorfi (come quelli di Fabaceae e Lamiaceae), caratterizzati da una corolla costituita da elementi disposti specularmente su un solo piano di simmetria, sono prevalentemente visitati da apoidei a ligula lunga poiché i nettari sono ubicati all'interno del calice, mentre i fiori attinomorfi (es. *Prunus*-Rosaceae), aventi corolla simmetrica rispetto a un punto centrale, presentano minore specializzazione e sono visitati da un vasto assortimento di impollinatori (Neal et al., 1998).

1.11 Monitoraggio delle api selvatiche

Il monitoraggio delle api selvatiche è un valido metodo da cui trarre indicazioni sullo stato dell'ambiente, sulla qualità ecologica e sull'esistenza di eventuali fonti di inquinamento. Gli apoidei sono animali ubiquitari e spesso vivono stabilmente nell'ecosistema di interesse, in aggiunta il fatto che devono esplorare molteplici comparti ambientali quali terreno, acqua, ve-

getazione e aria per procacciarsi nutrimento e riparo li rende ottimi indicatori biologici. Essi sono in grado di percepire i fattori di alterazione ambientale, sia che si manifestino tramite un singolo fenomeno che per mezzo di un insieme di fattori ecologici, tale capacità consente di ricavare informazioni utili ed omogenee per definire le pressioni in atto (Andreatta et al., 2022). I prodotti dell'alveare e il corpo stesso delle api possono assimilare differenti tipologie di inquinanti e principi attivi relativi ai prodotti fitosanitari presenti nei terreni dove vivono e bottinano risorse. Le analisi di laboratorio, oltre a fornire dati sulla qualità ambientale, possono associare le cause di morte alle pratiche colturali eseguite e indicare quali specie vegetali siano state soggette a trattamento o ad un eventuale contatto accidentale con sostanze chimiche. Inoltre, gli apoidei selvatici aventi una ligula corta spesso instaurano relazioni alimentari con differenti specie di piante e presentano una buona adattabilità alle condizioni ambientali. Mentre le api selvatiche a ligula lunga sono maggiormente dipendenti da un determinato tipo di flora e più esigenti in termini di habitat (Bianco et al., 2021). A seconda della tipologia di pronubi presenti si possono trarre informazioni sulla situazione ecologica e sulla qualità del paesaggio, poiché gli apoidei sono legati all'ambiente in cui vivono per l'intero ciclo vitale, e la scomparsa di specie maggiormente sensibile fornisce indicazioni sulla situazione ecologica e sulle azioni antropiche. Nonostante le evidenze dimostrino un progressivo calo degli impollinatori selvatici, molteplici lacune non consentono di definire metodi univoci che sintetizzino a pieno la portata del problema misurando i cambiamenti che le popolazioni di api selvatiche subiscono negli ecosistemi agrari. Dunque, è necessario incentivare il monitoraggio a lungo termine al fine comprendere meglio i rischi legati alla gestione dell'agroecosistema e in particolare all'uso di pesticidi e prodotti di sintesi sugli impollinatori, in maniera tale da garantirne la tutela tramite l'adozione di specifiche misure.

2 MATERIALI E METODI

2.1 Il progetto BeeNet

Il progetto di ricerca scientifica BeeNet (Il progetto BeeNet, 2022) ha l'obiettivo di monitorare la biodiversità delle api selvatiche su tutto il territorio italiano, al fine di definire le condizioni qualitative dell'agro-ambiente e fornire una visione d'insieme sul mondo delle api e dell'ambiente in cui vivono. La Rete Rurale Nazionale del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali è l'ente finanziatore del progetto che viene gestito dal Centro Agricoltura e Ambiente del CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria). Nonostante la presente analisi tratti esclusivamente la rete di monitoraggio delle api selvatiche (Biodiversità delle api selvatiche, 2022) è doveroso sottolineare che il Progetto BeeNet si avvale anche di una rete nazionale di monitoraggio per le api mellifere (Rete di alveari e arnie, 2022). Tale rete oltre a rilevare lo stato di salute delle colonie di api ed i patogeni in grado di danneggiarle, utilizza arnie tecnologiche capaci di rilevare e trasmettere in tempo reale dati sulla colonia. Le informazioni derivanti dai suddetti monitoraggi permettono di definire lo stato di salute dell'agroecosistema nazionale. La rete di monitoraggio BeeNet è stata attivata sulla base della preesistente rete di monitoraggio ApeNet per ampliare la copertura del servizio sul territorio italiano (Lodesani et al., 2013). Il duplice scopo che il monitoraggio si prefigge è di creare un sostanzioso database di informazioni sugli apoidei a livello nazionale, così da permettere un confronto diretto, in termini di ricchezza e diversità degli apoidei, tra aree ad agricoltura intensiva ed altre seminaturali in cui l'agricoltura viene praticata in prossimità di aree naturali. Pertanto, nel progetto BeeNet lo stato di salute delle api non è lo scopo primario dello studio ma lo strumento attraverso il quale viene valutata la condizione dell'agro-ambiente italiano. Tuttavia, dal monitoraggio si otterranno informazioni importanti sulle condizioni degli apoidei selvatici, oltre ad intercettare ed eventualmente prevenire, l'insorgere di eventuali problematiche di tipo patologico, o ambientale. Il monitoraggio ha dunque la finalità di indicare lo stato di salubrità degli ecosistemi agrari della penisola italiana e di determinare quanto possano essere idonee all'insediamento e alla vita di popolazione di api selvatiche (Controllo delle api selvatiche, 2022). La qualità dell'ambiente agricolo verrà determinato in base allo stato di salute, alla numerosità e all'abbondanza di specie di apoidei selvatici. Inoltre, il database ed i relativi archivi informatici consentono di attuare opportuni sistemi di gestione per le risorse agro-ambientali in oggetto.

2.2 Area di studio: inquadramento territoriale

L'area di studio coinvolge 11 regioni italiane e per ognuna di esse il Progetto BeeNet ha identificato 2 siti (Fig. 1), dove per mezzo di appositi transetti sono state identificate le piante di interesse entomofilo.

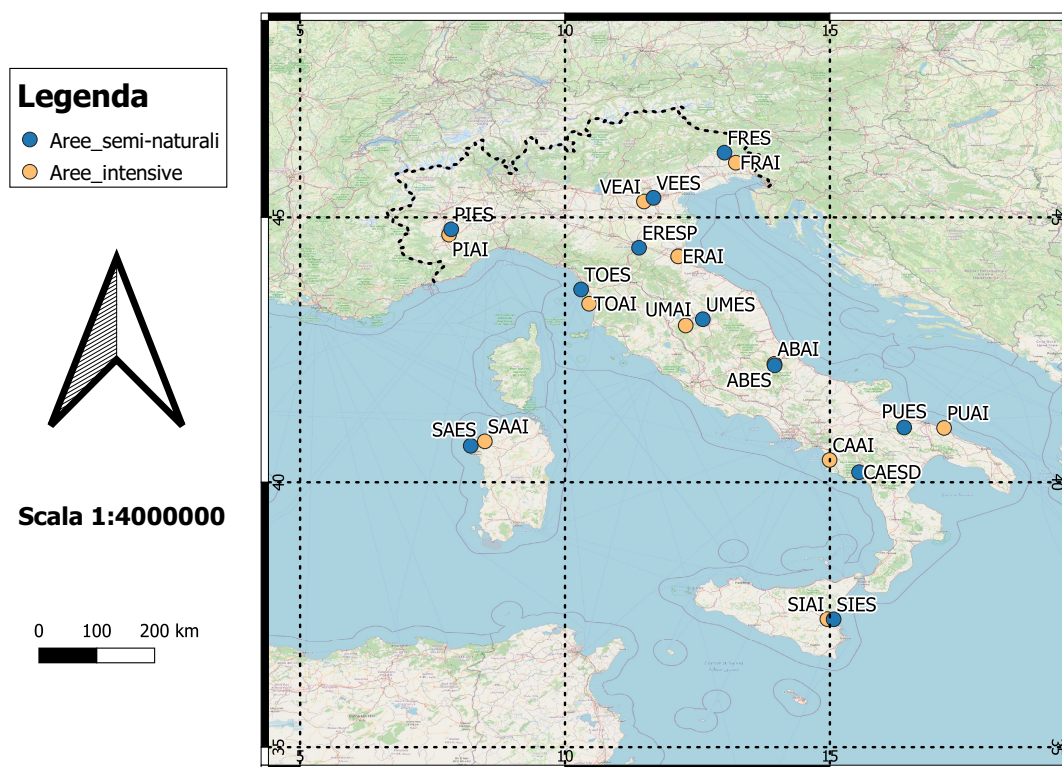


Figura 1: Mappa dei siti realizzata tramite QGIS.

I siti sono compresi in un'altitudine che varia da 0-500 m s.l.m. e in ogni regione sono definite 2 tipologie di agroecosistema (Fig. 2). I suddetti siti, identificabili tramite apposito nominativo, consistono in un agro-ecosistema intensivo (suffisso -AI) e un agro-ecosistema seminaturale situato all'interno di un'area protetta (suffisso -ES) al fine di confrontare la biodiversità dei siti, la composizione dell'ambiente e di conseguenza la stabilità delle comunità composte da piante e impollinatori. Si definisce agroecosistema intensivo una zona altamente antropizzata al fine di massimizzare la produzione del sistema agricolo, con il minore sforzo e costo, ed è basata sulla specializzazione in poche o addirittura singole colture. In queste zone vi è un ampio utilizzo di macchinari per la lavorazione del terreno, fertilizzanti e fitofarmaci che modificano pesantemente il servizio ecosistemico. In questa tipologia di agricoltura l'uniformità e l'omogeneità dei grandi campi di monoculture sono incompatibili con la qualità ambientale e la conservazione delle risorse biologiche. Per agro-ecosistema seminaturale si intende un habitat parzialmente occupato da siti agricoli, dove si crea una condizione di frammentazione del paesaggio influenzando di conseguenza la biodiversità e la sostenibilità dell'ecosistema stesso. Di particolare significato, in questo processo di frammentazione, è la creazione di aree di contatto tra ecotipi differenti, per cui si creano brusche aree di passaggio, definite "ecotoni", dove la eterogeneità della condizione fisica crea i presupposti per un accrescimento di biodiversità. Le aree sono scelte secondo le categorie di uso del suolo CORINE (Progetto Corine, 2010), emanato dal Consiglio delle Comunità Europee al fine di omogeneizzare le informazioni territoriali sullo stato dell'ambiente e fornire supporto per lo sviluppo di politiche comuni e controllarne gli effetti. In questo caso, CORINE Land Cover (CLC), è specifico per il rilevamento e il mo-

monitoraggio delle caratteristiche di copertura e uso del territorio, con particolare attenzione alle esigenze di tutela. L'analisi dei dati italiani secondo il CLC2018 di quarto livello determina che i siti in agroecosistema intensivo sono stati scelti all'interno della categoria 2.1.1.1, tale classe oltre ad identificarsi nella categoria delle 'colture intensive' presenta la maggior copertura sul territorio nazionale (24%). Mentre per i siti in zone seminaturali sono state rispettivamente scelte le categorie 2.4.2 e 2.4.3, che identificano la prima classe in 'sistemi colturali e particellari complessi' e la seconda in 'aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti'; entrambe presentano una copertura del 7% sul territorio nazionale (Munafò, Marinosci, 2018). Nel caso degli agro-ecosistemi seminaturali è riportato il nominativo dell'area protetta in cui è ubicato il sito e dunque dove è avvenuta l'identificazione delle piante entomofile.

REGIONE	CODICE TRANSETTO	ALTITUDINE (m s.l.m.)	CLASSE CORINE LAND COVER	NOME AREA PROTETTA
Piemonte	PIAI	293	2111	
	PIES	346	243	Zona Speciale di Conservazione Boschi e rocche del Roero
Friuli Venezia Giulia	FRAI	93	2111	
	FRES	154	242	Riserva Naturale Regionale Lago di Cornino
Veneto	VEAI	15	2111	
	VEES	145	242	Parco regionale dei Colli Euganei
Emilia Romagna	ERAI	14	2111	
	ERESP	93	243	Parco dei Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa
Umbria	UMAI	200	2111	
	UMES	250	242	Parco Regionale del Monte Subasio
Toscana	TOAI	5	2111	
	TOES	0	243	Parco Regionale Migliarino, San Rossore, Massaciuccoli
Campania	CAAI	6	2111	
	CAESD	303	242	Parco Nazionale del Cilento
Puglia	PUAI	24	2111	
	PUES	416	242	Parco Nazionale Alta Murgia
Sicilia	SI AI	0	2111	
	SIES	0	242	Oasi del Simeto
Sardegna	SAAI	64	2111	
	SAES	56	242	Zona Speciale di Conservazione Lago di Baratz - Porto Ferro
Abruzzo	ABAI	230	243	
	ABES	301	2111	Parco Nazionale della Majella

Figura 2: dati e valori relativi ai siti di studio BeeNet.

2.3 Campionamento della flora entomofila e relativi pronubi nei siti di studio

Il network delle api selvatiche si avvale di un monitoraggio che identifica le specie vegetali che si trovano nel transetto, ovvero il percorso predefinito e fisso dove a cadenza mensile avviene il campionamento. Il transetto fisso ha dimensioni di 200x2 metri e la flora ubicata al suo interno è identificata, qualora possibile, a livello di specie mentre per le situazioni dubbie l'identificazione è limitata alla categoria tassonomica di genere. Tutte le specie vegetali in oggetto sono ad impollinazione entomofila ed il riconoscimento è effettuato durante il periodo di antesi, prevalentemente in campo e per mezzo delle conoscenze del relativo personale. In alternativa, le identificazioni possono avvenire in laboratorio tramite fotografie ed annotazioni dei principali caratteri morfologici. In casi particolari i campioni sono prelevati al fine di effettuare l'identifi-

cazione tramite flore locali e chiavi dicotomiche (Come BeeNet osserva le api selvatiche, 2022). Invece, il campionamento degli apoidei selvatici è una metodologia appositamente sviluppata per il Progetto BeeNet e prevede il censimento, tramite cattura con retino, di un campione rappresentativo di pronubi osservati sui fiori all'interno del transetto. Il percorso viene svolto sempre nella medesima direzione ed a passo d'uomo, ha durata di 1 ora e il tempo viene fermato durante le operazioni di sistemazione dell'esemplare catturato. Tali campionamenti sono svolti mensilmente, da marzo a ottobre nelle regioni centro-settentrionali e da febbraio a novembre in quelle meridionali. In ogni giornata vengono eseguiti 2 differenti campionamenti, svolti rispettivamente al mattino e al pomeriggio. Ogni esemplare viene riposto in una provetta Falcon contenente truciolo di sughero ed acetato di etile, vengono temporaneamente conservati in una borsa frigo e disposti in congelatore a -20C° una volta giunti in laboratorio. Successivamente gli esemplari catturati vengono spillati ed identificati da un esperto tassonomo. Le informazioni derivanti dalla flora campionata corrispondenti agli ambienti agricoli a coltivazione intensiva e seminaturale predisposti nelle 11 regioni di riferimento, forniscono importanti dati sulle risorse disponibili per il foraggiamento delle api selvatiche. In tale maniera, oltre all'identificazione delle specie di api selvatiche e piante presenti, è possibile definire le connessioni che avvengono tra insetti e flora in relazione alle caratteristiche agroambientali in cui è ubicato il transetto, consentendo un'analisi della biodiversità del territorio italiano.

2.4 Criteri di selezione per le specie da erborizzare

In questo capitolo sono illustrati i criteri di classificazione definiti per l'erborizzazione di nuovi campioni, al fine di incrementare la collezione di piante essiccate dell'Università di Bologna. Tali motivazioni sono espresse nei seguenti punti e sintetizzate in sigle:

- Assenza del campione nell'Erbario Generale (EG-NP):
si intende che la specie vegetale identificata nel determinato sito di rilevamento BeeNet è assente tra i campioni dell'Erbario Generale;
- Assenza del campione nell'Erbario Storico (ES-NP):
si intende che la specie vegetale identificata nel determinato sito di rilevamento BeeNet è assente tra i campioni dell'Erbario Storico;
- Regione di provenienza del campione (AG):
si intende che le specie vegetali rilevate nei siti BeeNet hanno una provenienza regionale differente rispetto ai campioni conservati nell'Erbario Generale;
- Regioni alle quali richiedere un campione (AGR):
è possibile che la specie vegetale sia stata rilevata in più siti di campionamento appartenenti a differenti regioni e che nell'Erbario Generale vi siano più campioni con varie provenienze regionali, in questo modo è definito in maniera diretta le regioni assenti a cui richiedere la determinata specie;

- **Specie rara (SR):**
 si intende che in base ai criteri IUCN della “Lista Rossa della Flora Italiana - POLICY SPECIES e altre specie minacciate” viene constatato lo stato di rischio di estinzione per le specie rilevate, comprensivo della relativa categoria di minaccia in Italia, quale: Estinta (EX, Extinct), Estinta in natura (EW, Extinct in the Wild), Gravemente minacciata (CR, Critically Endangered), Minacciata (EN, Endangered), Vulnerabile (VU, Vulnerable), Quasi a rischio (NT, Near Threatened), A minor rischio (LC, Least Concern), Dati insufficienti (DD, Data Deficient), Non valutata (NE, Not Evaluated). Soltanto per le valutazioni effettuate a livello sub-globale, ovvero regionale (come le suddette Liste Rosse), vi sono due ulteriori categorie: Estinta a livello regionale (RE, Regionally Extinct) e Non applicabile (NA, Not Applicable) (Rossi et al., 2013);
- **Specie endemica (EN):**
 si intende che in base ai criteri IUCN della “Lista Rossa della Flora Italiana - ENDEMITI e altre specie minacciate” viene constatata la presenza di specie endemiche che vivono unicamente in Italia (Rossi et al., 2020);
- **Presenza di un solo campione in Erbario Generale (OOSG):**
 La constatazione di un solo campione nell’Erbario Generale sottolinea l’importanza di acquisire un numero maggiore di esemplari al fine di implementare il numero di campioni per singola specie. L’acquisizione di campioni provenienti da regioni/zone differenti si identifica come scelta migliore, ma nel caso dovessero provenire dalla medesima regione/zona è da considerarsi ugualmente idoneo per la variabilità dei caratteri;
- **Presenza di un solo campione in Erbario Storico (OOSS):**
 La presenza di un solo campione nell’Erbario Storico denota l’importanza di tutelare tale esemplare da fenomeni di deterioramento al fine di evitare la perdita di tale patrimonio storico e biologico;
- **Mancato riconoscimento della specie (SD):**
 durante il processo di riconoscimento l’identificazione è stata effettuata soltanto a livello di genere e non di specie, di fatto in assenza di un univoco nome scientifico non è possibile effettuare alcuna correlazione con i campioni presenti in Erbario;
- **Casi particolari (CS):**
 La nomenclatura binomiale scientifica delle specie vegetali presenti nell’Erbario Generale e Storico è stata verificata in data 24/05/2022 facendo riferimento al “WFO - The World Flora Online” (Online Flora of All Known Plants, 2022) al fine di identificare il corretto nome scientifico, la presenza di sinonimi o binomi non accettati, secondo il codice internazionale di nomenclatura delle piante (Turland et al., 2018);

- **Campione in Erbario Storico deteriorato (CD):**
Viene verificata l'integrità dei campioni esaminati appartenenti alla Flora Italica di Antonio Bertoloni al fine di determinarne lo stato di conservazione;
- **Richiesta campione (RC):**
le specie che appartengono ad uno o più dei sopracitati criteri di selezione sono oggetto di interesse ad essere erborizzate come nuovi campioni, al fine di implementare la collezione di piante essiccate dell'Erbario Generale dell'Università di Bologna.

2.5 Analisi tra flora rilevata nei siti di studio e l'Erbario Generale di BRAHMS BOLO

BRAHMS è un software avente la funzione di database gestionale per la cura delle raccolte di storia naturale, banche del seme, orti botanici, rilievi sul campo, studi biogeografici e ricerche tassonomiche (BRAHMS DATABASE, 2022). L'analisi dei dati e l'attività di ricerca che tale software consente di effettuare rende possibile analizzare dati e immagini creando rapporti e mappe. L'attività principale per cui viene impiegato BRAHMS per gli erbari è la gestione delle collezioni, poiché rende possibile la catalogazione di ogni tipologia di campione indipendentemente che si tratti di fogli di erbario, campioni di legno, DNA voucher, collezioni sottovetro o altro. Nella presente analisi si fa riferimento alla collezione di piante essiccate presente sul database BRAHMS BOLO, costituita da oltre 52.000 campioni e realizzata tramite la digitalizzazione di dati classici provenienti dall'Erbario Generale dell'Università di Bologna, quali le informazioni contenute nei cartellini e nei relativi documenti. La ricerca che ho svolto ha verificato la presenza delle specie vegetali identificate nelle regioni di interesse dei siti BeeNet con i campioni presenti su BRAHMS BOLO secondo i criteri già citati nel Cap. 2.4, quali Assenza del campione nell'Erbario Generale (EG-NP), Regione di provenienza del campione (AG), Regioni alle quali richiedere un campione (AGR), Presenza di un solo campione in Erbario Generale (OOSG), Mancato riconoscimento della specie (SD) e Casi particolari (CS). In questo modo è stato possibile definire, per quanto riguarda i parametri di confronto riconducibili all'Erbario Generale: la presenza o meno di campioni di una certa specie nell'erbario generale; confrontare la provenienza regionale della specie identificata con l'origine del campione erborizzato, così definendo a quali regioni richiedere nuovi campioni; verificare la quantità di campioni conservati per singola specie di interesse; definire i mancati riconoscimenti sul campo a livello di specie a causa dell'assenza di determinati caratteri morfologici, identificando gli esemplari soltanto a livello di genere e stabilire la presenza di specie sotto forma di sinonimi o di terminologia scientifica obsoleta.

2.6 Considerazioni su specie rare e endemiche

Le specie vegetali identificate nei siti di riferimento BeeNet sono state comparate con le Liste Rosse Nazionali introdotte dell'Unione Mondiale per la Conservazione della Natura (IUCN) e definite tramite l'applicazione della metodologia IUCN riguardanti le specie rare ed endemiche del nostro Paese. Le Liste Rosse hanno lo scopo di monitorare e individuare il livello di rischio delle specie al fine di elaborare opportune strategie di intervento per la loro salvaguardia (Liste Rosse italiane, 2022). Le Liste Rosse della Flora Italiana, POLICY SPECIES ed ENDEMITI (cap. 2.4), fanno riferimento alla valutazione della flora a rischio d'estinzione a scala nazionale, determinando che le specie vegetali a maggior rischio sono quelle che vivono in ambienti umidi, soggette a inquinamento, cementificazione e pesticidi. Questi ultimi influenzano pesantemente anche la vita delle api selvatiche, che assolvono una funzione fondamentale per la ricchezza della biodiversità. Previo controllo dell'aggiornamento nomenclaturale e tassonomico delle specie contenute negli elenchi ho individuato le specie di interesse e relativa Categoria per l'Italia, riconducibili ai criteri: Specie rara (SR) e Specie endemica (EN).

2.7 Costruzione del dataset

I dati che vanno a costituire il dataset derivano dall'identificazione e dal conteggio delle specie vegetali presenti nei transetti dei siti di studio. Per database si intende un archivio di dati strutturato in maniera tale da consentire la gestione e l'aggiornamento delle informazioni, l'organizzazione in formato tabellare permette di effettuare aggiornamenti e ricerche incrociate (Satta et al., 2004). Il dataset in oggetto contiene la flora entomofila rilevata nei siti di studio BeeNet. Tale flora è stata identificata a livello di specie da personale opportunamente formato ed ha la finalità di descrivere la componente vegetale di interesse per gli insetti pronubi presente negli agroecosistemi intensivi e seminaturali. Il dataset, sotto forma di tabella (Tab. 2), comprende l'identificazione tassonomica della flora comprensiva di famiglia/genere/specie, il sito regionale dove è stata rilevata e la tipologia di agroecosistema, il numero di specie parziale per ogni sito e totale per regione.

t					
	Famiglia	Genere	Specie	Sito/Agroecosistema	Totale sp. parziale
					Tot. sp. complessivo

Tabella 2: caratteristiche del dataset contenente la flora entomofila BeeNet.

2.8 Indice di similarità di Sørensen tra AI (agroecosistema intensivo) ed ES (agroecosistema seminaturale)

L'indice di Sørensen misura il grado di somiglianza tra due unità statistiche rappresentate da un set di variabili. Tale indice viene utilizzato per dati derivanti dalla comunità ecologica ed assume un valore compreso tra 0 (massima diversità) e 1 (minima diversità) (Biondi, 1987).

Le unità statistiche in oggetto sono rappresentate dai differenti tipi di agroecosistemi intensivi (AI) e seminaturali (ES) delle rispettive regioni di interesse mentre le variabili sono date dal numero delle categorie tassonomiche rilevate. In particolare, la suddetta analisi considera la somma dei generi tassonomici vegetali identificati in ogni transetto degli agroecosistemi intensivi (AI), appartenenti alle regioni di Abruzzo (ABAI), Campania (CAAI), Emilia-Romagna (ERAI), Friuli-Venezia Giulia (FRAI), Piemonte (PIAI), Puglia (PUAI), Sardegna (SAAI), Sicilia (SAI), Toscana (TOAI), Umbria (UMAI), Veneto (VEAI). Questo dato viene comparato con la somma dei generi tassonomici vegetali rilevati negli agroecosistemi seminaturali (ES) appartenenti alle regioni di Abruzzo (ABES), Campania (CAESD), Emilia-Romagna (ERESP), Friuli-Venezia Giulia (FRES), Piemonte (PIES), Puglia (PUES), Sardegna (SAES), Sicilia (SIES), Toscana (TOES), Umbria (UMES) e Veneto (VEES) al fine di definire l'indice di similarità di Sørensen. Tale indice viene stabilito per mezzo della formula: $2a / (2a + b + c)$, dove il termine "a" indica il numero di taxa comuni nei rispettivi siti, il termine "b" definisce il numero di taxa esclusivi del primo sito e il termine "c" denota il numero di taxa esclusivi nel secondo sito. Il valore ottenuto dalla comparazione della flora ubicata nei siti intensivi (AI) e seminaturali (ES) fornisce informazioni sul grado di somiglianza delle due comunità. Inoltre, l'indice di Sørensen viene applicato anche per le specie vegetali identificate nei soli siti intensivi (ERAI) e seminaturali (ERESP) dell'Emilia-Romagna al fine di definire la somiglianza tra le due comunità in oggetto. Per determinare tale indice ecologico sono stati impiegati in particolare il pacchetto *vegan* (Oksanen, 2013) e la funzione *betadiver* (Marion et al., 2017), utilizzando la versione 4.2.0 del Software Statistico R (R Project, 2022).

2.9 Indice di similarità di Sørensen tra regioni del Nord/Centro/Sud/Isole Italia

L'indice di Sørensen nella presente analisi viene utilizzato per definire il grado di dissimilarità tra generi vegetali appartenenti rispettivamente ad agroecosistemi intensivi (AI) e seminaturali (ES) delle regioni del Nord, del Centro, del Sud e delle Isole del territorio nazionale. L'aggregazione dei dati botanici in macroregioni consente di calcolare e comparare, tramite l'indice di Sørensen, quanto i generi tassonomici appartenenti ad agroecosistemi di differenti aree siano dissimili tra loro. La suddivisione delle 11 regioni di interesse in macroregioni avviene secondo l'area geografica di appartenenza (Tab. 3).

Numero di regioni	Regioni	Area
4	Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Piemonte	Nord
2	Toscana, Umbria	Centro
3	Abruzzo, Campania, Puglia	Sud
2	Sardegna, Sicilia	Isole

Tabella 3: tabella raffigurante l'aggregazione delle regioni in macroaree.

In particolare, i siti di riferimento BeeNet utilizzati per il calcolo dell'indice sono così ripartiti all'interno delle macroregioni:

- la macroregione NORD è costituita dei seguenti siti: VEAI/VEES (Veneto), FRAI/FRES (Friuli-Venezia Giulia), ERAI/ERESP (Emilia-Romagna) e PIAI/PIES (Piemonte);
- la macroregione CENTRO è costituita dei seguenti siti: TOAI/TOES (Toscana) e UMAI/UMES (Umbria);
- la macroregione SUD è costituita dei seguenti siti: ABAI/ABES (Abruzzo), CAAI/CAESD (Campania) e PUAJ/PUES (Puglia);
- la macroregione ISOLE è costituita dei seguenti siti: SAAI/SAES (Sardegna) e SIAI/SIES (Sicilia).

Dunque, la somma dei generi vegetali contenuti nei rispettivi siti, intensivi o seminaturali che siano, consente di ottenere i relativi indici di Sørensen utili a definire la somiglianza tra le comunità vegetali delle rispettive macroregioni. Tali indici statistici sono stati elaborati utilizzando il medesimo software statistico ed i medesimi pacchetti e funzioni citati nel capitolo precedente. (Cap. 2.8).

2.10 Api selvatiche nei siti BeeNet dell'Emilia-Romagna

Il dataset relativo alle api selvatiche comprende le relazioni mutualistiche che avvengono tra la flora entomofila e gli insetti pronubi nei soli siti di studio dell'Emilia-Romagna (ERAI/ERESP). Il dataset espresso in tabella (Tab. 4) comprende: un univoco codice alfa-numerico identificativo che contrassegna la tipologia di agroecosistema in oggetto, la nazione/regione/comune/provincia di interesse, la data del rilievo, le coordinate geografiche WGS84, la specie dell'apoideo identificata e la specie vegetale sulla quale è stata catturata. Qualora la specie pronuba sia catturata soltanto in volo nei pressi della pianta, e non durante una effettiva visita, viene annotata come "in volo".

La circostanza dell'insetto "in volo" è stata omessa dalle analisi delle interazioni piante-impollinatori, in quanto non informativa.

Id specimen
Country
Region
Municipality
Province Code
Province
Date
Coordinates WGS84 N
Coordinates WGS84 S
Plant
Genus name
Species name

Tabella 4: voci del dataset relativo alle api selvatiche.

2.11 Costruzione del Network tra specie vegetali e specie entomologiche

Il network tra componenti biologiche consente di osservare il quadro delle interazioni ecologiche tra flora entomofila e gli insetti che visitandone i fiori, svolgono il ruolo di potenziali impollinatori. L'interazione tra gli stessi è il punto di partenza per effettuare analisi e grafici utili per definire la struttura delle relazioni esistenti tra le piante ed i relativi pronubi (Maragoni, 2008). La costruzione e lo studio di tali network sono importanti per comprendere la struttura delle comunità e delle interazioni ecologiche tra piante-impollinatori, al fine di desumere il grado di stabilità del sistema. È possibile valutare le caratteristiche della rete individuando le interazioni specifiche, quelle più specializzate e quelle più generaliste, l'“asimmetria” delle interazioni (o “nestedness”) e la modularità, che costituiscono informazioni importanti in un'ottica di gestione ambientale (Bosch et al., 2009). I dati oggetto di analisi provengono dai soli siti dell'Emilia-Romagna, quali ERAI (Agroecosistema intensivo) ed ERESP (Agroecosistema Seminaturale), e sono costituiti dagli insetti pronubi identificati e dalla relativa flora entomofila su cui sono stati osservati. Per effettuare tali indagini statistiche e grafiche mi sono avvalso del Software R, utilizzando il pacchetto *bipartite* (Devoto et al., 2012) e le relative funzioni per determinare e quantificare le interconnessioni tra i generi vegetali visitati e le specie pronube rilevate.

2.12 Modularità tra le specie di piante e api nei siti ERAI/ERESP

La modularità è una funzione usata nell'analisi statistica al fine di quantificare la qualità della compartimentalizzazione della rete di moduli, un'idonea suddivisione palese alti valori di modularità ed è utilizzata per determinare il grado delle interazioni nelle comunità naturali. Le comunità biologiche e le specie che le costituiscono sono spesso organizzate in network non casuali che palesano modelli ben organizzati e ripetitivi. La modularità ecologica è costituita da moduli (sottoinsiemi) scarsamente interconnessi tra loro ma che al loro interno sono costituiti

da specie fortemente connesse. Sia le dimensioni che il numero dei moduli aumentano con il numero di specie. Indipendentemente dalla numerosità dei gruppi di specie presenti in ogni modulo, le specie svolgono differenti ruoli rispetto alla modularità e i set aventi tratti convergenti possono essere considerati come unità co-evolutive. Dunque, è opportuno identificare e tutelare le specie solidamente collegate all'interno del proprio modulo e quelle che collegano moduli differenti poiché assumono il ruolo di connettori. Le suddette specie che fungono da congiunzione sono da considerarsi elementi chiave ad alta priorità di conservazione, dal momento che a seguito della loro scomparsa i moduli e le relative reti potrebbero interrompersi mettendo a rischio la stabilità del sistema (Olesen et al., 2007). La modularità è stata calcolata per i network di impollinazione dei 2 siti dell'Emilia-Romagna, quali ERAI (Agroecosistema intensivo) ed ERESP (Agroecosistema Seminaturale) e tale valore è stato determinato tramite il Software R e la funzione *likelihood* (Goffe et al., 1994). Per effettuare tali analisi il software necessita di computare varie volte il network in oggetto e la rete che ne risulta, al termine delle suddette simulazioni, rappresenterà il maggior grado di verosimiglianza. Dunque, assumerà maggiori probabilità di corrispondere alla realtà.

3 RISULTATI

3.1 La flora entomofila rilevata nei siti di studio

Il monitoraggio della flora entomofila effettuato dal Progetto BeeNet ha determinato la seguente ripartizione numerica per specie e categorie tassonomiche di rango superiore rilevate nei relativi siti di studio (Tab. 5). Tale indagine ha evidenziato il numero totale dei campioni per ognuna delle 11 regioni di interesse, per tipologia di agroecosistema (intensivo o semi-naturale) regionale, definendo il numero di famiglie e generi presenti per ogni sito:

Regioni	Totale delle specie per regione	Siti BeeNet	Specie per sito	Generi per sito	Famiglie per sito
Abruzzo	148	ABAI	75	65	23
		ABES	73	65	24
Campania	133	CAAI	58	54	23
		CAESD	75	66	29
E. Romagna	91	ERAI	36	34	20
		ERESP	55	52	21
Friuli V.G.	107	FRAI	49	44	20
		FRES	58	49	22
Piemonte	94	PIAI	36	33	17
		PIES	58	50	22
Puglia	90	PUAI	27	27	16
		PUES	63	54	24
Sardegna	189	SAAS	90	79	30
		SAES	99	69	33
Sicilia	68	SIAI	28	30	15
		SIES	38	38	17
Toscana	55	TOAI	28	24	17
		TOES	27	24	11
Umbria	112	UMAI	42	38	19
		UMES	70	64	24
Veneto	77	VEAI	24	25	17
		VEES	53	42	16
Totale	1159	22	1159	1026	460

Tabella 5: numero di taxa per regioni e siti di studio.

3.2 Specie vegetali idonee all'erborizzazione in base ai criteri di selezione

L'analisi comparativa tra flora entomofila rilevata nei siti di studio del Progetto BeeNet e campioni vegetali presenti nell'Erbario generale BOLO ha evidenziato un totale di 125 specie idonee all'erborizzazione come nuovi campioni da acquisire. Tali specie sono definite tramite i

criteri di selezione (Cap. 2.4) citati precedentemente e figurano nell'elenco presente in appendice 1 (Tab. 10). Inoltre, sono evidenziate 17 casualità definite come Casi particolari (CS) presenti nell'appendice 2 (Tab. 11).

3.3 Specie rare ed endemiche presenti nei siti di studio

Le specie vegetali entomofile sono state comparate con “La Lista Rossa della Flora Italiana” redatta dal Comitato Italiano IUCN e sono state identificate, in base ai relativi criteri di selezione (Cap. 2.4), 6 Specie rare (SR) e 1 Specie endemica (EN) (Tab. 6).

Famiglia	Genere	Specie	SR	EN
Amaryllidaceae	<i>Allium</i>	<i>Allium triquetrum</i> L.	X	
Asparagaceae	<i>Bellevia</i>	<i>Bellevia romana</i> Rchb.	X	
Compositae	<i>Cirsium</i>	<i>Cirsium tenoreanum</i> Petr.	X	X
”	”	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	X	
Iridaceae	<i>Crocus</i>	<i>Crocus versicolor</i> Ker Gawl.	X	
Lythraceae	<i>Lythrum</i>	<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	X	

Tabella 6: specie rare ed endemiche di interesse.

3.4 Comparazione della flora dei siti di studio con l'Erbario Storico di A. Bertoloni

Le specie vegetali nei siti di riferimento BeeNet sono state comparate con la Flora Italica di A. Bertoloni (Cap. 1.2) al fine di constatarne la presenza nel suddetto erbario storico. Previa consultazione dell'apposito schedario cartaceo, tale indagine ha comportato la ricerca delle 469 specie identificate nei siti BeeNet tra i 35.000 campioni collocati nell'archivio storico di A. Bertoloni utilizzando i relativi criteri (Cap. 2.4). I risultati, evidenziati in appendice 3 (Tab. 12), constatacono l'assenza di 246 specie vegetali dall'erbario storico, mentre 25 specie presentano un solo campione conservato e 0 campioni deteriorati.

3.5 Famiglie e generi vegetali rilevati nei siti BeeNet

La flora entomofila rilevata nei siti di studio BeeNet ha evidenziato la presenza di 64 famiglie tassonomiche ripartite in 248 generi differenti collocate nella tabella (Tab. 13) in appendice 4.

3.6 Diversità floristica a confronto tra AI (agroecosistema intensivo) ed ES (agroecosistema seminaturale)

L'indice di similarità di Sørensen calcolato considerando i generi presenti nei transetti dei siti in agroecosistemi intensivi ABAL, CAAL, ERAL, FRAL, PIAL, PUAL, SAAL, SIAL, TOAL, UMAL,

VEAI e seminaturali ABES, CAESD, ERESP, FRES, PIES, PUES, SAES, SIES, TOES, UMES, VEES, definito precedentemente al Cap. 2.8, risulta pari a:

0.2916667

Mentre l'indice di Sørensen calcolato considerando le specie vegetali presenti nei siti intensivi (ERAI) e seminaturali (ERESP) dell'Emilia-Romagna corrisponde a:

0.5434783

3.7 Diversità floristica a confronto tra regioni del Nord/Centro/Sud/Isole Italia

Nella presente analisi l'indice di similarità di Sørensen è stato calcolato considerando il rango di genere, per il confronto qualitativo degli agroecosistemi intensivi e seminaturali delle macroregioni, definite nel Cap. 2.9.

La macroregione definita NORD è comprensiva dei siti intensivi VEAU, FRAI, ERAI, ERAI e seminaturali VEES, FRES, ERESP, PIES e l'indice di similarità di Sørensen ottenuto da tale comparazione è:

0.3548387

La macroregione definita CENTRO è comprensiva dei siti intensivi TOAI, UMAI e seminaturali TOES, UMES e l'indice di similarità di Sørensen ottenuto da tale comparazione è:

0.5223881

La macroregione definita SUD è comprensiva dei siti intensivi ABAI, CAAI, PUAU e seminaturali ABES, CAESD, PUES e l'indice di similarità di Sørensen ottenuto da tale comparazione è:

0.3508772

La macroregione definita ISOLE è comprensiva dei siti intensivi SAAI, SIAI e seminaturali SAES, SIES e l'indice di similarità di Sørensen ottenuto da tale comparazione è:

0.3448276

3.8 Determinazione delle api selvatiche nei siti BeeNet dell'Emilia-Romagna

Nel presente database sono evidenziate le relazioni mutualistiche, per i siti di studio BeeNet (ERAI/ERESP) dell'Emilia-Romagna, che avvengono tra la flora entomofila rilevata nei transetti e gli insetti Apoidei rinvenuti durante la fase di impollinazione. Sono comprese 446 interazioni totali ma soltanto in 403 di esse è stato possibile identificare in maniera univoca la specie vegetale visitata e il genere tassonomico dell'insetto. Nei restanti 43 casi: 31 volte l'insetto è stato avvistato ed identificato in volo e non durante la posa sul fiore mentre in 12 casi non è stato possibile identificare l'ape oppure non si trattava di un apoideo.

3.9 Network statistico tra specie vegetali e specie entomologiche nei siti dell'Emilia-Romagna

L'analisi del network tra specie vegetali ed entomologiche pronubi nei siti ERAI/ERESP dell'Emilia-Romagna ha definito, tramite le funzioni contenute nel pacchetto indicato precedentemente (Cap. 2.11), i seguenti risultati. I seguenti grafici esprimono le interazioni del network pesato tra apoidei e piante, correlando le bande superiori (piante) con le bande inferiori (apoidei). Lo spessore delle bande è proporzionale al numero di interazioni rilevate tra le parti mentre le linee esprimono l'intensità dei collegamenti tra esse. In particolare, il grafico relativo al sito denominato ERAI (Fig. 3) definisce le interazioni tra le parti che avvengono nell'agroecosistema intensivo mentre il sito contrassegnato come ERESP (Fig. 4) definisce le interconnessioni proprie dell'agroecosistema seminaturale.

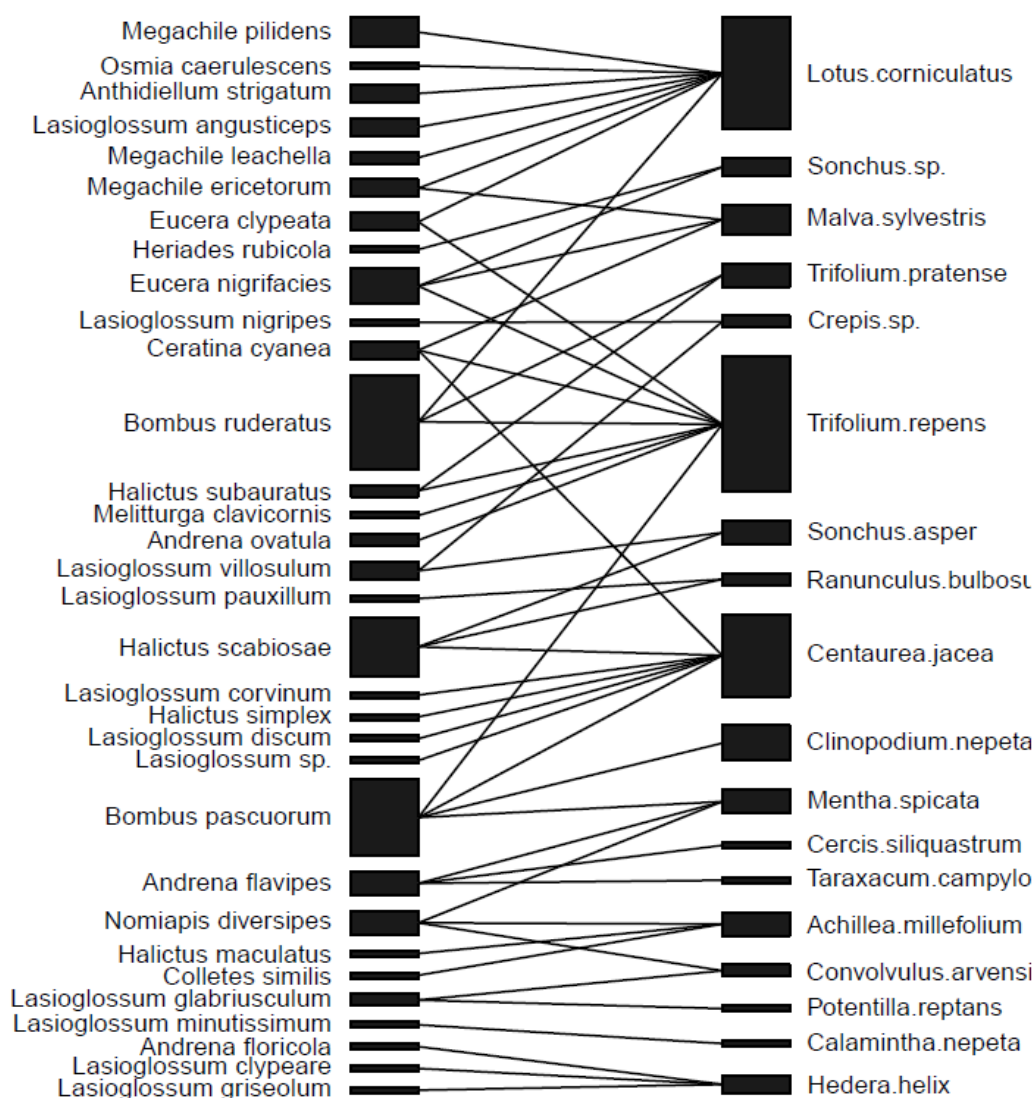


Figura 3: Interconnessioni tra piante e impollinatori nel sito ERAI.

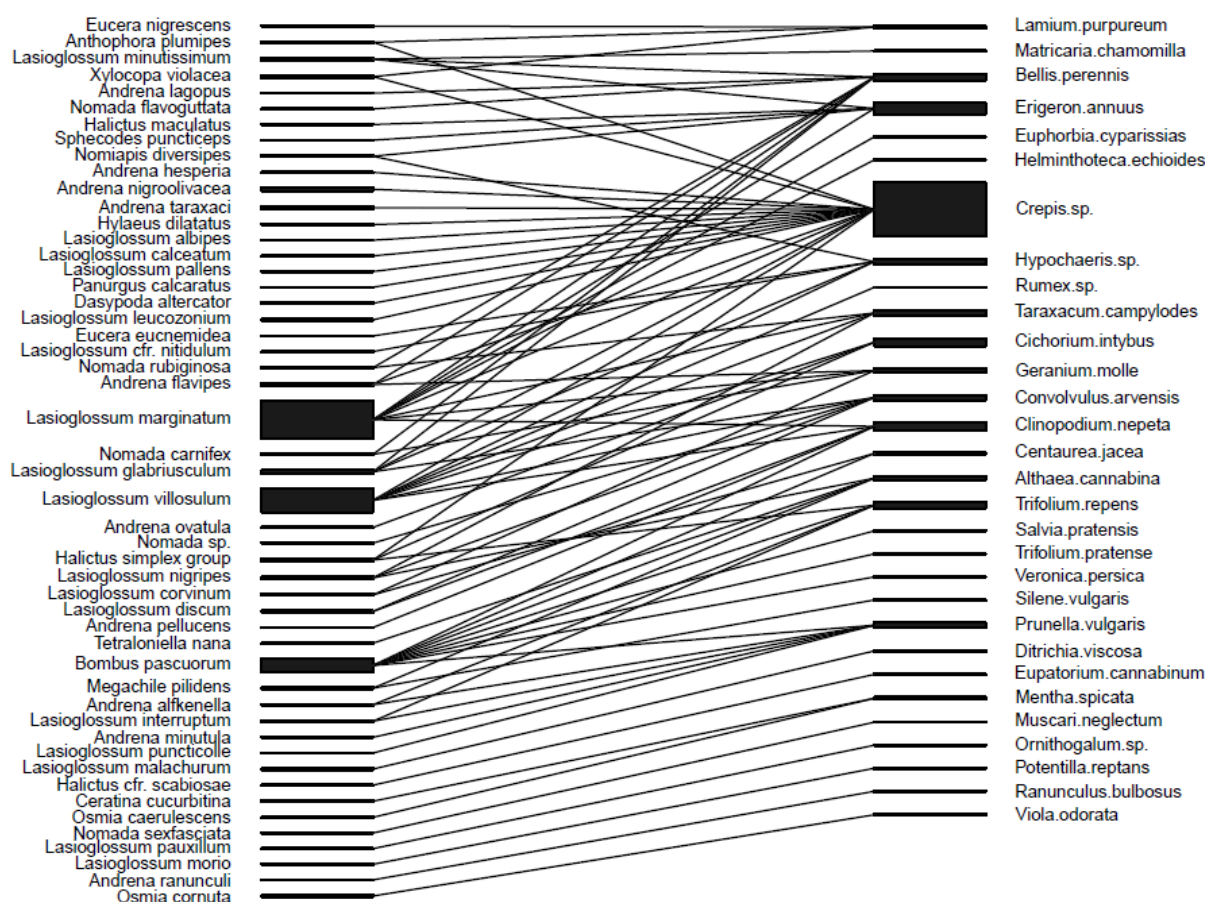


Figura 4: Interconnessioni tra piante e impollinatori nel sito ERESP.

Un'ulteriore tipologia di visualizzazione esprime il network sotto forma di matrice grigliata, il cui gradiente di colorazione della cella rappresenta l'intensità dell'interazione tra impollinatore e pianta. Le celle con colori scuri indicano una forte interazione tra le parti mentre i colori chiari denotano una scarsa o assente interazione. Anche in questo caso i grafici definisco la rete piante-impollinatori per il sito intensivo ERAI (Fig. 5) e seminaturale ERESP (Fig. 6).

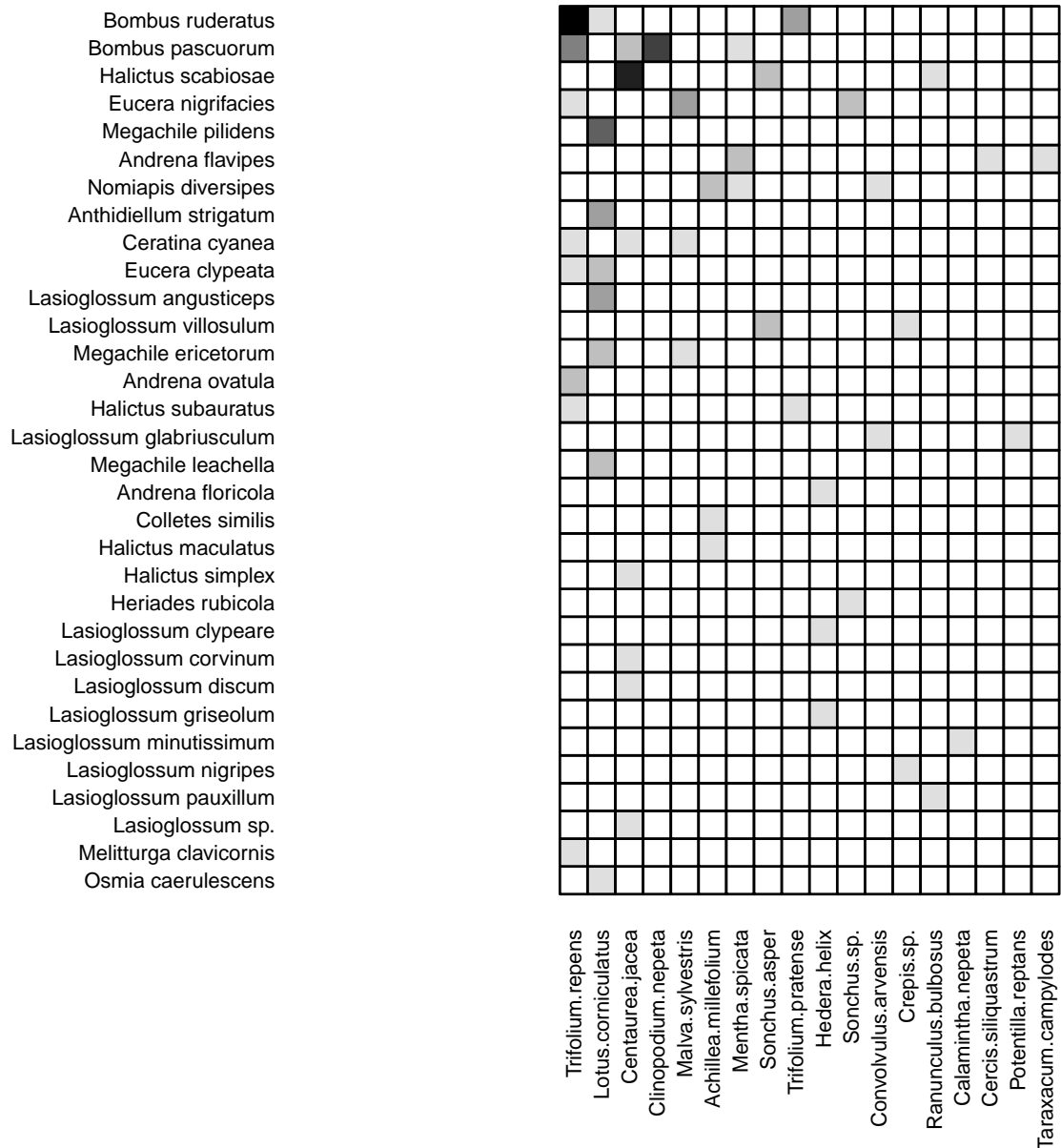


Figura 5: grafico grigliato del network piante e impollinatori del sito ERAI.

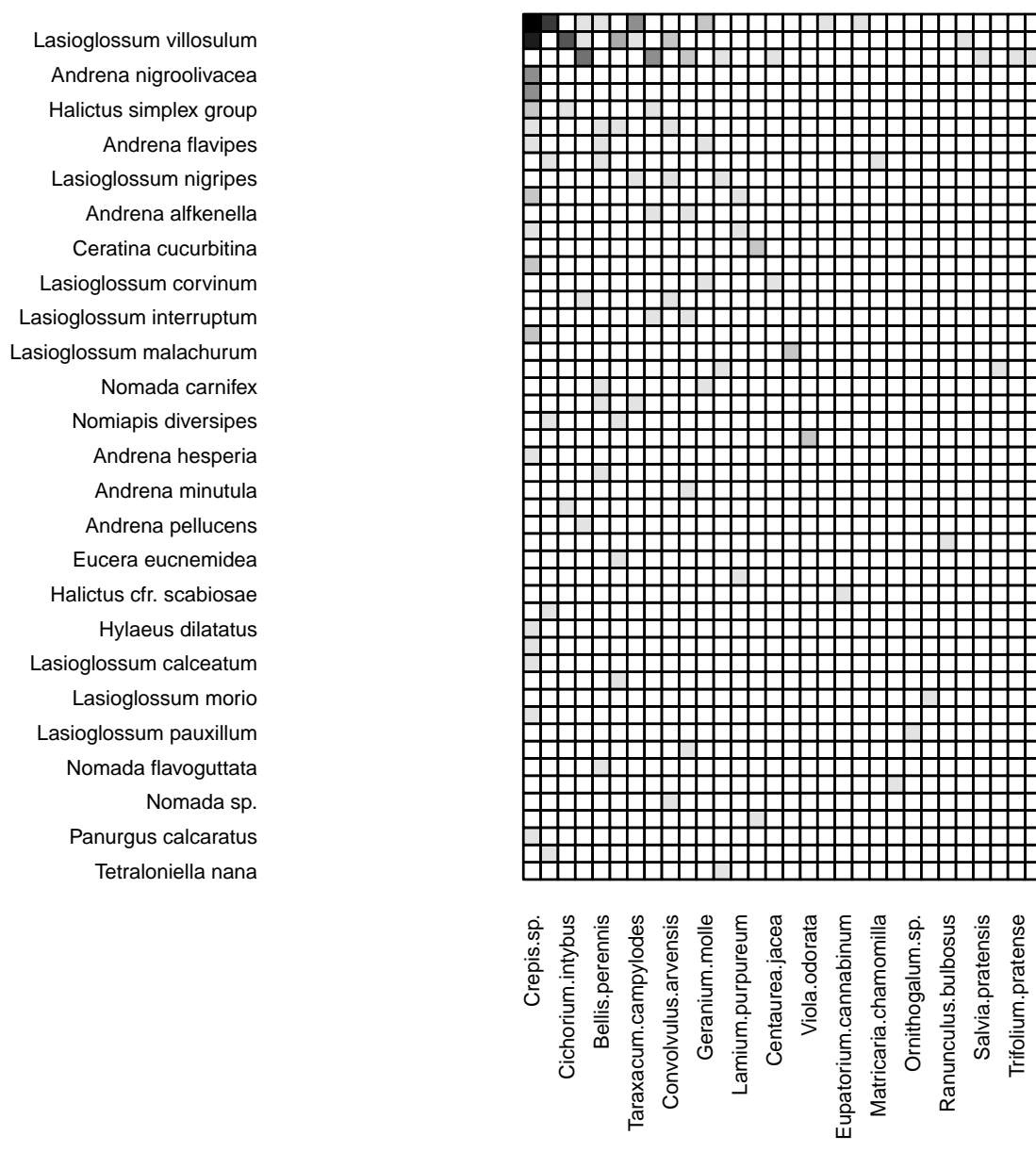


Figura 6: grafico grigliato del network piante e impollinatori del sito ERESP.

I seguenti indici (Tab. 7) sono utili per definire le comunità di studio, composte da piante entomofile e pronubi nei rispettivi agroecosistemi, nella loro interezza:

	Agroecosistema intensivo (AI)	Agroecosistema seminaturale (ES)
modularity Q	0.68799102	0.52705368
Fisher alpha	44.28707632	81.81804837
Shannon diversity	3.63724646	3.99898038

Tabella 7: indici relativi all'intero network piante-impollinatori.

A differenza degli indici precedentemente citati, le presenti metriche (Tab. 8) invece definiscono la comunità di interesse a livello di gruppo:

	Agroecosistema intensivo (AI)	Agroecosistema seminaturale (ES)
Number of species HL	18.00000000	30.00000000
Number of species LL	32.00000000	50.00000000
Mean number of links HL	5.31313131	8.74850299
Mean number of links LL	2.39393939	4.79640719

Tabella 8: indici separati relativi sia al network composto da piante che da impollinatori.

3.10 Rete di moduli per le specie di piante e api nei siti ERAI/ERESP

La modularità per le specie di piante e api identificate nei siti ERAI e ERESP dell'Emilia-Romagna ha definito il grado di compartimentalizzazione della rete di moduli attraverso le funzioni descritte nel relativo capitolo 2.12 e definito i seguenti risultati. I seguenti dati (Tab. 9) esprimono il valore di somiglianza associato al valore della modularità per entrambi gli ecosistemi oggetto di studio:

	Agroecosistema intensivo (AI)	Agroecosistema seminaturale (ES)
Modularità	0.6771758	0.5245437

Tabella 9: valore della modularità per i siti ERAI es ERESP.

Il valore può essere compreso tra 0 e 1. Dove valore 0 significa che la comunità non presenta interazioni tra le parti ed è difficilmente riconducibile a sotto-comunità quali i moduli, mentre il valore 1 indica che la comunità è perfettamente compartimentata e tutte le interazioni sono riconducibili all'interno di un modulo specifico (Dormann et al., 2014). I grafici sottostanti definiscono i vari network per agroecosistema intensivo (Fig. 7) e seminaturale (Fig. 8) in base al valore della modularità (verosimiglianza). I quadranti rossi rappresentano i moduli e al loro interno sono indicate le interazioni pesate tra le specie di piante ed il relativo impollinatore, maggiore è la forza dell'interazione e maggiore sarà l'intensità del colore (blu).

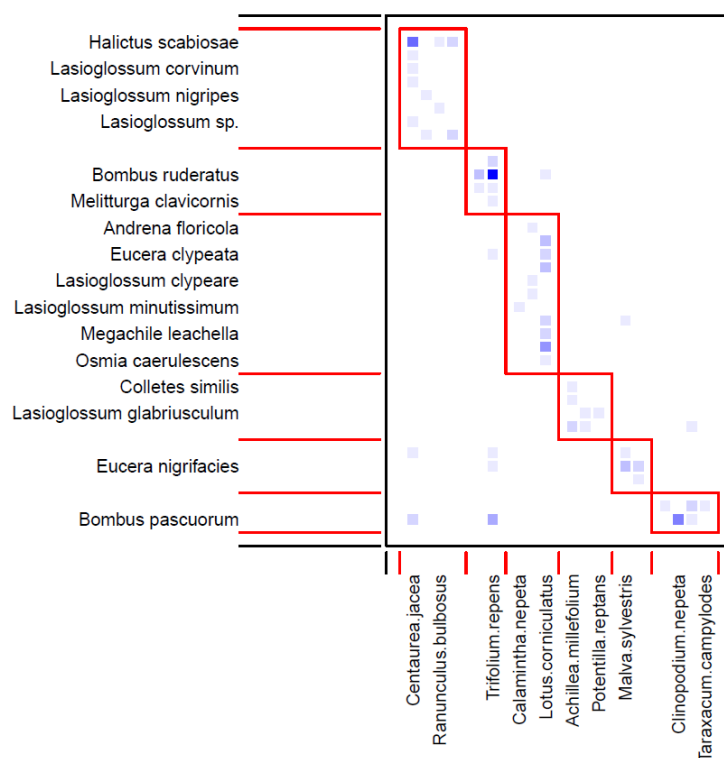


Figura 7: moduli ed interazioni tra piante ed impollinatori del sito ERAI.

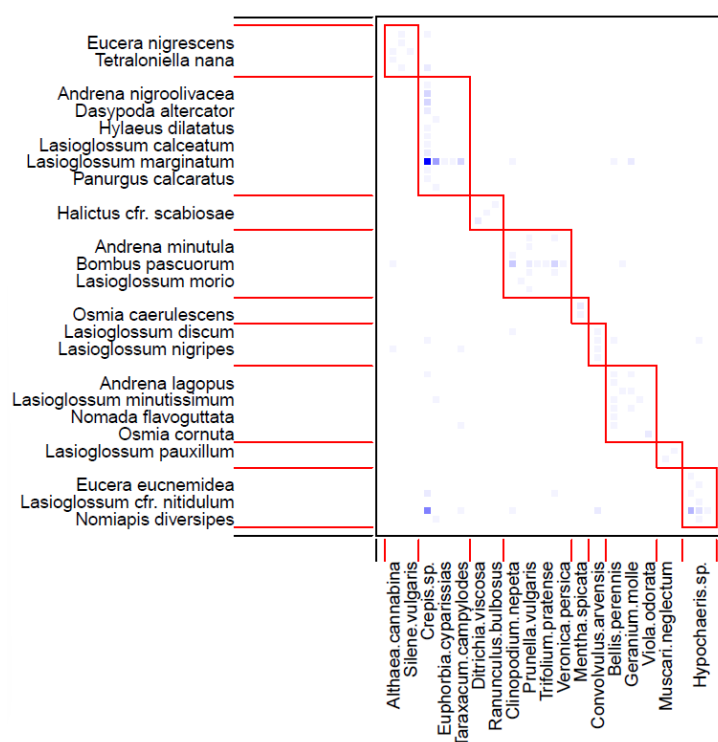


Figura 8: moduli ed interazioni tra piante ed impollinatori del sito ESP.

Le interazioni pianta/impollinatore che si trovano all'interno dello stesso modulo costituiscono legami tra le parti più solidi rispetto alle interazioni tra elementi di moduli differenti.

4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

4.1 Considerazioni conclusive

Questo studio ha evidenziato l'importanza di considerare le collezioni di exsiccata in relazione al network ecologico composto da piante ed impollinatori ubicato nei rispettivi siti di studio BeeNet.

In particolare, il presente studio ha definito la mancanza di 76 specie vegetali nella collezione dell'Erbario Generale ed ha consentito di verificare la presenza di specie oggi considerate rare ed endemiche nell'Erbario Storico di Antonio Bertoloni. In questo modo, oltre a definire le specie idonee per nuove erborizzazioni secondo i criteri prestabiliti, è stato possibile constatare che tutte le specie rare ed endemiche presenti nella Flora italica sono state rilevate durante le identificazioni della flora entomofila nei siti BeeNet. Determinando, dunque, che dalla sua pubblicazione non sono avvenuti cambiamenti floristici (Alessandrini, 2007) dovuti alla scomparsa di specie oggi considerate rare ed endemiche. Sebbene la maggior parte delle specie considerate sia presente in erbario ritengo importante implementare la collezione, per avere altri campioni di confronto.

Considerato il grado di similarità floristica (al rango di genere) tra i siti intensivi (ABAI, CAAI, ERAI, FRAI, PIAI, PUIAI, SAAI, SIAI, TOAI, UMAI, VEAI) e seminaturali (ABES, CAESD, ERESP, FRES, PIES, PUES, SAES, SIES, TOES, UMES, VEES) l'indice di Sørensen denota un alto numero di generi differenti e ciò constata che i siti intensivi hanno una minor ricchezza tassonomica rispetto a quelli seminaturali. Mentre la macroregione del CENTRO dimostra di avere un maggiore numero di generi in comune rispetto agli agroecosistemi delle altre macroregioni rivelando un minore diversità. I presenti indici sono utili nel rivelare l'impatto dell'agricoltura sui presenti agroecosistemi, definendo così il loro stato di salute.

L'analisi dei network nei siti ERAI/ERESP della regione Emilia-Romagna, in particolare il calcolo della modularità e dell'indice di Fisher alpha, indica che la struttura delle comunità piante-impollinatori è maggiormente articolata nei siti seminaturali. Dunque, posso ipotizzare che le comunità di impollinatori necessitano di un ambiente più eterogeneo in grado di sostenerle sia dal punto di vista delle risorse trofiche sia per la più ampia disponibilità di siti di nidificazione non disturbati.

Le reti mutualistiche sono fortemente soggette alle modifiche ambientali, prevalentemente causate dalle azioni antropiche, e la stabilità delle reti di impollinazione può subire impatti negativi quando la maggior parte delle specie presentano connessioni reciproche che si interrompono. Dunque, è di assoluta importanza la tutela degli impollinatori e della relativa flora entomofila al fine di evitare il collasso delle interazioni tra piante-impollinatori e preservare la diversità funzionale della comunità.

5 RIFERIMENTI

Riferimenti bibliografici

- Blunt W., Raphael S., Monateri E. N., Gli erbari: manoscritti e libri dall'antichità all'età moderna, Umberto Allemandi, 1989.
- Raffaelli M., L'erbario come fonte di informazione per le ricerche corologiche ed ecologiche, "Il museo di storia naturale dell'Università di Firenze. Ediz. italiana e inglese", Firenze University Press, Vol. 2, pag. 307, 2009.
- Raddi G., Digitalizzazione della collezione di pteridofite brasiliane, 2018.
- von Engelhardt D., Luca Ghini (1490-1556): il padre fondatore della botanica moderna nel contesto dei rapporti scientifici europei del sedicesimo secolo, Museo, 2011.
- Miramonti M., Sistema museale d'Ateneo: guida ai 13 musei universitari di Bologna, Minerva Edizioni, 2004.
- Mossetti U., Cristofolini G., Storia e stato attuale dell'Hortus Siccus di Antonio Bertoloni, "Mem Accad Lunigianese Sci "Giovanni Capellini", pag. 40-41, 1992.
- Baldini R. M., Macvean A. L., Cristofolini G., Daniel T. F., Managlia A., Galloni M., Synopsis and typification of the names published by Antonio Bertoloni in *Florula Guatimalensis* and in preceding publications, *Phytotaxa*, Vol. 420, Num. 3, pag. 199-223, 2019.
- Moggi G., Storia delle collezioni botaniche del Museo, "Il Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze", Vol. 2, pag. 3-57, 2009.
- Bonini I., L'Herbarium Universitatis Senensis: storia, personaggi, erbari, "L'Herbarium Universitatis Senensis", CLUEB, pag. 1000-1014, 2006.
- Greve M., Lykke A. M., Fagg C. W., Gereau R. E., Lewis G. P., Marchant R., Marshall A. R., Ndayishimiye J., Bogaert J., Svenning J-C, Realising the potential of herbarium records for conservation biology, "South African Journal of Botany", Elsevier, Vol. 105, pag. 317-323, 2016.
- Bartolozzi L., Sforzi A., Le collezioni entomologiche, "Il Museo di storia naturale dell'Università degli studi di Firenze", Firenze University Press, Vol. 1, pag. 107, 2009.
- Monechi S., Rook L., Il Museo di Storia Naturale dell'Università degli Studi di Firenze. Le collezioni geologiche e paleontologiche, Firenze University Press, Vol. 3, 2009.

- Corradini E., La catalogazione e nuove tecnologie informatiche per l'accessibilità al patrimonio naturalistico, "Memorie del XX Congresso ANMS–Associazione Nazionale Musei Scientifici, I musei delle scienze e la biodiversità, Ferrara", pag. 17-19, 2010.
- De Felici S., Martellos S., Produzione e aggregazione di dati primari di biodiversità nel sistema italiano dei musei naturalistici.
- Minicante S. A., Birello G., Ceregato A., Perin A., Rapporto Tecnico, 2017.
- Clementi M., Nuovi strumenti per l'accesso alle collezioni dell'Herbarium Patavinum, "Museol. Sci. Mem", Vol. 11, pag. 145-148, 2011.
- Di Prisco G., Caprio E., CENNI DI MORFOLOGIA, ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'APE, "Gestione igienico sanitaria degli apiari a salvaguardia dell'ambiente e della biodiversità", pag. 25, 2019.
- Krishna S., Keasar T., Morphological complexity as a floral signal: from perception by insect pollinators to co-evolutionary implications, "International Journal of Molecular Sciences", MDPI, Vol. 19, Num. 6, pag. 1681, 2018.
- Manino A., Porporato M., Api selvatiche: importanza e problematiche, 2013.
- Bortolotti L., Api e impollinazione: L'importanza della biodiversità per la produzione agricola e la conservazione degli ecosistemi, "Natura bresciana: annuario del Museo Civico di Storia Naturale di Brescia", Museo Civico di Science Naturali di Brescia, Num. 42. pag. 73-84, 2019.
- Filippi L., Strumia F., Gli Imenotteri Apoidei della Riserva Naturale di Monterufoli-Caselli (PI): un hotspot di biodiversità, 2018.
- Formato G., D'Ascenzi C., Mosca M., Bava R., Valentini L., Api e Ambiente-Manuale operativo, Società Italiana di Medicina Veterinaria Preventiva, 2020.
- Bellucci V., Piotto B., Silli V. (a cura di), 2021. Piante e insetti impollinatori: un'alleanza per la biodiversità. ISPRA, Serie Rapporti, 350/2021
- Caporali F., Mancinelli R., Campiglia E., Di Felice V., Vazzana C., Lazzerini G., Benedetti A., Mocali S., Calabrese J., Indicatori di Biodiversità per la Sostenibilità in Agricoltura, "ISPRA, Roma, Italy", 2009.
- Gomez J. M., Bosch J., Perfectti F., Fernández JD, Abdelaziz M., Camacho J. P. M., Spatial variation in selection on corolla shape in a generalist plant is promoted by the preference patterns of its local pollinators, "Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences", The Royal Society London, Vol. 275, Num. 1648, pag. 2241-2249, 2008.

- Dohzono I., Yokoyama J., Impacts of alien bees on native plant-pollinator relationships: A review with special emphasis on plant reproduction, "Applied Entomology and Zoology", Japanese Society of Applied Entomology and Zoology, Vol. 45, Num. 1, pag. 37-47, 2010.
- LeBuhn G., Luna J. V., Pollinator decline: what do we know about the drivers of solitary bee declines?, Elsevier, Vol. 46, pag. 106-111, 2021.
- Campan R., Scapini R.; Etologia, Bologna, Zanichelli, 2004.
- Turillazzi S., West-Eberhard M. J., Evoluzione della socialità, 2007.
- Aldini R. N., Etologia degli Apoidei presociali (Hymenoptera Apoidea), 2007.
- Alternativi - Pronubi Naturali, Pronubi naturali alternativi alle api mellifiche nell'impollinazione dei frutteti, "Vol. 179.-Atti e memorie dell'Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona", Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona, pag. 375, 2005.
- Quaranta M., Cornalba M., Biella P., Comba M., Battistoni A., Rondinini C., Teofili C., Lista rossa IUCN delle api italiane minacciate (IUCN Red List of Italian threatened bees, "Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: Roma, Italy", pag. 67, 2018.
- Bianco P. M., Bellucci V., Sannino R., Silli V. Gli Apoidei e l'agricoltura sostenibile. 16/2021. ISPRA (2021).
- EU Pollinators Initiative and others, Brussels, 1.6. 2018. COM (2018) 395 final.
- Comitato Capitale Naturale, Terzo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia, Roma, 2019.
- ISPRA (2020). Il declino delle api e degli impollinatori. Le risposte alle domande più frequenti. Quaderni Natura e Biodiversità n.12/2020. ISBN 978-88-448-1000-9, 43 p.
- Kennedy C. M., Lonsdorf E., Neel M. C., Williams N. M., Ricketts T. H., Winfree R., Bommarco R., Brittain C., Burley A. L., Cariveau D. and others, A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems, "Ecology letters", Wiley Online Library, Vol. 16, Num. 5, pag. 584-599, 2013.
- Serini G. Bolchi., Istituto di Entomologia agraria Università degli Studi-Milano.
- De Jager M. L., Dreyer L. L., Ellis A. G., Do pollinators influence the assembly of flower colours within plant communities?, "Oecologia", Springer, Vol. 166, Num. 2, pag. 543-553, 2011.

- Lázaro A., Jakobsson A., Totland Ø., How do pollinator visitation rate and seed set relate to species' floral traits and community context?, "Oecologia", Springer, Vol. 173, Num. 3, pag. 881-893, 2013.
- Neal P. R., Dafni A., Giurfa M., Floral symmetry and its role in plant-pollinator systems: terminology, distribution, and hypotheses, "Annual Review of Ecology and Systematics", JSTOR, pag. 345-373, 1998.
- Andreatta D., Scotton M., Fontana P., Zanutelli L., Conservare i prati ricchi di specie per conservare le api: relazione tra apoidei selvatici e comunità vegetali in Val di Fiemme, "BIOAGRIMONT". pag. 32, 2022.
- Lodesani M., Bortolotti L., Medrzycki P., Mutinelli F., Gallina A., Granato A., Bozza M. A., Porrini C., Sgolastra F., Draghetti S. and others, La rete nazionale di monitoraggio apistico. ISPRA, La realizzazione in Italia del Progetto Corine Land Cover 2006, "Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale", Vol. 131, pag. 50, 2010.
- Munafò M., Marinosci I., Territorio. Processi e trasformazioni in Italia, "ISPRA, Rapporti", Vol. 296, pag. 2018, 2018.
- Rossi G., Montagnani C., Gargano D., Peruzzi L., Abeli T., Ravera S., Cogoni A., Fenu G., Magrini S., Gennai M. and others, Lista Rossa IUCN della Flora Italiana. 1. Policy Species e altre specie minacciate, Società Botanica Italiana, 2013.
- Rossi G., Orsenigo S., Gargano D., Montagnani C., Peruzzi L., Fenu G., Abeli T., Alessandrini A., Astuti G., Bacchetta G. and others, Lista Rossa della Flora Italiana. 2 Endemiti e altre specie minacciate, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2020.
- Turland N. J., Wiersema J. H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D. L., Herendeen P. S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D., Marhold K. and others, International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017., Koeltz botanical books, 2018.
- Satta A., Floris I., Pigliaru G., DataBees: uno strumento informatico per la gestione delle risorse Api e Mieli, "Apoidea", Vol. 1, pag. 25-30, 2004.
- Biondi M., Osservazioni comparative sul comportamento di tre indici di similarità per dati binari, "Biogeographia—The Journal of Integrative Biogeography", Vol. 11, Num. 1, 1987.
- Oksanen J., Vegan: ecological diversity. R Project, 2013.
- Marion Z. H., Fordyce J. A., Fitzpatrick B. M., Pairwise beta diversity resolves an underappreciated source of confusion in calculating species turnover, Wiley Online Library, 2017.

Maragoni L., Combinazione di modelli grafici per l'analisi di network biologici.

Bosch J., Martín González A. M., Rodrigo A., Navarro D., Plant-pollinator networks: adding the pollinator's perspective, "Ecology letters", Wiley Online Library, Vol. 12, Num. 5, pag. 409-419, 2009.

Devoto M., Bailey S., Craze P., Memmott J., Understanding and planning ecological restoration of plant-pollinator networks, "Ecology letters", Wiley Online Library, Vol. 15, Num. 4, pag. 319-328, 2012.

Olesen J. M., Bascompte J., Dupont Y. L., Jordano P., The modularity of pollination networks, "Proceedings of the National Academy of Sciences", National Acad Sciences, Vol. 104, Num. 50, pag. 19891-19896, 2007.

Goffe W. L., Ferrier G. D., Rogers J., Global optimization of statistical functions with simulated annealing, "Journal of econometrics", Elsevier, Vol. 60, Num. 1-2, pag. 65-99, 1994.

Dormann C. F., Strauss R., A method for detecting modules in quantitative bipartite networks, "Methods in Ecology and Evolution", Wiley Online Library, Vol. 5, Num. 1, pag. 90-98, 2014.

Alessandrini A., Un database di schedatura della Flora Italica di Antonio Bertoloni, "Inf. Bot. It.", Vol. 39, pag. 343-350, 2007.

Riferimenti sitografici

KEW – Royal Botanical Garden, "The Herbarium", 2019.

<https://www.kew.org/science/collections-and-resources/collections/herbarium>

Consultato il 15/06/2022.

SMA – Sistema Museale di Ateneo, "L'orto botanico e l'erbario si presentano", 2022.

<https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/orto-botanico-ed-erbario/>

Consultato il 15/05/2022.

SMA – Sistema Museale di Ateneo, "Antonio Bertoloni: Hortus Siccus Exoticus", 2022.

<https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/orto-botanico-ed-erbario/collezioni/antonio-bertoloni-hortus-siccus-exoticus-erbario>

Consultato il 15/05/2022.

SMA – Sistema Museale di Ateneo, "Antonio Bertoloni: Flora Italica E Hortus Siccus Florae Italicae", 2022.

<https://sma.unibo.it/it/il-sistema-museale/orto-botanico-ed-erbario/collezioni/antonio-bertoloni-flora-italica-e-hortus-siccus-florae-italicae>

Consultato il 15/05/2022.

ISPRA, "Collezioni Naturalistiche Biologiche", 2022.

<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/museo/collezioni-naturalistiche-biologiche>

Consultato il 10/06/2022.

WWF, "Impollinatori d'Italia", 2020.

<https://www.wwf.it/pandanews/ambiente/impollinatori-ditalia/>

Consultato il 27/08/2022.

Apicoltura.ch, "I bombi", 2022.

<https://www.apicoltura.ch/apidologia/i-bombi.html>

Consultato il 20/05/2022.

European Commission – CORDIS, "Safeguarding European wild pollinators", 2022.

<https://cordis.europa.eu/project/id/101003476/it>

Consultato il 25/06/2022.

The SPRING project, "Strengthening Pollinator Recovery through Indicators and monitoring", 2022.

<https://www.ufz.de/spring-pollination/>

Consultato il 30/06/2022.

LIFE 4 Pollinators, "LIFE 4 Pollinators", 2022.
<https://www.life4pollinators.eu/>
Consultato il 25/06/2022.

Life PollinAction, "Life PollinAction", 2021.
<https://mizar.unive.it/lifepollinaction.eu/>
Consultato il 30/06/2022.

X-Polli:Nation, "X-Polli:Nation", 2019.
<https://xpollination.org/>
Consultato il 30/06/2022.

ORBIT PROJECT - Taxonomic resources for European bees, "Bee diversity in Europe", 2021.
<https://orbit-project.eu/>
Consultato il 30/06/2022.

Il progetto BeeNet, "Il progetto BeeNet", 2022.
<https://beenet.crea.gov.it/il-progetto-beenet/>
Consultato il 12/05/2022.

BeeNet – Un osservatorio della biodiversità delle api selvatiche, "Biodiversità delle api selvatiche", 2022.
<https://beenet.crea.gov.it/>
Consultato il 12/05/2022.

BeeNet – Una rete di più di 350 centraline biologiche costituite da alveari e arnie tecnologiche, "Rete di alveari e arnie", 2022.
<https://beenet.crea.gov.it/rete-api-mellifere/>
Consultato il 12/05/2022.

BeeNet – Perché bisogna controllare le api selvatiche, "Controllo delle api selvatiche", 2022.
<https://beenet.crea.gov.it/2022/03/16/perche-bisogna-controllare-le-api-selvatiche/>
Consultato il 12/05/2022.

BeeNet – Come BeeNet osserva le api selvatiche, "Come BeeNet osserva le api selvatiche", 2022.
<https://beenet.crea.gov.it/2022/07/31/come-beenet-osserva-le-api-selvatiche%EF%BF%BC/>
Consultato il 31/07/2022.

WFO – The World Flora Online, "Online Flora of All Known Plants", 2022.
<http://www.worldfloraonline.org/>
Consultato il 25/04/2022.

BRAHMS DATABASE – Management of Natural History, "BRAHMS DATABASE", 2022.
<https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/>
Consultato il 25/04/2022.

IUCN – Comitato italiano, "Liste Rosse italiane", 2022.
<http://www.iucn.it/liste-rosse-italiane.php>
Consultato il 28/04/2022.

The R Project for Statistical Computing, "R Project", 2022.
<https://www.r-project.org/>
Consultato il 16/06/2022.

6 APPENDICE

6.1 Appendice 1

^t Famiglia	Genere	Specie	EG-NP	AGR	RC	OOSG	SD
Amaryllidaceae	Narcissus	Narcissus var. ornamentale		Friuli (FRES)	X		X
Apiaceae	Ammi	Ammi majus L.	X	Sicilia (SIAI)	X		
		Ammi visnaga Gaertn.	X	Sicilia (SIAI/-SIES)	X		
	Oenanthe	Oenanthe sp.		Campania (CAESD)	X		X
	Rouya	Rouya sp.	X	Emilia-Romagna (ERESP)	X		X
	Scandix	Scandix sp.		Emilia-Romagna (ERAI)	X		X
	Smyrnum	Smyrnum olusatrum L.		Sardegna (SAAI)	X	X	
	Visnaga	Visnaga daucoides Gaertn.	X	Campania (CAAI)	X		
Apocynaceae	Periploca	Periploca graeca L.		Toscana (TOAI)	X	X	
Asparagaceae	Ornithogalum	Ornithogalum sp.		Emilia-Romagna (ERAI/ERESP)	X		X
		Ornithogalum comosum L.		Abruzzo (ABAI/ABES)	X	X	
Boraginaceae	Cerinthe	Cerinthe major L.		Abruzzo (ABAI); Puglia (PUAI); Sardegna (SAAI)	X	X	
	Cynoglossum	Cynoglossum creticum Mill.	X	Sardegna (SAAI/-SAES)	X		
Brassicaceae	Arabidopsis	Arabidopsis sp.	X	Piemonte (PIAI)	X		
	Brassica	Brassica sp.		Campania (CAAI/-CAESD)	X		X
	Cardamine	Cardamine sp.		Campania (CAESD)	X		X
	Lepidium	Lepidium draba L.		Emilia-Romagna (ERAI)	X	X	
	Sinapis	Sinapis sp.		Campania (CAESD)	X		X

t

Caprifoliaceae	Cephalaria	Cephalaria transsylvanica L.	X	Abruzzo (ABAI/A-BES)	X		
	Scabiosa	Scabiosa atropurpurea L.	X	Sicilia (SIES); Toscana (TOES); Umbria (UMAI/U-MES)	X		
Caryophyllaceae	Cerastium	Cerastium glomeratum Thuill.	X	Abruzzo (ABAI/A-BES); Campania (CAAI); Friuli (FRAI); Piemonte (PIAI/-PIES); Sardegna (SAAI/-SAES)	X		
	Paronychia	Paronychia sp.		Sardegna (SAAI)	X		X
	Petrorragia	Petrorragia dubia Raf.	X	Sardegna (SAES)	X		
Compositae	Achillea	Achillea roseoalba Ehrend.	X	Friuli (FRES)	X		
	Ambrosia	Ambrosia artemisiifolia L.	X	Piemonte (PIES)	X		
		Ambrosia psilostachya DC.	X	Piemonte (PIAI)	X		
	Anacyclus	Anacyclus clavatus (Desf.) Pers.	X	Sicilia (SIAl); Toscana (TOAI)	X		
	Anthemis	Anthemis sp.		Piemonte (PIAI/-PIES)	X		X
	Aster	Aster subulatus Michx.		Campania (CAAI)	X	X	
	Bellis	Bellis sp.		Puglia (PUES)	X	X	X
	Calendula	Calendula sp.		Emilia-Romagna (ERAI)	X		X
	Carduus	Carduus sp.		Sicilia (SIAl)	X		X
	Carthamus	Carthamus caeruleus L.	X	Sicilia (SIES)	X		
	Cirsium	Cirsium tenoreanum Petr.		Abruzzo (ABES)	X	X	

t

	Cota	Cota tinctoria (L.) J.Gay	X	Abruzzo (ABAI/A-BES); Campania (CAAI); Friuli (FRAI); Piemonte (PIAI/-PIES); Sardegna (SAAI/-SAES); Umbria (UMAI/U-MES)	X		
	Crepis	Crepis biennis L.		Friuli (FRES)	X	X	
		Crepis sp.		Campania (CAAI/-CAESD); Emilia-Romagna (ERAI/E-RESP); Piemonte (PIAI/-PIES); Puglia (PUES)	X		X
		Crepis taraxacifolia Thuill.	X	Friuli (FRAI)	X		
	Cyanus	Cyanus segetum Hill.	X	Piemonte (PIES)	X		
	Dittrichia	Dittrichia viscosa (L.) Greuter	X	Abruzzo (ABES); Sardegna (SAAI/-SAES); Toscana (TOES)	X		
	Erigeron	Erigeron canadensis L.	X	Puglia (PUES)	X		
	Galatella	Galatella lino-syris (L.) Rchb.	X	Toscana (TOES)	X		
	Glebionis	Glebionis coronaria (L.) Tzvelev	X	Puglia (PUAI); Sardegna (SAAI/-SAES); Sicilia (SIAI)	X		
		Glebionis segetum Fourr.	X	Campania (CAAI); Sardegna (SAES)	X		

t

	Helminthotheca	Helminthotheca echioides (L.) Holub	X	Abruzzo (ABAI/A- BES); Campania (CAESD); Sardegna (SAAI/- SAES); Sicilia (SAI/- SIES); Umbria (UMAI)	X		
	Hieracium	Hieracium glaucinum Jord.		Toscana (TOES)	X	X	
		Hieracium sp.		Abruzzo (ABAI)	X		X
	Hypochaeris	Hypochaeris achyrophorus L.	X	Sardegna (SAAI/- SAES)	X		
		Hypochaeris radicata L.	X	Friuli (FRAI/- FRES); Piemonte (PIAI); Sardegna (SAES)	X		
	Inula	Inula sp.		Campania (CAESD)	X		X
	Jacobaea	Jacobaea del- phiniifolia (Vahl) Pelser & Veldkamp	X	Sardegna (SAAI)	X		
		Jacobaea eru- cifolia (L.) P.Gaertn., B.Mey. & Schreb.	X	Abruzzo (ABAI/A- BES)	X		
	Lactuca	Lactuca sp.		Campania (CAAI/- CAESD); Emilia- Romagna (ERAI/E- RESP); Piemonte (PIAI/- PIES)	X		X
		Lactuca vimi- nea (L.) J.Presl & C.Presl	X	Abruzzo (ABES)	X		
	Scolymus	Scolymus gran- diflorus Desf.	X	Sicilia (SAI;SIES)	X		

t

	Sonchus	Sonchus sp.		Piemonte (PIAI/-PIES)	X		X
	Tanacetum	Tanacetum sp.		Emilia-Romagna (ERESP)	X		X
	Taraxacum	Taraxacum campylodes G.E.Haglund	X	Campania (CAESD); Emilia-Romagna (ERAI/ERESP); Piemonte (PIAI/-PIES); Umbria (UMAI;UMES)	X		
Convolvulaceae	Convolvulus	Convolvulus cantabrica L.	X	Sardegna (SAES)	X		
		Convolvulus sp.	X	Campania (CAAI/-CAESD); Emilia-Romagna (ERAI/ERESP); Piemonte (PIAI;PIES)	X		X
		Convolvulus tricolor L.	X	Sicilia (SIAI/-SIES)	X		
Cucurbitaceae	Bryonia	Bryonia cretica L.	X	Emilia-Romagna (ERAI)	X		
	Ecballium	Ecballium elaterium (L.) A.Rich.		Puglia (PUAI); Sicilia (SIAI)	X	X	
Dioscoreaceae	Dioscorea	Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin	X	Sardegna (SAES)	X		
Euphorbiaceae	Euphorbia	Euphorbia insularis Boiss.	X	Sicilia (SIAI/-SIES)	X		
	Mercurialis	Mercurialis sp.		Campania (CAAI)	X		X
Gentianaceae	Centaurium	Centaurium maritimum Fritsch	X	Sardegna (SAAI/-SAES)	X		

t

		<i>Centaureum tenuiflorum</i> (Hoffmanns. & Link) Fritsch		Campania (CAAI); Sardegna (SAAI/-SAES); Toscana (TOES); Umbria (UMAI)	X	X	
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>Erodium moschatum</i> (Burm.f.) L'Hér.		Sardegna (SAAI/-SAES); Sicilia (SAI/-SIES)	X	X	
Iridaceae	<i>Crocus</i>	<i>Crocus vernus</i> (L.) Hill	X	Friuli (FRES)	X		
		<i>Crocus versicolor</i> Ker Gawl.		Puglia (PUES)	X	X	
Lamiaceae	<i>Ajuga</i>	<i>Ajuga reptans</i> (L.) Schreb.		Sardegna (SAAI)	X	X	
		<i>Ajuga</i> sp.	X	Campania (CAESD)	X		X
	<i>Clinopodium</i>	<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze	X	Abruzzo (ABAI); Campania (CAAI/-CAESD); Emilia-Romagna (ERAI/ERESP); Sardegna (SAAI); Umbria (UMES)	X		
	<i>Lamium</i>	<i>Lamium bifidum</i> Cirillo	X	Abruzzo (ABAI)	X		
	<i>Mentha</i>	<i>Mentha</i> sp.		Campania (CAESD)	X		X
Leguminosae	<i>Bituminaria</i>	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) C.H.Stirt.	X	Abruzzo (ABES); Campania (CAESD)	X		
	<i>Dorycnium</i>	<i>Dorycnium hirsutum</i> (L.) Ser.	X	Piemonte (PIES); Toscana (TOES)	X		
	<i>Hippocrepis</i>	<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen	X	Toscana (TOES)	X		

t

	Lotus	Lotus dorycnium L.	X	Campania (CAESD)	X		
		Lotus herba-ceus (Vill.) Jauzein	X	Abruzzo (ABES)	X		
		Lotus sp.		Piemonte (PIES)	X		X
		Lotus tetragonolobus L.	X	Sardegna (SAAI/-SAES)	X		
	Medicago	Medicago littoralis Rohde ex Loisel.	X	Sardegna (SAES)	X		
		Medicago polymorpha L.	X	Abruzzo (ABAI/A-BES); Sardegna (SAAI/-SAES); Toscana (TOES); Umbria (UMAI)	X		
		Medicago rugosa Desr.	X	Puglia (PUAI)	X		
		Medicago scutellata (L.) Mill.	X	Abruzzo (ABAI); Puglia (PUES)	X		
	Melilotus	Melilotus albus Medik.	X	Toscana (TOAI)	X		
		Melilotus indicus (L.) All.	X	Puglia (PUAI); Sicilia (SIES); Toscana (TOAI)	X		
	Securigera	Securigera varia (L.) Lassen	X	Emilia-Romagna (ERESP); Veneto (VEES)	X		
	Sulla	Sulla coronaria (L.) Medik.	X	Abruzzo (ABAI/A-BES)	X		
	Trifolium	Trifolium sp.		Campania (CAESD)	X		
		Trifolium subterraneum L.		Sardegna (SAAI/-SAES)	X	X	
	Trigonella	Trigonella altissima (Thuill.) Coulot & Rabaute	X	Abruzzo (ABES)	X		

t

	Vicia	Vicia angustifolia L.		Friuli (FRAI/-FRES)	X	X	
		Vicia benghalensis L.	X	Sardegna (SAES)	X		
		Vicia faba L.	X	Umbria (UMAI/UMES)	X		
		Vicia sp.		Campania (CAESD); Sardegna (SAAI/-SAES)	X		X
Linaceae	Linum	Linum strictum L.		Sardegna (SAES)	X	X	
		Linum trigynum L.		Abruzzo (ABES); Sardegna (SAES)	X	X	
		Linum usitatissimum L.	X	Abruzzo (ABES)	X		
		Linum usitatissimum L. subsp. angustifolium	X	Sardegna (SAES)	X		
Malvaceae	Malva	Malva multiflora (Cav.) Soldano, Banfi & Galasso	X	Puglia (PUAI); Sardegna (SAAI/-SAES)	X		
Oleaceae	Ligustrum	Ligustrum lucidum W.T. Aiton	X	Friuli (FRAI)	X		
	Olea	Olea europaea L.	X	Sardegna (SAAI)	X		
Orobanchaceae	Bartsia	Bartsia trixago L.		Campania (CAESD)	X	X	
	Phelipanche	Phelipanche sp.	X	Sardegna (SAES)	X		
Oxalidaceae	Oxalis	Oxalis corniculata L.		Campania (CAESD)	X	X	
		Oxalis pes-caprae L.	X	Puglia (PUAI); Sardegna (SAES); Sicilia (SAI/-SIES)	X		
Papaveraceae	Fumaria	Fumaria bastardii Boreau	X	Puglia (PUAI/-PUES)	X		
	Papaver	Papaver apulum Ten.	X	Puglia (PUAI)	X		

<i>t</i>		Papaver du- bium L.	X	Abruzzo (ABAI)	X		
		Papaver hybri- dum L.	X	Puglia (PUES); Sardegna (SAAI)	X		
Plantaginaceae	Veronica	Veronica fili- formis Sm.		Veneto (VEES)	X	X	
		Veronica sp.		Emilia- Romagna (ERAI); Puglia (PUES)	X		X
Polygonaceae	Persicaria	Persicaria la- pathifolia (L.) Delarbre	X	Piemonte (PIES)	X		
		Persicaria ma- culosa Gray	X	Umbria (UMAI)	X		
Primulaceae	Lysimachia	Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	X	Abruzzo (ABAI/A- BES); Puglia (PUAI); Sardegna (SAAI/- SAES)	X		
Ranunculaceae	Delphinium	Delphinium consolida L.	X	Abruzzo (ABAI)	X		
	Ranunculus	Ranunculus fi- caria L.	X	Abruzzo (ABAI/A- BES); Campania (CAESD); Emilia- Romagna (ERESP); Piemonte (PIES); Sardegna (SAAI)	X		
Rosaceae	Malus	Malus sp.		Piemonte (PIES)	X	X	
	Rosa	Rosa sp.		Piemonte (PIES)	X		X
	Rubus	Rubus sp.		Campania (CAAI/- CAESD); Piemonte (PIES)	X		X
Rubiaceae	Cruciata	Cruciata sp.		Campania (CAESD)	X		X
Solanaceae	Solanum	Solanum ame- ricanum Mill.	X	Campania (CAAI/- CAESD); Sicilia (SIAI)	X		

Tabella 10: flora entomofila rilevata nei siti BeeNet idonea ad essere erborizzata.

Abbrev.: EG-NP = specie non presente in Erbario generale; AGR = regioni alle quali richiedere un campione; RC = richiesta di un campione; OOSG = presenza di un solo campione in Erbario Generale; SD = mancato riconoscimento dell'epiteto scientifico.

6.2 Appendice 2

t

Famiglia	Genere	Specie	CS
Asparagaceae	Loncomelos	Loncomelos brevistylum (Wolfner) Dostál	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Ornithogalum pyramidale L.
Brassicaceae	Erucastrum	Erucastrum incanum W.D.J.Koch	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Hirschfeldia incana L.
	Microthlaspi	Microthlaspi perfoliatum (L.) F.K.Mey.	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Thlaspi perfoliatum L.
Cistaceae	Cistus	Cistus scoparius	Nome scientifico inesistente
Compositae		Asteraceae*	Nome scientifico inesistente
		Composita gialla	Nome scientifico inesistente
	Hypochaeris	Hypochaeris	Nome scientifico incompleto
Convolvulaceae	Convolvulus	Convolvulus sepium L.	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Calystegia sepium L.
Dipsacaceae	Sixalix	Sixalix atropurpurea (L.) Greuter & Burdet	Sinonimo di Scabiosa atropurpurea L., della quale è già richiesta l'erborizzazione
Lamiaceae	Salvia	Salvia clandestina L.	Presente in Erbario Storico come sinonimo di Salvia verbenaca L.
Leguminosae	Coronilla	Coronilla securidaca L.	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Securigera securidaca L. Presente in Erbario Storico come sinonimo di Securigera coronilla L.
	Securigera	Securigera securidaca (L.) Degen & Dörf.	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Coronilla securidaca.
	Sulla	Sulla coronaria (L.) Medik	Nome scientifico ambiguo. Assenza di sinonimi.
	Trifolium	Trifolium pentaphyllum	Nome scientifico inesistente.
Orobanchaceae	Bellardia	Bellardia trixago (L.) All.	Presente in Erbario Generale e Storico come Bartsia trixago L.
		Bellardia viscosa (L.) Fisch. & C.A.Mey.	Presente in Erbario Generale come sinonimo di Parentucellia viscosa L.
Rosaceae	Poterium	Poterium sanguisorba	Presente in Erbario Generale e Storico come Sanguisorba minor L.

Tabella 11: singolarità relative alla nomenclatura riscontrate durante l'analisi comparativa.

Abbrev.: CS = casi particolari.

6.3 Appendice 3

t

Famiglia	Genere	Specie	ES-NP	OOSS
Apiaceae	Ammi	Ammi majus L.	X	
		Ammi visnaga Gaertn.	X	
	Daucus	Daucus carota L.	X	
	Ferula	Ferula communis L.	X	
	Foeniculum	Foeniculum vulgare Mill.	X	
	Oenanthe	Oenanthe sp.	X	
	Pimpinella	Pimpinella saxifraga L.	X	
	Rouya	Rouya sp.	X	
	Scandix	Scandix pecten-veneris L.	X	
		Scandix sp.	X	
	Smyrniolum	Smyrniolum olusatrum L.		X
	Torilis	Torilis arvensis (Huds.) Link	X	
	Visnaga	Visnaga daucoides Gaertn.	X	
Apocynaceae	Periploca	Periploca graeca L.		X
	Vinca	Vinca major L.	X	
Araceae	Arisarum	Arisarum vulgare O.Targ.Tozz.	X	
Asparagaceae	Bellevalia	Bellevalia romana Rchb.	X	
	Loncomelos	Loncomelos brevistylum (Wolfner) Do- stál	X	X
	Muscari	Muscari neglectum Guss. ex Ten.	X	
	Ornithogalum	Ornithogalum comosum L.	X	X
		Ornithogalum divergens Boreau	X	
		Ornithogalum umbellatum L.	X	
Asphodelaceae	Asphodeline	Asphodeline lutea Rchb.	X	
Boraginaceae	Buglossoides	Buglossoides arvensis (L.) I.M.Johnst.	X	
	Cerinthe	Cerinthe major L.	X	X
	Cynoglossum	Cynoglossum creticum Mill.	X	
	Myosotis	Myosotis ramosissima Rochel	X	
Brassicaceae	Arabidopsis	Arabidopsis sp.	X	
	Brassica	Brassica nigra W.D.J.Koch	X	
		Brassica rapa L.	X	
		Brassica sp.	X	
	Calepina	Calepina irregularis Thell.	X	
	Capsella	Capsella bursa-pastoris Medik.	X	
	Cardamine	Cardamine flexuosa With.	X	
		Cardamine sp.	X	
	Erucastrum	Erucastrum incanum Koch.	X	
	Lepidium	Lepidium draba L.		X
	Lobularia	Lobularia maritima (L.) Desv.	X	
	Microthlaspi	Microthlaspi perfoliatum (L.) F.K. Mey.	X	
	Rorippa	Rorippa sylvestris (L.) Besser	X	
	Sinapis	Sinapis sp.	X	
Campanulaceae	Legousia	Legousia speculum-veneris (L.) Chaix	X	
Caprifoliaceae	Cephalaria	Cephalaria transsylvanica L.	X	
	Knautia	Knautia arvensis J.M.Coult.	X	
	Scabiosa	Scabiosa atropurpurea L.	X	
		Scabiosa columbaria L.	X	
	Valerianella	Valerianella locusta L.	X	
Caryophyllaceae	Cerastium	Cerastium glomeratum Thuill.	X	
	Paronychia	Paronychia sp.	X	

t

	Petrorhagia	Petrorhagia dubia Raf.	X	
		Petrorhagia prolifera (L.) P.W.Ball & Heywood	X	
		Petrorhagia saxifraga Link	X	
	Silene	Silene dioica (L.) Clairv.	X	
		Silene latifolia Poir.	X	
		Silene vulgaris (Moench) Garcke	X	
Celastraceae	Euonymus	Euonymus europaeus L.	X	
Chenopodiaceae	Atriplex	Atriplex prostrata Boucher ex DC.	X	
Compositae	Achillea	Achillea roseoalba Ehrend.	X	
	Ambrosia	Ambrosia artemisiifolia L.	X	
		Ambrosia psilostachya DC.	X	
	Anacyclus	Anacyclus clavatus (Desf.) Pers.	X	
		Anacyclus radiatus Loisel.	X	
	Anthemis	Anthemis sp.	X	
	Aster	Aster subulatus Michx.	X	X
	Bellis	Bellis sp.	X	X
	Bidens	Bidens frondosa L.	X	
	Calendula	Calendula sp.	X	
	Carthamus	Carthamus caeruleus L.	X	
		Carthamus lanatus L.	X	
	Centaurea	Centaurea calcitrapa L.	X	
		Centaurea cyanus L.	X	
		Centaurea diluta Dryand.	X	
		Centaurea napifolia L.	X	
		Centaurea nigrescens Willd.	X	
	Chondrilla	Chondrilla juncea L.	X	
	Cichorium	Cichorium intybus L.	X	
	Cirsium	Cirsium arvense (L.) Scop.	X	
		Cirsium oleraceum Scop.	X	
		Cirsium tenoreum Petr.	X	X
		Cirsium vulgare (Savi) Ten.	X	
	Cota	Cota tinctoria (L.) J.Gay	X	
	Crepis	Crepis biennis L.	X	X
		Crepis capillaris (L.) Wallr.	X	
		Crepis rubra L.	X	
		Crepis sancta (L.) Bab.	X	
		Crepis setosa Haller f.	X	
		Crepis sp.	X	
		Crepis taraxacifolia Thuill.	X	
		Crepis vesicaria L.	X	
	Cyanus	Cyanus segetum Hill.	X	
	Cynara	Cynara cardunculus L.	X	
	Dittrichia	Dittrichia viscosa (L.) Greuter	X	
	Erigeron	Erigeron annuus (L.) Pers.	X	
	Galactites	Galactites tomentosus Moench	X	
	Galatella	Galatella linosyris (L.) Rchb.	X	
	Galinsoga	Galinsoga parviflora Cav.	X	
	Glebionis	Glebionis coronaria (L.) Tzvelev	X	
		Glebionis segetum Fourr.	X	
	Helianthus	Helianthus annuus L.	X	
	Helminthotheca	Helminthotheca echioides	X	
	Hieracium	Hieracium glaucinum Jord.	X	X
		Hieracium sp.	X	
	Hypochaeris	Hypochaeris achyrophorus L.	X	
		Hypochaeris radicata L.	X	

t

	Inula	Inula conyza DC.	X	
		Inula sp.	X	
	Jacobaea	Jacobaea delphiniifolia (Vahl) Pelser & Veldkamp	X	
		Jacobaea erucifolia (L.) P.Gaertn., B.Mey. & Schreb.	X	
	Lactuca	Lactuca saligna L.	X	
		Lactuca sp.	X	
		Lactuca viminea (L.) J.Presl & C.Presl	X	
	Leontodon	Leontodon hispidus L.	X	
	Leucanthemum	Leucanthemum sp.	X	
		Leucanthemum vulgare Lam.	X	
	Pallenis	Pallenis spinosa (L.) Cass.	X	
	Pulicaria	Pulicaria dysenterica Gaertn.	X	
		Pulicaria vulgaris Gaertn.	X	
	Reichardia	Reichardia picroides (L.) Roth	X	
	Rhagadiolus	Rhagadiolus stellatus (L.) Gaertn.	X	
	Scolymus	Scolymus grandiflorus Desf.	X	
		Scolymus hispanicus L.	X	
	Senecio	Senecio squalidus L.	X	
		Senecio vulgaris L.	X	
	Silybum	Silybum marianum (L.) Gaertn.	X	
		Sonchus sp.	X	
	Tanacetum	Tanacetum sp.	X	
	Taraxacum	Taraxacum campylodes G.E.Haglund	X	
		Taraxacum officinale F.H.Wigg.	X	
		Taraxacum sect. Taraxacum	X	
Convolvulaceae	Calystegia	Calystegia sepium (L.) R.Br.	X	
	Convolvulus	Convolvulus sp.	X	
Cucurbitaceae	Bryonia	Bryonia alba L.	X	
		Bryonia cretica L.	X	
	Ecballium	Ecballium elaterium (L.) A.Rich.	X	X
Dioscoreaceae	Dioscorea	Dioscorea communis (L.) Caddick & Wilkin	X	
Dipsacaceae	Sixalix	Sixalix atropurpurea L.	X	
Euphorbiaceae	Chrozophora	Chrozophora tinctoria (L.) A.Juss.	X	
	Euphorbia	Euphorbia insularis Boiss.	X	
		Euphorbia pithyusa L.	X	
	Mercurialis	Mercurialis sp.	X	X
Fagaceae	Quercus	Quercus ilex	X	
Gentianaceae	Blackstonia	Blackstonia perfoliata (L.) Huds.	X	
	Centaurium	Centaurium erythraea Rafn	X	
		Centaurium maritimum Fritsch	X	
		Centaurium pulchellum (Sw.) Druce	X	
		Centaurium tenuiflorum (Hoffmanns. & Link) Fritsch	X	X
Geraniaceae	Erodium	Erodium moschatum (Burm.f.) L'Hér.		X
Hypericaceae	Hypericum	Hypericum humifusum L.	X	
		Hypericum perfoliatum L.	X	
		Hypericum perforatum L.	X	
		Hypericum triquetrifolium Turra	X	
Iridaceae	Crocus	Crocus versicolor Ker Gawl.		X
	Gladiolus	Gladiolus italicus Mill.	X	
Lamiaceae	Ajuga	Ajuga iva (L.) Schreb.		X
		Ajuga sp.	X	
	Clinopodium	Clinopodium nepeta (L.) Kuntze	X	

t

	Mentha	Mentha longifolia L.	X	
		Mentha sp.	X	
		Mentha spicata L.	X	
		Mentha suaveolens Ehrh.	X	
	Salvia	Salvia clandestina L.	X	
Leguminosae	Astragalus	Astragalus hamosus L.	X	
		Astragalus monspessulanus L.	X	
	Bituminaria	Bituminaria bituminosa (L.) C.H.Stirt.	X	
	Coronilla	Coronilla scorpioides (L.) W.D.J.Koch	X	
	Dorycnium	Dorycnium hirsutum (L.) Ser.	X	
	Hippocrepis	Hippocrepis emerus (L.) Lassen	X	
	Lathyrus	Lathyrus annuus L.	X	
		Lathyrus pratensis L.	X	
		Lathyrus sp. (bianco)	X	
	Lotus	Lotus dorycnium L.	X	
		Lotus herbaceus (Vill.) Jauzein	X	
		Lotus pedunculatus Cav.	X	
		Lotus sp.	X	
	Medicago	Medicago arabica (L.) Huds.	X	
		Medicago littoralis Rohde ex Loisel.	X	
		Medicago minima (L.) Bartal.	X	
		Medicago polymorpha L.	X	
		Medicago rugosa Desr.	X	
		Medicago truncatula Gaertn.	X	
	Melilotus	Melilotus albus Medik.	X	
		Melilotus indicus (L.) All.	X	
	Onobrychis	Onobrychis viciifolia Scop.	X	
	Robinia	Robinia pseudoacacia L.	X	
	Securigera	Securigera varia (L.) Lassen	X	
	Spartium	Spartium junceum L.	X	
	Sulla	Sulla coronaria (L.) Medik.	X	
	Trifolium	Trifolium campestre Schreb.	X	
		Trifolium sp.	X	
		Trifolium subterraneum L.		X
	Trigonella	Trigonella altissima (Thuill.) Coulot & Rabaute	X	
	Vicia	Vicia angustifolia L.		X
		Vicia benghalensis L.	X	
		Vicia bithynica L.	X	
		Vicia faba L.	X	
		Vicia sp.	X	
Liliaceae	Gagea	Gagea lutea Ker Gawl.	X	
Linaceae	Linum	Linum strictum L.		X
		Linum trigynum L.	X	X
		Linum usitatissimum L. subsp. Angustifolium	X	
Lythraceae	Lythrum	Lythrum junceum Banks ex Sol.	X	
Malvaceae		Malva multiflora (Cav.) Soldano, Banfi & Galasso	X	
		Malva neglecta Wallr.	X	
Oleaceae	Ligustrum	Ligustrum lucidum W.T. Aiton	X	
Orchidaceae	Anacamptis	Anacamptis pyramidalis (L.) Rich.	X	
	Orchis	Orchis purpurea Huds.	X	
Orobanchaceae	Bartsia	Bartsia trixago L.		X
	Bellardia	Bellardia trixago (L.) All.	X	
		Bellardia viscosa (L.) Fisch. & C.A.Mey.	X	

t		Orobanche	Orobanche sp.	X	
		Parentucellia	Parentucellia viscosa (L.) Caruel	X	
		Phelipanche	Phelipanche sp.	X	
Oxalidaceae	Oxalis	Oxalis corniculata L.			X
		Oxalis dillenii Jacq.	X		
		Oxalis pes-caprae L.	X		
Papaveraceae	Fumaria	Fumaria bastardii Boreau	X		
Phytolaccaceae	Phytolacca	Phytolacca americana L.	X		
Plantaginaceae	Kickxia	Kickxia commutata (Bernh. ex Rchb.) Fritsch	X		
		Kickxia spuria (L.) Dumort.	X		
	Linaria	Linaria vulgaris Mill.	X		
	Plantago	Plantago lagopus L.	X		
		Plantago lanceolata L.	X		
		Plantago major L.	X		
	Veronica	Veronica filiformis Sm.	X		X
		Veronica persica Poir.	X		
		Veronica sp.	X		
Polygonaceae	Persicaria	Persicaria lapathifolia (L.) Delarbre	X		
		Persicaria maculosa Gray	X		
Primulaceae	Lysimachia	Lysimachia arvensis (L.) U.Manns & Anderb.	X		
	Primula	Primula vulgaris Huds.	X		
Ranunculaceae	Anemone	Anemone hortensis L.	X		
	Clematis	Clematis flammula L.	X		
		Clematis vitalba L.	X		
	Ranunculus	Ranunculus ficaria L.	X		
Resedaceae	Reseda	Reseda alba L.	X		
Rhamnaceae	Rhamnus	Rhamnus alaternus L.	X		
	Paliurus	Paliurus spina-christi Mill.	X		
Rosaceae	Crataegus	Crataegus monogyna Jacq.	X		
	Filipendula	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	X		
	Malus	Malus sp.	X		X
	Prunus	Prunus avium L.	X		
	Pyrus	Pyrus communis L.	X		
	Rosa	Rosa canina L.	X		
		Rosa sp.	X		
	Rubus	Rubus sp.	X		
		Rubus ulmifolius Schott	X		
Rubiaceae	Cruciata	Cruciata sp.	X		
	Galium	Galium album Mill.	X		
		Galium aparine L.	X		
		Galium mollugo L.	X		
		Galium verum L.	X		
	Rubia	Rubia peregrina L.	X		
	Sherardia	Sherardia arvensis L.	X		
Solanaceae	Solanum	Solanum americanum Mill.	X		
		Solanum nigrum L.	X		
Valerianaceae	Centranthus	Centranthus calcitrapa L.	X		
Violaceae	Viola	Viola arvensis Murray	X		

Tabella 12: Specie vegetali rilevate nei siti BeeNet e presenti nell'erbario storico di A. Bertoloni.

Abbrev.: ES-NP = specie non presente in Erbario Storico; OOSS = presenza di un solo campione in Erbario Storico.

6.4 Appendice 3

t

Famiglia	Generi
Adoxaceae	Sambucus
Amaranthaceae	Amaranthus, Chenopodium
Amaryllidaceae	Allium, Narcissus
Apiaceae	Ammi, Daucus, Eryngium, Ferula, Foeniculum, Heracleum, Oenanthe, Pastinaca, Pimpinella, Rouya, Scandix, Smyrnium, Tor-dylium, Torilis, Visnaga
Apocynaceae	Periploca, Vinca
Araceae	Arisarum, Arum
Araliaceae	Hedera
Asparagaceae	Asparagus, Bellevalia, Loncomelos, Muscari, Ornithogalum
Asphodelaceae	Asphodeline
Boraginaceae	Anchusa, Borago, Buglossoides, Cerinthe, Cynoglossum, Echium, Myosotis, Symphytum
Brassicaceae	Arabidopsis, Barbarea, Brassica, Calepina, Capsella, Cardami-ne, Diplotaxis, Draba, Erucastum, Isatis, Lepidium, Lobularia, Microthlaspi, Raphanus, Rapistrum, Rorippa, Sinapis
Campanulaceae	Campanula, Legousia
Caprifoliaceae	Cephalaria, Dipsacus, Knautia, Scabiosa, Valerianella, Vibur-num
Caryophyllaceae	Cerastium, Dianthus, Lychnis, Paronychia, Petrorrhagia, Sapona-ria, Silene, Stellaria
Celastraceae	Euonymus
Chenopodiaceae	Atriplex
Cistaceae	Cistus
Colchicaceae	Colchicum
Compositae	Achillea, Ambrosia, Anacyclus, Andryala, Anthemis, Artemisia, Aster, Bellis, Bidens, Calendula, Carduus, Carlina, Carthamus, Centaurea, Chondrilla, Cichorium, Cirsium, Cota, Crepis, Cya-nus, Cynara, Dittrichia, Erigeron, Eupatorium, Galactites, Ga-latella, Galinsoga, Glebionis, Hedypnois, Helianthus, Helmin-thotheca, Hieracium, Hyoseris, Hypochaeris, Inula, Jacobaea, Lactuca, Leontodon, Leucanthemum, Matricaria, Pallenis, Pi-cris, Pulicaria, Reichardia, Rhagadiolus, Scolymus, Senecio, Si-lybum, Sonchus, Tanacetum, Taraxacum, Tragopogon, Urosper-mum
Convolvulaceae	Calystegia, Convolvulus
Cornaceae	Cornus
Cucurbitaceae	Bryonia, Ecballium
Dioscoreaceae	Dioscorea
Dipsacaceae	Sixalix
Ericaceae	Erica
Euphorbiaceae	Chrozophora, Euphorbia, Mercurialis
Fagaceae	Quercus
Gentianaceae	Blackstonia, Centaurium
Geraniaceae	Erodium, Geranium
Hypericaceae	Hypericum
Iridaceae	Crocus, Gladiolus
Lamiaceae	Ajuga, Ballota, Clinopodium, Glechoma, Lamium, Mentha, Pru-nella, Salvia, Stachys

t

Leguminosae	Astragalus, Bituminaria, Cercis, Coronilla, Dorycnium, Glycyrrhiza, Hedysarum, Hippocrepis, Lathyrus, Lotus, Medicago, Melilotus, Onobrychis, Robinia, Scorpiurus, Securigera, Spartium, Sulla, Trifolium, Trigonella, Vicia
Liliaceae	Gagea
Linaceae	Linum
Lythraceae	Lythrum
Malvaceae	Althaea, Malope, Malva
Myrtaceae	Myrtus
Oleaceae	Ligustrum, Olea
Onagraceae	Epilobium, Oenothera
Orchidaceae	Anacamptis, Orchis
Orobanchaceae	Bartsia, Bellardia, Orobanche, Parentucellia, Phelipanche
Oxalidaceae	Oxalis
Papaveraceae	Fumaria, Papaver
Phytolaccaceae	Phytolacca
Pinaceae	Pinus
Plantaginaceae	Kickxia, Linaria, Plantago, Plumbago, Veronica
Poaceae	Dactylis
Polygonaceae	Persicaria, Rumex
Portulacaceae	Portulaca
Primulaceae	Anagallis, Lysimachia, Primula
Ranunculaceae	Anemone, Clematis, Delphinium, Ranunculus, Nigella, Ranunculus
Resedaceae	Reseda
Rhamnaceae	Rhamnus, Paliurus
Rosaceae	Agrimonia, Crataegus, Filipendula, Fragaria, Geum, Malus, Potentilla, Poterium, Prunus, Pyrus, Rosa, Rubus, Sanguisorba
Rubiaceae	Cruciata, Galium, Rubia, Sherardia
Scrophulariaceae	Verbascum
Solanaceae	Solanum
Tamaricaceae	Tamarix
Valerianaceae	Centranthus, Valeriana
Verbenaceae	Verbena
Violaceae	Viola
Xanthorrhoeaceae	Asphodelus
Zygophyllaceae	Tribulus

Tabella 13: famiglie e generi tassonomici della flora entomofila rilevata nei siti BeeNet.